



Universidade de São Paulo  
Escola de Engenharia de Lorena  
Departamento de Biotecnologia



**Curso: Engenharia Bioquímica**

# Segurança do Trabalho e Biossegurança

**Prof: Tatiane da Franca Silva**

[tatianedafranca@usp.br](mailto:tatianedafranca@usp.br)

1

- Atualização do Cronograma
- Proposta de Reposição de aula: segunda às 16h, quarta às 16h ou sexta às 14h.

Revisão do conteúdo:

- ✓ - Legislação brasileira associada a segurança do trabalho: Normas regulamentadoras (NRs)
- ✓ - Causas de Acidente de Trabalho
- ✓ - Gerenciamento de risco
- ✓ - Classificação do risco ocupacional

2

Data	Assunto
12/09	Apresentação da Disciplina/ Introdução a Eng. Seg. do Trabalho
19/09	Introdução a Eng. Seg. do Trabalho
26/09	Introdução a Eng. Seg. do Trabalho
03/10	Introdução a Biossegurança
10/10	Manuseio de Produtos Químicos
17 /10	Manuseio de Microrganismos
24 /10	<b>Semana acadêmica</b>
07 /11	<b>P1</b>
14 /11	<b>Feriado</b>
21 /11	Manuseio de OGMs
28 /11	Manuseio de Animais e Células
5 /12	Segurança na produção e consumo de Medicamentos e Alimentos
12 /12	Bioética - Relação com a Sociedade e Ambiente
19 /12	<b>P2</b>

3

## Medidas de Gerenciamento de Riscos



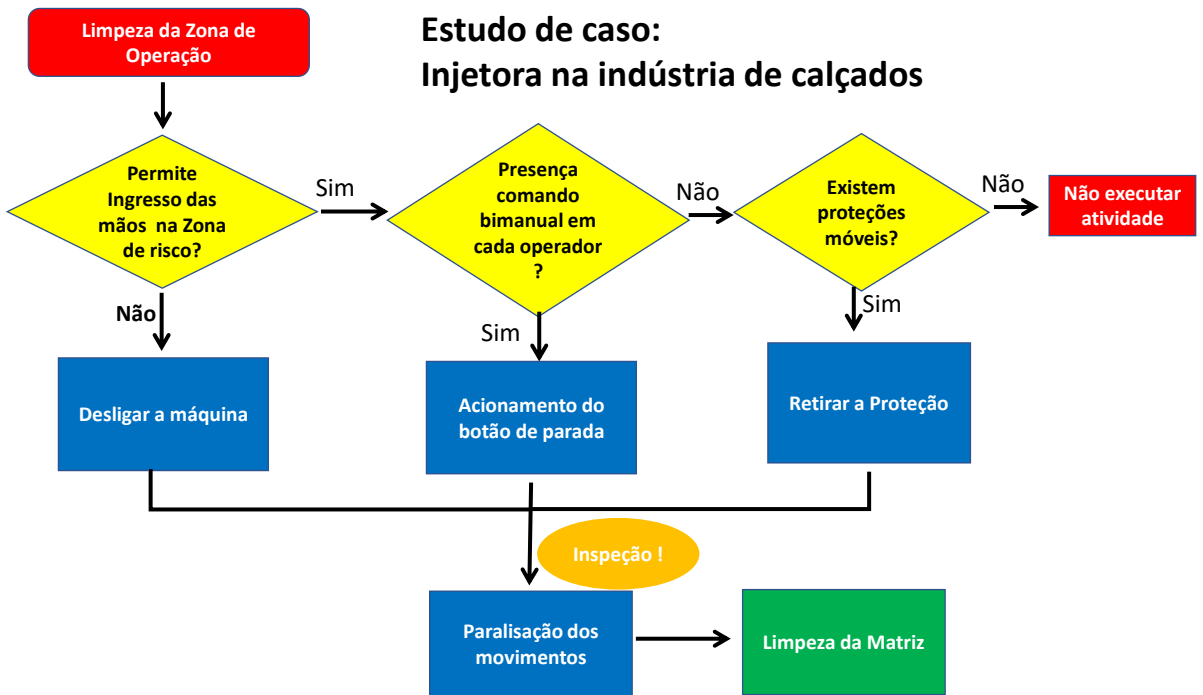
Figura 7.3: Inspeção de segurança feita pelo trabalhador  
Fonte: CII/SM



