



“Developing a Biosecurity Training Program for Preparedness for Future Disasters and Increasing the Vocational Skills of Microbiology Laboratory Health Professionals” (MicroLabSecure)

## **MÓDULO 1: GESTÃO DE RISCOS, RISCOS NO LABORATÓRIO E SENSIBILIZAÇÃO PARA DESASTRES**

### **1. Âmbito do Módulo de Formação**

- Objetivo e Finalidades do Módulo de Formação
- Resultados de Aprendizagem do Módulo de Formação
- Métodos e Técnicas do Módulo de Formação
- Conceitos de Perigo e Risco
- Método de Avaliação de Riscos 5x5
- Hierarquia de Segurança no Laboratório
- Conceito e Classificação de Desastres
- Sensibilização para Desastres e Gestão de Riscos
- Bioterrorismo
- Biosegurança e Biossegurança (Biosafety e Biosecurity)
- Riscos Especiais dos Laboratórios em Situações de Desastre

#### **1a. Objetivo do Módulo de Formação**

Este módulo de formação tem como objetivo ensinar aos profissionais de saúde que trabalham em laboratórios de microbiologia a avaliar de forma sistemática os riscos do laboratório antes, durante e após desastres, a compreender e aplicar as diferenças fundamentais entre os conceitos de biosegurança (biosafety) e biossegurança (biosecurity), e a estar preparados para possíveis cenários de desastre. O módulo pretende capacitar os participantes para gerir eficazmente os riscos no ambiente laboratorial.

#### **1b. Finalidade do Módulo de Formação**

Definir estratégias de gestão de riscos e procedimentos de segurança laboratorial, adaptá-los a cenários de desastre e desenvolver a competência para gerir simultaneamente os riscos de biosegurança e biossegurança.

### **2. Resultados de Aprendizagem do Módulo de Formação**

- Distinguir entre os conceitos de perigo e risco e aplicar corretamente a matriz de avaliação de riscos 5x5.
- Classificar os tipos de desastres naturais e provocados pelo ser humano e analisar os seus efeitos nos processos laboratoriais.
- Enumerar e aplicar as medidas de controlo da hierarquia de segurança laboratorial por ordem de prioridade.
- Distinguir entre os conceitos de biosegurança (biosafety) e biossegurança (biosecurity) e geri-los simultaneamente em situações de desastre.
- Reconhecer cenários de bioterrorismo, explicar os agentes da Categoria A dos CDC e os protocolos de proteção.
- Criar um mapa de vulnerabilidades específico da instituição e preparar um plano de ação de melhoria.

### **3. Métodos e Técnicas do Módulo de Formação**



“Developing a Biosecurity Training Program for Preparedness for Future Disasters and Increasing the Vocational Skills of Microbiology Laboratory Health Professionals” (MicroLabSecure)

- Exposição oral
- Aprendizagem baseada em equipas
- Brainstorming (tempestade de ideias)
- Gamificação

#### 4. Conceitos de Perigo e Risco

Em todas as profissões existem perigos que afetam a saúde e a vida do trabalhador, dependendo da natureza do trabalho realizado. O ambiente laboratorial é uma área de trabalho de alto risco que contém perigos biológicos, químicos, físicos e ergonómicos em simultâneo.

**PERIGO:** Qualquer fonte ou situação com potencial para causar lesão, doença, dano ou prejuízo.

**RISCO:** A combinação da probabilidade de ocorrência de um perigo e da gravidade da consequência se este ocorrer. **RISCO = PROBABILIDADE × GRAVIDADE**

#### 5. Método de Avaliação de Riscos 5x5

Embora existam muitos métodos diferentes de avaliação de riscos, a matriz 5x5 é uma das ferramentas mais utilizadas. A matriz 5x5 é uma ferramenta sistemática que visualiza a pontuação de risco obtida multiplicando a probabilidade de ocorrência de um perigo (1-5) pela gravidade do resultado possível (1-5).

