

# **MANUAL DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE**

## **Organizadores:**

- **Armando Pereira do Nascimento Filho** - Professor Titular do Departamento de Química Inorgânica (GQI).
- **Felipe Silva Semaan** - Professor Adjunto do Departamento de Química Analítica (GQA).
- **Saulo Cabral Bourguignon** - Professor Titular do Departamento de Biologia Celular e Molecular (GCM).

## **Bolsistas:**

- Gabriela Barreto Correa.
- Isabela Barreto Correa.

## **Revisão Técnica:**

Nesta primeira versão do MANUAL DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE, não foi feita uma revisão mais acurada do texto, pois, aguardamos comentários e sugestões de nossos parceiros (professores, funcionários e alunos), que no seu cotidiano, encontram problemas que ainda não estão contemplados neste trabalho.

## **Apresentação**

### MANUAL DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE.

Há alguns anos existem na UFF projetos tratando do tema “Gestão de resíduos”. São ações pontuais que atendem a demandas locais e/ou problemas específicos de uma Unidade de Ensino. Em 2015 uma auditoria interna chama a atenção para o problema e o Conselho de Curadores indicam (Memo 003/2015) ao Magnífico Reitor “Editar ato normativo interno abordando todos os aspectos relacionados ao gerenciamento dos resíduos químicos dos laboratórios da UFF, e, para tal, deverá ser instituída Comissão que monitore a implementação dos procedimentos estabelecidos na norma interna em todos os laboratórios da UFF, ...”

A Portaria número 55.835 de 10 de março de 2016, constitui a Comissão para elaborar o Manual de gerenciamento de resíduos químicos dos laboratórios da Universidade Federal Fluminense. Em 09 de maio de 2016 o processo foi encaminhado ao Presidente indicado na Portaria acima citada. Em 18 de maio de 2016 a Presidência da Comissão foi assumida pelo Professor Armando Pereira do Nascimento Filho, que procurou adaptar informações públicas, disponíveis em mídias eletrônicas e em manuais de Instituições coirmãs, às realidades por ele conhecida dos laboratórios de Ensino e Pesquisa da UFF.

Assim, em outubro de 2016, foi entregue ao Magnífico Reitor, Professor Sidney Luiz de Matos Mello, este Manual, que considerando o dinamismo do tema frente aos impactos e a legislação ambiental pertinente, deverá ser atualizado e expandido com possíveis novas demandas.

# Sumário

<b>Capítulo I - Segurança no Laboratório</b> .....	<b>12</b>
1.1 Normas Gerais.....	12
1.2 Procedimento de isolamento e evacuação de pessoas em caso de acidentes nos laboratórios.....	14
1.3 Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos - FISQ .....	17
1.4 Noções de toxicologia.....	19
1.4.1 Principais meios de penetração de substâncias no organismo .....	19
1.4.2 Conceito e classificação dos gases e vapores tóxicos.....	20
1.4.3 Efeitos que uma substância pode causar ao organismo .....	23
1.5 Equipamentos de Proteção Individual - EPI .....	24
1.5.1 Jalecos .....	24
1.5.2 Proteção ocular e facial .....	25
1.5.3 Luvas .....	26
1.5.4 Equipamentos de proteção respiratória .....	29
1.6 Equipamentos de Proteção Coletiva - EPC .....	34
1.6.1 Extintores de Incêndio .....	34
1.6.2 Capela de exaustão.....	37
1.6.3 Chuveiro de emergência e lava olhos.....	38
1.6.4 Cabine de Segurança Biológica.....	39
1.6.5 Autoclave.....	41
<b>Capítulo II – Resíduos Comuns, Radioativos, Biológicos e Perfuro-cortantes</b> .....	<b>43</b>
2.1 Classificação geral .....	43
2.2 Resíduos Radioativos.....	44
2.2.1 Segregação.....	44
2.2.2 Acondicionamento.....	44
2.2.3 Armazenamento de resíduos sólidos.....	45
2.2.4 Armazenamento de resíduos líquidos .....	46
2.2.5 Descarte.....	47
2.3 Resíduos Biológicos (incluindo perfuro-cortantes) .....	48
2.3.1 Classificação .....	48
2.3.2 Acondicionamento .....	49
2.3.3 Manuseio .....	50
2.3.4 Armazenamento interno .....	50
2.3.5 Armazenamento de animais .....	51
2.3.6 Armazenamento externo.....	51
2.3.7 Pré-tratamento e destinação final .....	52
2.4 Resíduos Comuns.....	54
<b>Capítulo III – Resíduos Químicos</b> .....	<b>55</b>
3.1 Resíduos que podem ser descartados diretamente na pia ou no lixo .....	55
3.2 Resíduos não-caracterizados .....	56
3.3 Segregação.....	60
3.4 Algumas orientações para segregar corretamente os resíduos .....	61
3.4.1 Solventes orgânicos e soluções de compostos orgânicos .....	61
3.4.2 Resíduos sólidos de orgânicos perigosos.....	62
3.4.3 Resíduos aquosos com metais pesados.....	62