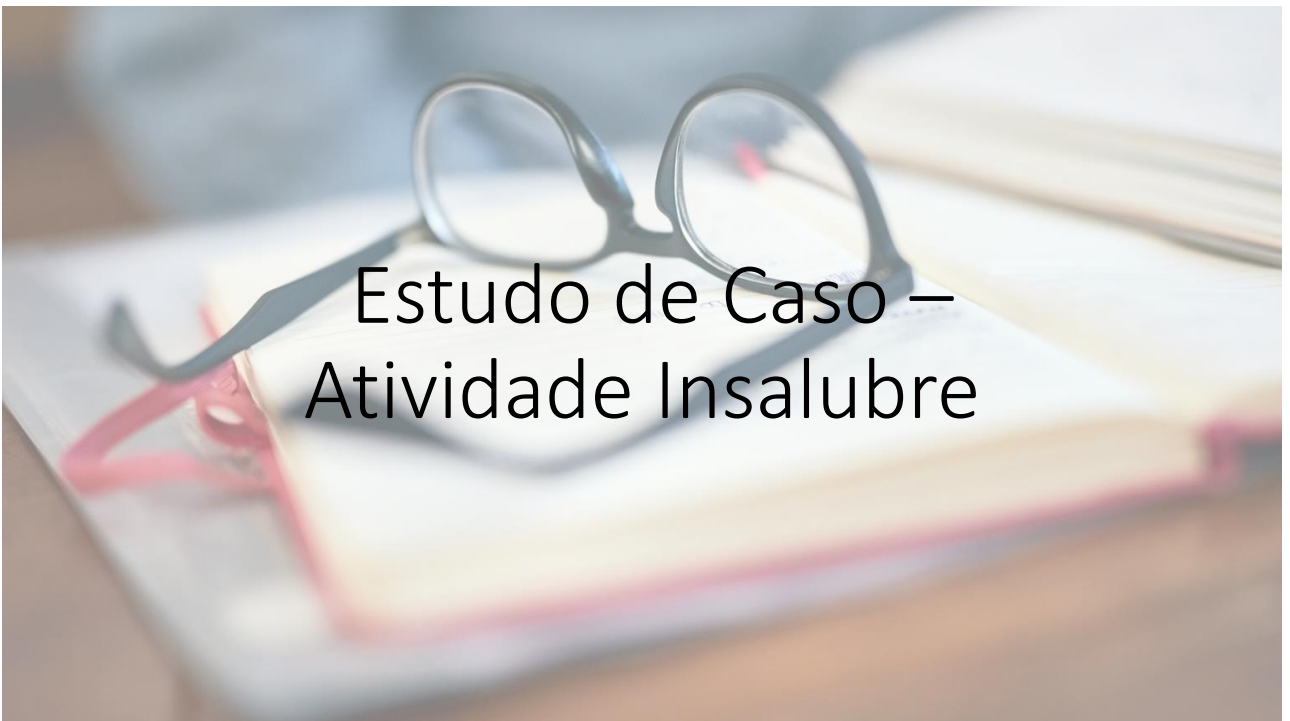
- ✓ Mapa de Risco
- ✓ Inspeção
- ✓ Controle de Qualidade
- ✓ Elaboração de Fluxogramas



4



5



6

Em consulta a NR15 - Atividade e Operações Insalubres, e com base no que foi exposto acima, você considera que ambos os trabalhadores possuem o direito ao adicional de insalubridade?

Senhor Y - Betume

Senho W- fuligem de carvão

7

### Insalubridade (NR15) X Periculosidade (NR16)

#### Insalubridade

**Art. 192 da CLT:** trabalho em **condições insalubres**, acima dos limites de tolerância estabelecidos. Assegura o percentual do adicional podendo variar de 10, 20 ou 40% do salário mínimo

#### Periculosidade

**Art. 193 da CLT:** tem o objetivo de "compensar" o empregado que **desenvolve sua atividade em risco eminente de sua vida**. Assegura ao empregado um adicional de 30% sobre o salário contratual.

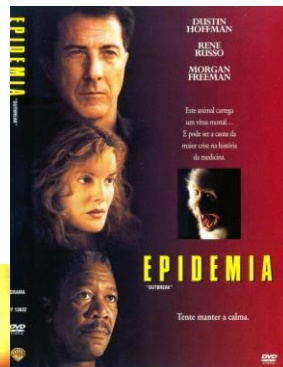
8

# Biossegurança



9

## Biossegurança



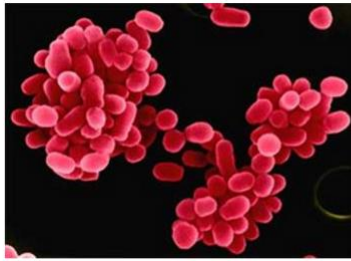
Surpresa!

Eu não imaginava que isso poderia acontecer!!