##### Codificação de cores:

- Verde (1-4) = Aceitável
- Amarelo (5-9) = Baixo
- Laranja (10-16) = Médio
- Vermelho (17-25) = Inaceitável

Probabilidade / Gravidade	1	2	3	4	5
1 - Uma vez por ano (Insignificante)	1	2	3	4	5
2 - Uma vez a cada 3 meses	2	4	6	8	10
3 - Uma vez por mês	3	6	9	12	15
4 - Uma vez por semana	4	8	12	16	20
5 - Todos os dias	5	10	15	20	25



“Developing a Biosecurity Training Program for Preparedness for Future Disasters and Increasing the Vocational Skills of Microbiology Laboratory Health Professionals” (MicroLabSecure)

**Exemplo de aplicação:** A probabilidade de picada com agulha ao colher sangue é “todos os dias” (5 pontos) e a gravidade é “fatal” (5 pontos) devido ao risco de transmissão de VIH (0,3 %) e VHB (~1 %). Resultado: **RISCO = 5 × 5 = 25 → NÍVEL INACEITÁVEL**. Neste caso, devem ser tomadas medidas para reduzir a probabilidade do evento ou diminuir a gravidade do resultado.

## 6. Hierarquia de Segurança no Laboratório

A hierarquia de segurança laboratorial é uma estrutura em pirâmide que classifica as medidas de controlo segundo a sua eficácia, colocando no topo as medidas mais fortes que eliminam o perigo na origem:

1. **Eliminação** – Eliminar completamente o perigo
2. **Substituição** – Substituir o perigo por uma alternativa menos arriscada
3. **Controlos de Engenharia** – Cabina de Segurança Biológica (BSC), contentores para objetos cortantes/perfurantes, automação
4. **Controlos Administrativos** – Formação, procedimentos, planos de rotação
5. **Equipamento de Proteção Individual (EPI)** – Luvas, bata de laboratório, óculos de proteção, máscara

## 7. Conceito e Classificação de Desastres

Um desastre é um conjunto de eventos que perturbam o funcionamento normal de uma sociedade ou instituição, ameaçam a saúde humana e o ambiente e exigem intervenção rápida.

**Desastres Naturais:** Terramoto, erupção vulcânica, deslizamento de terra, avalanche, tempestade, tufão, furacão, tsunamis, inundações, seca, incêndio, praga de insetos, epidemia e pandemia.

**Desastres Provocados pelo Ser Humano:** Guerra nuclear, biológica, física e química, explosão, bioterrorismo e libertação biológica, exposição química e envenenamento.

**Incidentes Artificiais em Laboratórios Provocados pelo Ser Humano:** Acidentes laboratoriais e falhas de equipamentos, má gestão de resíduos, erros humanos, falhas de infraestrutura, violações de biossegurança.

## 8. Sensibilização para Desastres e Gestão de Riscos

A sensibilização para desastres implica reconhecer os riscos potenciais antes de um evento ocorrer, prever os seus efeitos e realizar preparativos proativos.

### 8a. Identificação de Perigos

Em primeiro lugar, deve ser realizada uma avaliação da situação para identificar os perigos no laboratório.



“Developing a Biosecurity Training Program for Preparedness for Future Disasters and Increasing the Vocational Skills of Microbiology Laboratory Health Professionals” (MicroLabSecure)

### Categoria de Perigo

### Exemplos Específicos do Laboratório

Físico	Incêndio, inundação, terremoto, corte de energia, falha de congelador - 80°C
Biológico	Fuga de culturas, derrame, aerosolização, propagação de patógenos
Químico	Derrame de desinfetante/solvente, incêndio de material inflamável
Recursos Humanos	Falta de pessoal, barreiras de transporte, turnos insustentáveis
Abastecimento-Logística	Interrupção do fornecimento de meios de cultura, discos de antibióticos, materiais consumíveis

### 8b. Matriz de Avaliação de Riscos (Probabilidade × Impacto)

Uma vez identificados os perigos, deve ser avaliada a sua probabilidade e impacto, e calculada uma pontuação de risco. O nível de brilho deve então ser determinado com base nessa pontuação.