10

## Histórico de Acidentes

❖ **Meyer e Eddie (1941)** : 74 casos de brucelose associados a laboratório nos Estados Unidos. **Causa:** Falta de cuidado e Técnica de manuseio incorreto da bactéria Brucellas



11

G1

CIÊNCIA E SAÚDE

## Laboratório estatal vaza bactéria e contamina mais de 3 mil pessoas na China

O patógeno causa a brucelose, doença transmitida pelo gado. Ela causa febre, diarreia, fadiga, entre outros sintomas. Os pacientes serão indenizados pela empresa a partir de outubro.

Por G1

18/09/2020 10h43 · Atualizado há uma semana

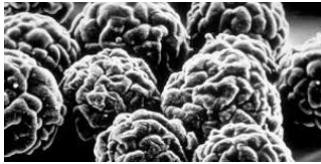


12



## Histórico de Acidentes

❖ **Vírus Marbug (1967):** 37 pessoas infectadas nas cidades de Marbug e Frankfurt na Alemanha. **Causa:** macacos *Cercopitheceus aethiops* infectados, importados de Uganda para o desenvolvimento de vacinas.



13

## Histórico de Acidentes

❖ **Febre Aftosa (2007):** Surto de febre aftosa próxima a laboratório no Reino Unido. **Causa:** defeito em uma válvula de transferência de produtos deixou escapar o vírus.



14

≡ EPOCA ASSINE BUSCAR Q ACESSE NO f t i

## TARDÍGRADOS ESPALHADOS PELA LUA, E ISSO NÃO TEM GRAÇA NENHUMA

Revelação de que sonda israelense acidentada levou animais microscópicos ao satélite levanta preocupações quanto à contaminação do ambiente lunar

18/08/2019 - 11:00 / Atualizado em 20/08/2019 - 19:56




Ilustração de tardigrado no espaço: animais já resistiram dias expostos ao ambiente extremo Foto: Reprodução

NEWS | BRASIL

Notícias Brasil Internacional Economia Saúde Ciência Tecnologia Aprenda

### Cientistas descobrem o segredo do animal mais resistente do mundo

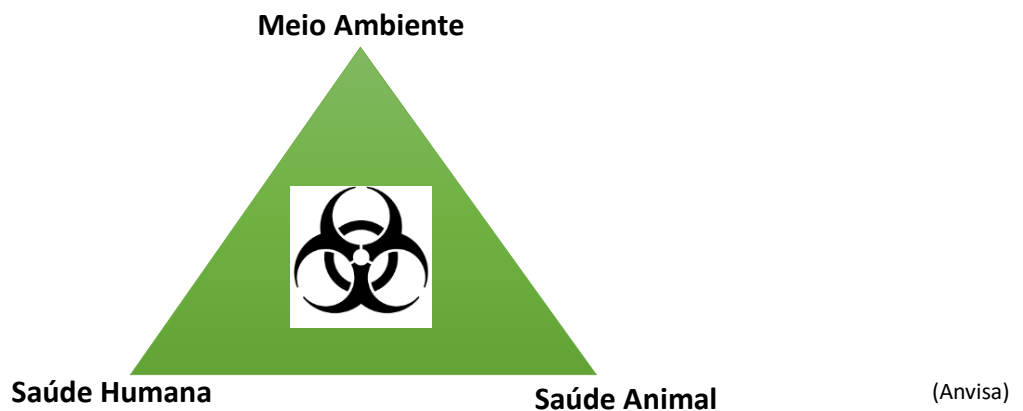
Um gene específico os ajuda a sobreviver a situações de ebulição, congelamento e radiação. No futuro, acreditam cientistas, ele poderia ser usado para proteger as células humanas.

15

## Biossegurança



“...conjunto de ações destinadas a **prevenir, controlar, reduzir ou eliminar riscos** inerentes às atividades que comprometem....”



16



## Biossegurança



- ❖ Atividade humana responsável!
- ❖ Baseada na **Bioética**



**COMPRIMENTO DAS LEIS REGULATÓRIAS**



**IMPLEMENTAÇÃO DAS MELHORES PRÁTICAS E MEDIDAS DE SEGURANÇA**

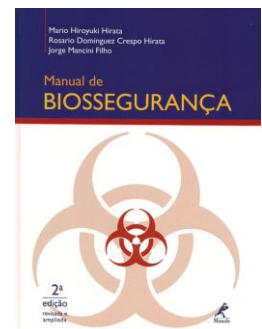


**PROTEÇÃO DAS PESSOAS, ANIMAIS E DO MEIO AMBIENTE**

17

## Riscos Ocupacionais

Grupo 1: Verde Riscos Físicos	Grupo 2: Vermelho Riscos Químicos	Grupo 3: Marrom Riscos Biológicos	Grupo 4: Amarelo Riscos Ergonômicos	Grupo 5: Azul Riscos de Acidentes
Ruídos	Poeiras	Vírus	Esforços físicos intensos	Arranjo físico inadequado
Vibrações	Fumos	Bactérias	Levantamento e transporte manual de pesos	Máquinas e equipamentos sem proteção
Radiações ionizantes	Névoas	Protozoários	Exigência de posturas inadequadas	Ferramentas inadequadas ou defeituosas
Radiações Não-ionizantes	Neblinas	Fungos	Controles rígidos de produtividade	Iluminação inadequada
Frio	Gases	Parasitas	Imposição de ritmos excessivos	Eletricidade
Calor	Vapores	Bacilos	Trabalhos em turnos ou noturnos	Probabilidade de incêndio ou explosão
Pressões Anormais	Substâncias, compostos ou produtos químicos em geral		Jornadas de trabalho prolongadas	Armazenamento inadequado
Umidade			Monotonia e repetitividade	Animais peçonhentos
			Outras situações causadoras de <i>stress</i> físico e/ou psíquico	Outras situações de risco que poderão contribuir para a ocorrência de acidentes



Higiene e Segurança no Trabalho - Mario L. C. Almeida

18

## Risco Biológico

Agentes biológicos potencialmente capazes de causar danos a saúde

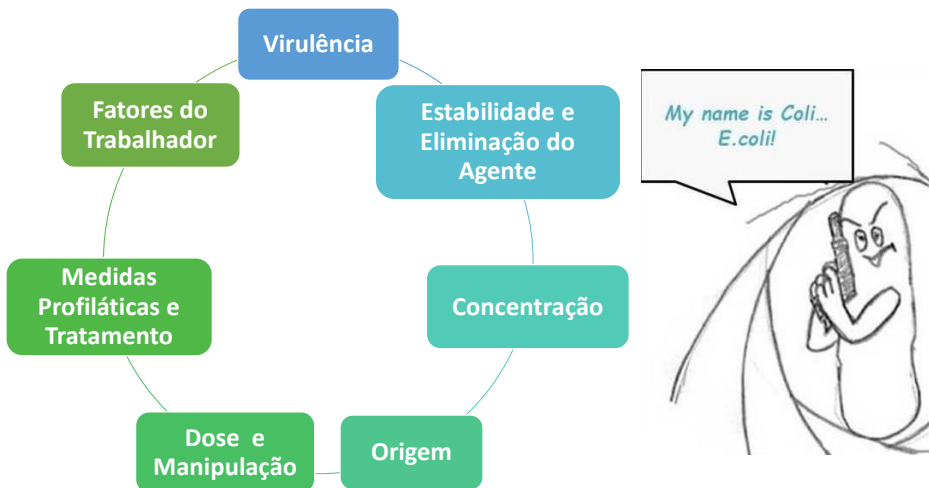
**Exemplos:** Infecções , Alergias, etc..



19

## Crítérios para Classificação de Risco Biológico

**Objetivo:** padronização e categorização dos agentes biológicos que são manipulados por diferentes instituições.



20

## Critérios para Classificação de Risco Biológico

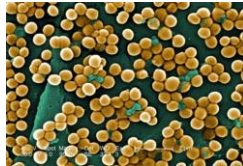
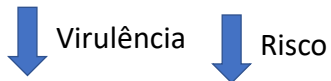
❖ **Virulência:** taxa de letalidade causada pelo agente patogênico.

**Exemplos:**

*Mycobacterium tuberculosis*



*Staphylococcus aureus*

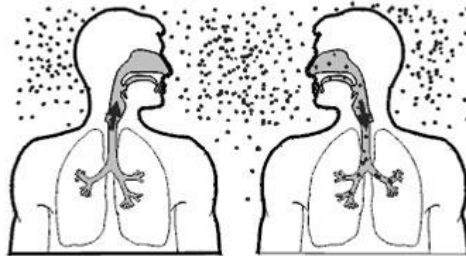
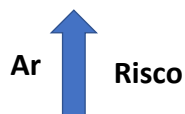


21

## Critérios para Classificação de Risco Biológico

❖ **Modo de transmissão:** percurso feito pelo agente biológico a partir da fonte de exposição até o hospedeiro.

**Exemplos:**



22

## Critérios para Classificação de Risco Biológico

❖ **Estabilidade:** capacidade de sobrevivência de um agente biológico no meio ambiente, associado a **Natureza do organismo** .



23

## Critérios para Classificação de Risco Biológico

❖ **Eliminação do agente:** conhecimento das vias de eliminação do agente. Importante para a adoção de medidas de contingenciamento.