Fator de Risco	Probabilidade	Impacto	Pontuação de Risco	Prioridade
Terramoto	Alta	Muito alta	5×5=25	Crítica
Corte de energia	Muito alta	Alta	5×4=20	Crítica
Falha de congelador -80°C	Média	Muito alta	3×5=15	Alta prioridade
Pessoal sem conseguir chegar	Média	Alta	3×4=12	Alta prioridade
Derrame de cultura	Baixa/Média	Média/Alta	2×3=6	Sob controlo

## 9. Bioterrorismo

Quando se fala em desastres, normalmente pensam-se primeiro nos desastres naturais e ameaças como o bioterrorismo são muitas vezes ignoradas. Os laboratórios de microbiologia também devem estar preparados para este tipo de tentativas.

O **bioterrorismo** é a libertação deliberada de agentes biológicos para causar doença, morte, medo ou perturbação da ordem social. Podem ser alvos a população civil, fontes de água e alimentos, a agricultura e pecuária, e os sistemas de saúde. Os agentes microbiológicos com maior probabilidade de utilização são classificados na **Categoria A dos CDC**.



“Developing a Biosecurity Training Program for Preparedness for Future Disasters and Increasing the Vocational Skills of Microbiology Laboratory Health Professionals” (MicroLabSecure)

## Agentes de Alto Risco da Categoria A dos CDC:

- *Bacillus anthracis* – Antraz (Anthrax)
- *Yersinia pestis* – Peste (Plague)
- *Variola virus* – Variola (Smallpox)
- *Francisella tularensis* – Tularemia
- Toxina botulínica – Botulismo

## 10. Biosegurança e Biossegurança (Biosafety e Biosecurity)

**Biossegurança (Biosecurity)** refere-se ao conjunto de medidas institucionais e pessoais adotadas para prevenir a aquisição, utilização ou mau uso não autorizado de materiais biológicos de alto risco, como patógenos, toxinas, vacinas, produtos farmacêuticos e stocks de microrganismos.

**Biosegurança (Biosafety)** centra-se no manuseamento seguro de patógenos no interior do laboratório, controlo da formação de aerossóis, exposição a agentes infecciosos, superfícies contaminadas, transmissão secundária, EPI, cabinas de segurança biológica, desinfeção e esterilização.

**Biossegurança** prioriza a prevenção de acesso não autorizado, roubo de patógenos, violações de segurança de dados e uso malicioso (ex.: áreas de armazenamento fechadas e sistemas de cartões de acesso).

### BIOSAFETY (Biosegurança)

### BIOSECURITY (Biossegurança)

Previne a exposição acidental	Previne o uso intencional indevido
Protege os trabalhadores do laboratório	Protege os materiais biológicos
Focada no manuseamento seguro de patógenos	Focada no controlo de acesso e monitorização
Exemplo: Uso de EPI, regras de trabalho na BSC	Exemplo: Fecho de amostras e registo de acesso

## 11. Riscos Especiais dos Laboratórios em Situações de Desastre

Nos desastres, os riscos aumentam exponencialmente; os sistemas colapsam, os erros humanos aumentam e surgem vulnerabilidades de segurança. Por isso, são essenciais a avaliação rápida de riscos, a priorização e a gestão dupla de riscos (biosafety + biosecurity).