**Exemplo:**



24

## Critérios para Classificação de Risco Biológico

❖ **Volume e Concentração:** Problemas na Industria!

Volume e  
Concentração   Risco




25

## Critérios para Classificação de Risco Biológico

❖ **Origem do agente biológico:** associado à origem do hospedeiro e à localização geográfica (áreas endêmicas, etc.).

**Exemplo:**

Origem humana  
ou animal  Risco



Regiões Endêmicas  Risco

26

## Critérios para Classificação de Risco Biológico

❖ **Dose infectante:** Quantidade do agente para causar uma infecção.



27

## Critérios para Classificação de Risco Biológico

❖ **Disponibilidade de medidas profiláticas**



❖ **Disponibilidade de Tratamento eficaz** capaz de proporcionar a cura ou a contenção do agravamento da doença.

**Exemplo:** Antibióticos



28



## Critérios para Classificação de Risco Biológico

❖ **Fatores referentes ao trabalhador:** estado de saúde do indivíduo, idade, sexo, fatores genéticos, susceptibilidade individual.

❖ **Exemplo:**

Indivíduos  
Imunossuprimidos;  
Fazem uso de corticóides;  
etc..

↑

Risco



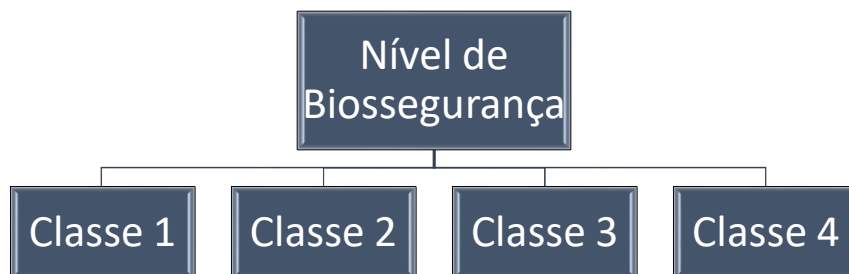
29

## Classificação de Risco de Agente Biológicos

❖ Comissão de Biossegurança em Saúde (CBS)



Ministério da Saúde

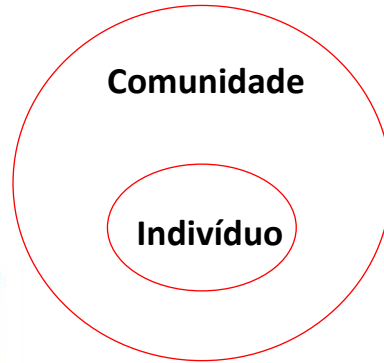


30

## Classe de Risco 1 (NB1)

❖ Não causam doenças ao homem ou animais adultos saudáveis.

Ex: *Lactobacillus sp.* e *Bacillus subtilis*

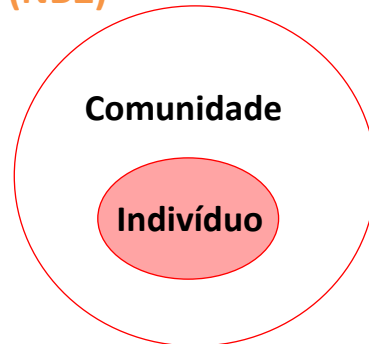


31

## Classe de Risco 2 (NB2)

❖ Podem provocar infecções com **baixo potencial de propagação**. Existem **medidas terapêuticas e profiláticas eficazes!**

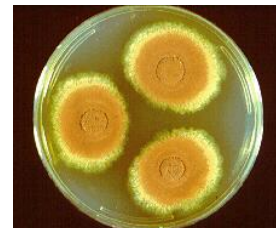
Ex: Vírus da Rubéola, *Giardia lamblia*, *Aspergillus terreus*



Rubéola



*G. lamblia*



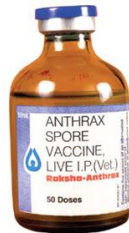
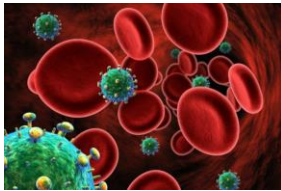
*A. terreus*

32

### Classe de Risco 3 (NB3)

❖ Podem provocar patologias potencialmente letais. Moderado potencial de disseminação. Existem medidas de tratamento e/ou de prevenção.

❖ Ex: *Bacillus anthracis* e Vírus do HIV.

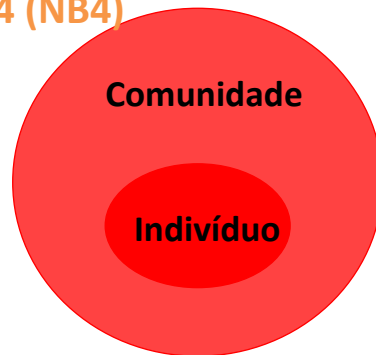


33

### Classe de Risco 4 (NB4)

❖ Causam doenças de alta gravidade. Alta capacidade de disseminação. Sem medida profilática ou terapêutica.

Ex: Vírus Ebola



34

## Nível de Biossegurança

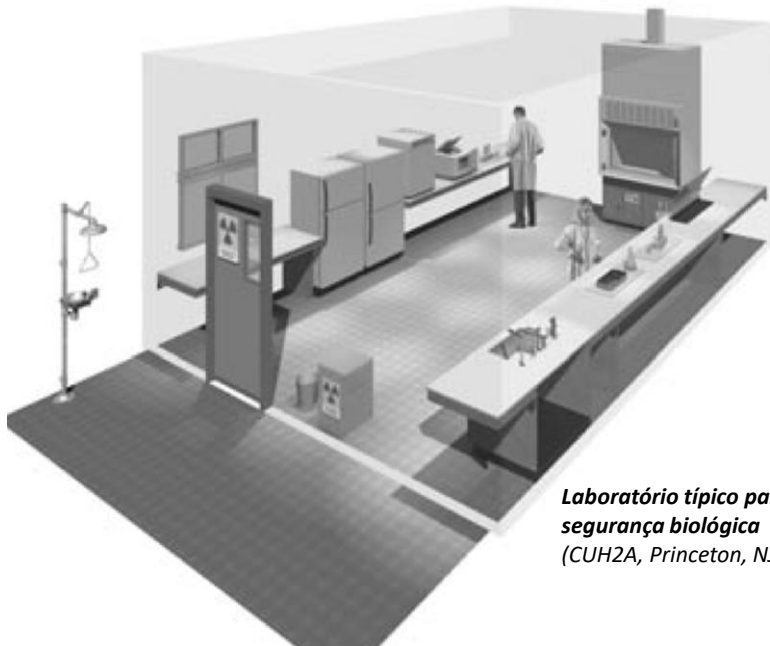
**Quadro 2. Relação dos grupos de risco com níveis de segurança biológica, práticas e equipamento**

GRUPO DE RISCO	NÍVEL DE SEGURANÇA BIOLÓGICA	TIPO DE LABORATÓRIO	PRÁTICAS DE LABORATÓRIO	EQUIPAMENTO DE PROTECÇÃO
1	Básico – Nível 1 de segurança biológica	Ensino básico, pesquisa	BTM	Nenhum; mesa/bancada de trabalho
2	Básico – Nível 2 de segurança biológica	Serviços básicos de saúde; serviços de diagnóstico, pesquisa	BTM e fatos de protecção, sinal de perigo biológico	Bancada de trabalho e CSB para aerossóis potenciais
3	Confinamento – Nível 3 de segurança biológica	Serviços especiais de diagnóstico, pesquisa	Como Nível 2, mais roupa especial, acesso controlado, ventilação dirigida	CSB e/ou outros dispositivos primários para todas as actividades
4	Confinamento máximo – Nível 4 de segurança biológica	Serviço de manipulação de agentes patogénicos perigosos	Como Nível 3, mais entrada hermética, saída com duche, eliminação especial de resíduos	CSB classe III ou fatos de pressão positiva em conjunto com CSB classe II, autoclave duas portas (através da parede), ar filtrado

CSB – Câmaras de segurança biológica.  
BTM – Boas Técnicas de Microbiologia (ver Parte IV deste Manual).

35

## Laboratório NB1 - Características



**Laboratório típico para o Nível 1 de segurança biológica**  
(CUH2A, Princeton, NJ, EUA)

36

## Laboratório NB1 - Características

- ❖ Espaço suficiente para realizar o trabalho em condições de segurança e limpeza.
- ❖ Superfície de trabalho impermeável e resistentes a produtos desinfetantes.
- ❖ Iluminação adequada
- ❖ Locais para comer e beber fora das zonas de trabalho!