### Princípios Críticos na Gestão de Biorriscos:

- O risco existe sempre e deve ser gerido
- O fator humano é o maior risco
- A formação é o controlo mais forte
- Biosegurança e biossegurança são inseparáveis

Erros comuns quando não foi feita preparação e avaliação de riscos antes de um desastre:



“Developing a Biosecurity Training Program for Preparedness for Future Disasters and Increasing the Vocational Skills of Microbiology Laboratory Health Professionals” (MicroLabSecure)

- Iniciar o trabalho sem avaliação de riscos
- Violações do EPI
- Negligenciar o rastreio de amostras
- Não reportar incidentes
- Ignorar a biossegurança

## 12. Conclusão

Em primeiro lugar, devem ser identificados os perigos nos laboratórios; deve avançar-se com o princípio de “reconhecer o risco, controlá-lo e geri-lo”. Durante os desastres, os riscos de biosafety e biosecurity surgem simultaneamente. O maior erro numa situação de desastre é “concentrar-se apenas na infecção e esquecer a segurança”. A abordagem correta é proteger as pessoas, controlar o agente e gerir o sistema — gerindo simultaneamente tanto a biosegurança como a biossegurança.

## REFERÊNCIAS

American Chemical Society (ACS). ACS Laboratory Safety. <https://institute.acs.org/acs-center/lab-safety.html> (Access date: March 2024).

American Chemical Society (ACS). Guidelines for Chemical Laboratory Safety in Academic Institutions, ACS, Washington DC (2016).

American Chemical Society (ACS). Safety in Academic Chemistry Laboratories. ACS, Washington DC. (2017).

American Industrial Hygiene Association. Safety Matters Center. <https://www.aiha.org/get-involved/safety-matters-center> (2017).

Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories (BMBL). 6th ed. HHS Publication No. (CDC) 21-1112. <https://www.cdc.gov/labs/bmbl/index.html> (2020).

Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Safe labs. <https://www.cdc.gov/safelabs/> (2024).

Environmental Protection Agency (EPA). Hazardous Waste Management Regulations. <https://www.epa.gov/hw> (2019).

Maury, H. Laboratory Safety for Chemistry Students. *Journal of Chemical Education*, 94(10), 1493–1498. (2017).

National Fire Protection Association. NFPA 45: Standard on Fire Protection for Laboratories Using Chemicals (2019).

National Research Council (US) Committee on Prudent Practices in the Laboratory. Prudent Practices in the Laboratory: Handling and Management of Chemical Hazards: Updated Version. Washington (DC): National Academies Press (US) (2011).



**“Developing a Biosecurity Training Program for Preparedness for Future Disasters and Increasing the Vocational Skills of Microbiology Laboratory Health Professionals” (MicroLabSecure)**

- Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Occupational exposure to hazardous chemicals in laboratories. <https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.1450>
- Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Laboratory Safety Guidance. OSHA 3404-11R 2011 <https://www.osha.gov/laboratory> (2011).
- Phifer, R. Case study – Incident investigation: Laboratory explosion, J. Chem. Health Safety (2014), doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jchas.2014.04.001>.
- Reason, J. Human error: models and management. BMJ, 320 (7237), 768–770. (2000). The National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2019).
- Reproducibility and Replicability in Science. National Academies Press. The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards (2020).
- T.C. Sağlık Bakanlığı. Ulusal Mikrobiyoloji Standartları, Laboratuvar Güvenliği Rehberi, Sağlık Bakanlığı Yayın No: 1204, Basım yeri: Ankara (2021).
- Taylan Ozkan, A., Cansaran Duman, D., Derici, MK. Basic Biosecurity Practices Against Biological Risks. Hipokrat Yayınevi, Ankara (2019).
- Taylan Özkan, A., Sharafi P. Bölüm 12 Molekülden İlaça Giden Yolda Laboratuvar Güvenliği ve Emniyeti. In: Stratejik Gerekliklik: Molekülden İlaça. Eds. Cansaran-Duman, D., Derici, M.K., Taylan Özkan, A., 319 - 340
- The U.S. Chemical Safety Board (CSB). Texas Tech University Chemistry Lab Explosion <https://www.csb.gov/texas-tech-university-chemistry-lab-explosion/> (Erişim 2026)
- World Health Organization (WHO). Laboratory Biosafety Manual, 4th Edition. [https://www.who.int/publications \(2020\). https://www.who.int/publications/i/item/9789240011311](https://www.who.int/publications/i/item/9789240011311)