37

## Práticas de Microbiologia Padrão – NB1 NR32

- ❖ Reduzir derramamento de aerossóis
- ❖ Uso de jalecos e roupas adequadas
- ❖ Descontaminação diária da superfície de trabalho
- ❖ Descontaminação do Lixo
- ❖ Manter programa de controle de insetos e roedores



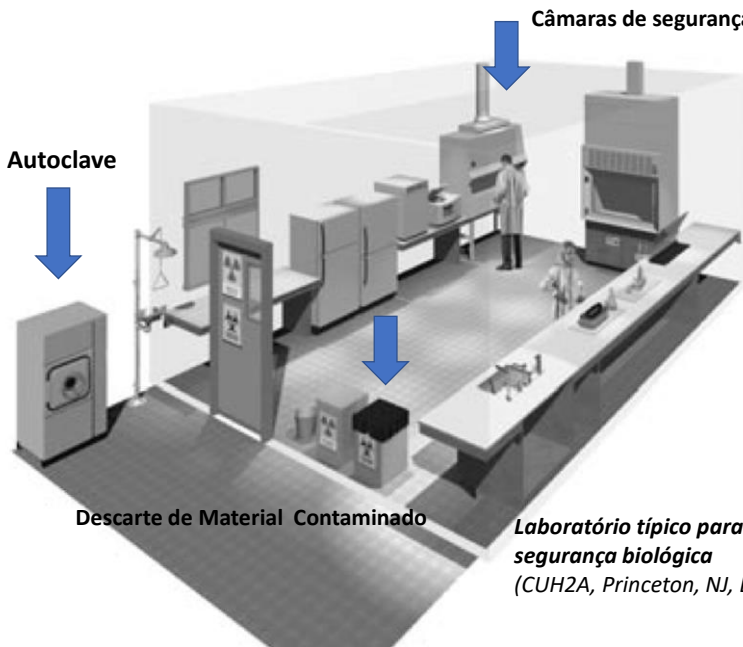
38

## Jaleco não é MODA, é EPI!!



39

## Laboratório NB2 – Características



Identificação de Risco Biológico na entrada



**RISCO BIOLÓGICO**

ORGANISMO: \_\_\_\_\_  
CLASSE DE RISCO: \_\_\_\_\_  
PESQUISADOR RESPONSÁVEL: \_\_\_\_\_  
TELEFONE PARA CONTATO: \_\_\_\_\_

**PROIBIDA A ENTRADA DE PESSOAS  
NÃO AUTORIZADAS**

*Laboratório típico para o Nível 2 de  
segurança biológica  
(CUH2A, Princeton, NJ, EUA)*

40



## Laboratório NB2 – Características

- Manipulação do agente biológico em Cabine de segurança biológica
- Controle de saúde antes de assumir as funções
- Acesso restrito!

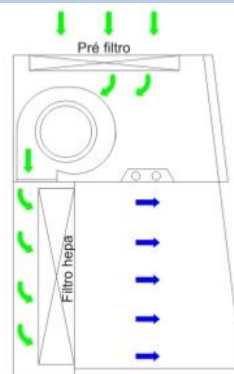


41

## Fluxo Laminar X Cabine de Segurança Biológica

- ❖ Presença de filtro de HEPA- *High Efficiency Particulate Air*:

**Fluxo Laminar:** Proteção da amostra. Manipulação em condição asséptica



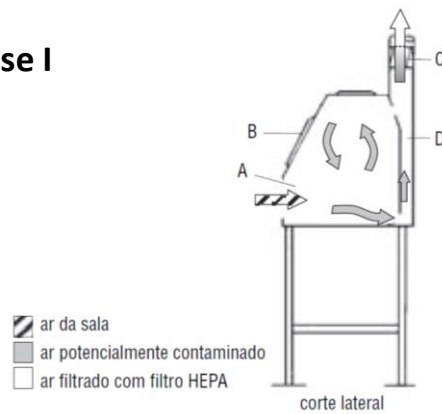
■ Ar filtrado  
■ Ar ambiente

42

## Fluxo Laminar X Cabine de Segurança Biológica

**Cabine de Segurança Biológica:** Preocupação com a proteção do principalmente Manipulador. **EPC!**

### CBS-Classe I



43

## Cabine de Segurança Biológica

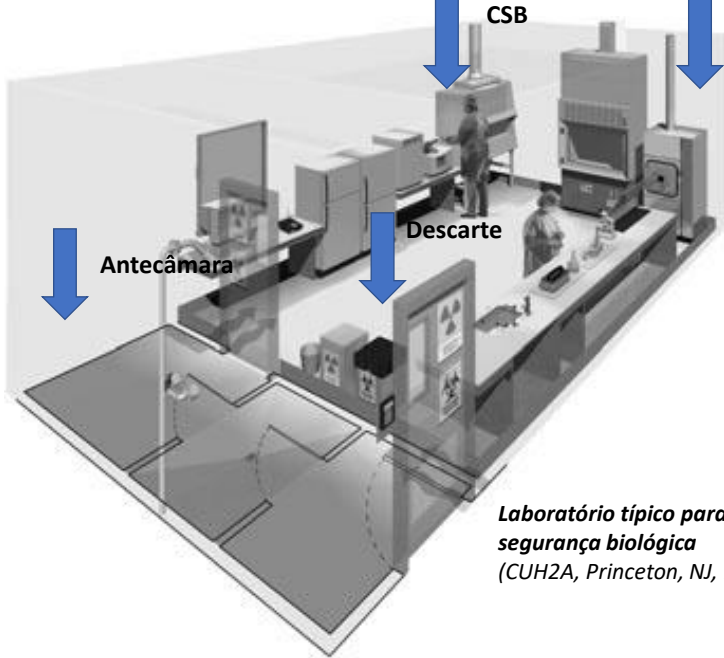
### CBS-Classe II

- Proteção ao Trabalhador e da amostra.
- Presença de 2 Filtros HEPA
- Utilização em Risco em Grupo de Risco 2 , 3



44

## Laboratório NB3 - Características



Identificação de Risco Biológico na entrada



RISCO BIOLÓGICO

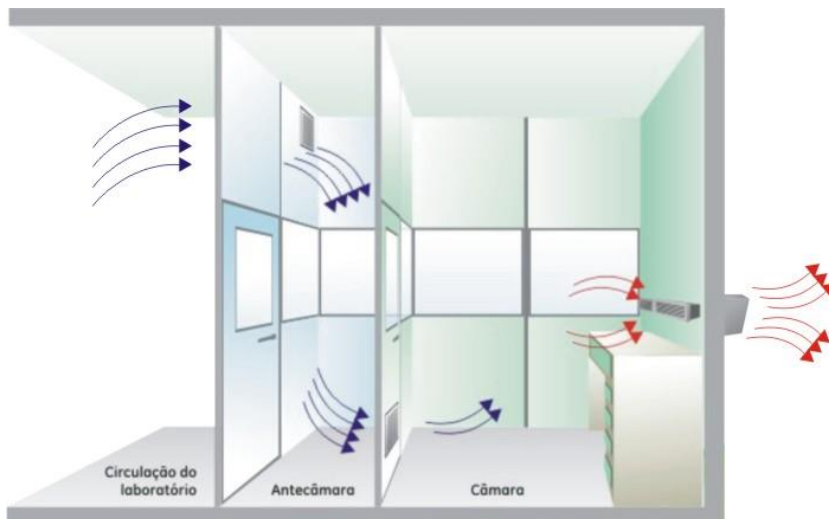
ORGANISMO: \_\_\_\_\_  
 CLASSE DE RISCO: \_\_\_\_\_  
 PESQUISADOR RESPONSÁVEL: \_\_\_\_\_  
 TELEFONE PARA CONTATO: \_\_\_\_\_

**PROIBIDA A ENTRADA DE PESSOAS  
 NÃO AUTORIZADAS**

*Laboratório típico para o Nível 3 de  
 segurança biológica  
 (CUH2A, Princeton, NJ, EUA)*

45

## Ventilação de Ar não recirculante



46

## Laboratório NB3 - Características

- Trocar a roupa por completo ao entrar e ao sair
- Método de comunicação com as pessoas dentro e fora do laboratório
- Capacitação altamente especializada!



47



48

## Laboratório NB4 - Características

- Trajes ventilados com pressão positiva
- Chuveiro para desinfecção química das pessoas que deixam o vestuário
- Instalação laboratorial localizada em uma edificação separada
- Sistema de alarme em caso de falha nos sistema de ar
- Acesso ao laboratório controlado por sistemas automatizados



49



50



## CBS-Classe III

- Barreira física
- Ar filtrado é continuamente insuflado na cabine



51

## Distribuição de Laboratórios Nível 4 no Mundo



52



Sala de Imprensa > Governo > Ouvidoria > Corregedoria > Biblioteca

## MINISTÉRIO DA AGRICULTURA

Ministério    Acesso à Informação    Animal    Vegetal  
 Desenvolvimento Sustentável    Política Agrícola    Internacional    Cooperativismo e Associativismo  
 Câmaras Setoriais e Temáticas    Serviços e Sistemas    Convênios    Legislação

Página Inicial > Sala de Imprensa > Notícias > Notícia Aberta

Notícias

- Galeria Multimídia
- Publicações
- Publicidade
- RSS
- Notas e Declarações
- Artigos Técnicos

**Notícias**

11/08/2014 11:44  
 Certificação

### Lanagro/MG é o primeiro do Brasil com nível de biossegurança máximo




53

❖ Tabela: Relação de custo de construção e manutenção de laboratório

	Construção (US\$)/m <sup>2</sup>	Manutenção (US\$)/m <sup>2</sup>
NB1	3.000,00	800,00
NB2	7.000,00	1.100,00
NB3	12.000,00	1900,00
NB4	25.000,00	3000,00

54