3.4.4 Outros.....	63
3.5 Selecionando o recipiente .....	63
3.6 Rotulagem.....	64
3.7 Tratamento e descarte de resíduos no laboratório gerador .....	66
3.7.1 Ácidos e bases (sem metais pesados) .....	66
3.7.2 Metais pesados e seus sais.....	67
3.7.3 Cianetos .....	68
3.7.4 Acetonitrila( pura ou com água, ou com outros solventes não halogenados) .....	69
3.7.5 Agentes oxidantes .....	69
3.7.6 Sulfetos inorgânicos .....	69
3.7.7 Metais finamente divididos (Al, Co, Fe, Mg, Mn, Ni, Pd, Pt, Ti, Sn, Zn, Zr, e suas ligas)	
.....	69
3.7.8 Resíduos com substâncias hidrolizáveis ( tais como TiCl <sub>4</sub> , SnCl <sub>4</sub> , AlCl <sub>3</sub> , ZrCl <sub>4</sub> ) .....	70
3.7.9 Halletos e halletos ácidos de não-metais (BCl <sub>3</sub> , PCl <sub>3</sub> , SiCl <sub>4</sub> , SOCl <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> , PCl <sub>5</sub> ) .....	70
3.7.10 Brometo de etídio .....	70
3.7.11 Compostos formadores de peróxidos .....	71
3.7.12 Ácido oxálico, oxalato de sódio e cloreto de oxalila .....	72
3.7.13 Dimetilsulfato e dietilsulfato .....	72
3.7.14 Azida de sódio( azoteto de sódio) .....	72
3.7.15 Compostos de bário.....	73
3.7.15 Compostos de arsênio.....	73
3.7.17 Peróxido de hidrogênio.....	73
3.7.18 Sódio metálico .....	74
3.7.19 Solução de formaldeído (formol) .....	74
3.7.20 Aminas aromáticas .....	74
3.7.21 Cloro.....	74
3.7.22 Ácido pícrico .....	74
3.7.23 Triaminofenol.....	75
3.7.24 Glutaraldeído.....	75
3.7.25 Acrilamida.....	75
3.7.26 Fenol .....	75
3.8 Armazenamento .....	76
<b>Capítulo IV – Referências – .....</b>	<b>78</b>
<b>Anexo 1 – Lista de Produtos Químicos incompatíveis.....</b>	<b>79</b>
<b>Anexo 2 – Lista de algumas substâncias químicas corrosivas .....</b>	<b>81</b>
<b>Anexo 3 – Lista de algumas substâncias perióxidáveis.....</b>	<b>82</b>
<b>Anexo 4 – CLASSIFICAÇÃO DOS AGENTES QUÍMICOS SEGUNDO SEUS GRAUS DE RISCO</b>	
<b>– BIOSSEGURANÇA. ....</b>	<b>85</b>
<b>Anexo 5– RESOLUÇÃO CONAMA N° 20, de 18 de junho de 1986.....</b>	<b>89</b>
<b>Anexo 6 – RESOLUÇÃO CONAMA N° 430, de 13 de maio de 2011 .....</b>	<b>105</b>

## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> - Protetor facial, óculos de proteção contra vapores e contra radiação, respectivamente. ....	<b>26</b>
<b>Figura 2</b> - Luva de borracha butílica, à esquerda, e de vinil, à direita .....	<b>28</b>
<b>Figura 3</b> - Luva de neoprene, à esquerda, e de nitrila, à direita .....	<b>28</b>
<b>Figura 4</b> – Luva de Látex Natural.....	<b>28</b>
<b>Figura 5</b> - EPR purificador de ar com peça semifacial filtrante (PFF) sem válvula de exalação com formato dobrável. ....	<b>30</b>
<b>Figura 6</b> - Peça semifacial filtrante (PFF) sem válvula de exalação com formato de concha. ....	<b>30</b>
<b>Figura 7</b> - Peça semifacial filtrante (PFF) sem válvula de exalação com formato bico de pato ...	<b>31</b>
<b>Figura 8</b> - EPR purificador de ar com peça semifacial e filtros substituíveis de classes P2 ou P3 aos pares. ....	<b>31</b>
<b>Figura 9</b> - EPR purificador de ar com peça semifacial filtrante (PFF) com válvula de exalação. ...	<b>31</b>
<b>Figura 10</b> - EPR purificador de ar com peça facial inteira e filtros substituíveis de classes P2 ou P3 .....	<b>32</b>
<b>Figura 11</b> - Equipamentos de Adução de ar. ....	<b>32</b>
<b>Figura 12</b> - EPR purificador de ar motorizado com cobertura das vias respiratórias tipo “peça facial inteira” filtros motor peça facial inteira traquéia bateria .....	<b>33</b>
<b>Figura 13</b> - EPR purificador de ar motorizado com cobertura das vias respiratórias tipo “touca” com anteparo tipo protetor facial .....	<b>33</b>
<b>Figura 14</b> - EPR purificador de ar motorizado com cobertura das vias respiratórias tipo “capuz”. ...	<b>34</b>
<b>Figura 15</b> - Capela de exaustão.....	<b>38</b>
<b>Figura 16</b> - Chuveiro de emergência e lava olhos.....	<b>39</b>
<b>Figura 17</b> - Rótulo para resíduos radioativos .....	<b>45</b>
<b>Figura 18</b> - Alguns compostos que podem ser descartados diretamente na pia .....	<b>56</b>
<b>Figura 19</b> – Solubilização de amostras.....	<b>58</b>
<b>Figura 20</b> - Ensaio para determinação de caráter redox .....	<b>59</b>
<b>Figura 21</b> - Natureza dos resíduos a partir do pH do meio.....	<b>60</b>
<b>Figura 22</b> - Diagrama de Hommel.....	<b>65</b>
<b>Figura 23</b> – Numeração para o diagrama de Hommel .....	<b>65</b>
<b>Figura 24</b> - Exemplo de rótulo .....	<b>66</b>

## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1</b> - Concentrações e tempo de exposição para classes típicas de microorganismos.....	<b>13</b>
<b>Tabela 2</b> - Referencial de resistência química a diferentes tipos de material. ....	<b>26</b>
<b>Tabela 3</b> - Referencial de resistência química ao látex e misturas. ....	<b>27</b>
<b>Tabela 4</b> - Classes de incêndio X Tipos de extintores.....	<b>36</b>
<b>Tabela 5</b> - Distribuição dos extintores de incêndio. ....	<b>37</b>
<b>Tabela 6</b> - Classificação geral de resíduos .....	<b>43</b>
<b>Tabela 7</b> - Radionuclídeo e seus respectivos tipos de emissão e tempos de meia-vida .....	<b>46</b>
<b>Tabela 8</b> - Limite para descarte de resíduos radioativos. ....	<b>47</b>
<b>Tabela 9</b> - Resíduos biológicos: pré-tratamento e destinação final. ....	<b>53</b>
<b>Tabela 10</b> – Intervalo de pH para precipitação de cátions na forma de hidróxidos.....	<b>62</b>

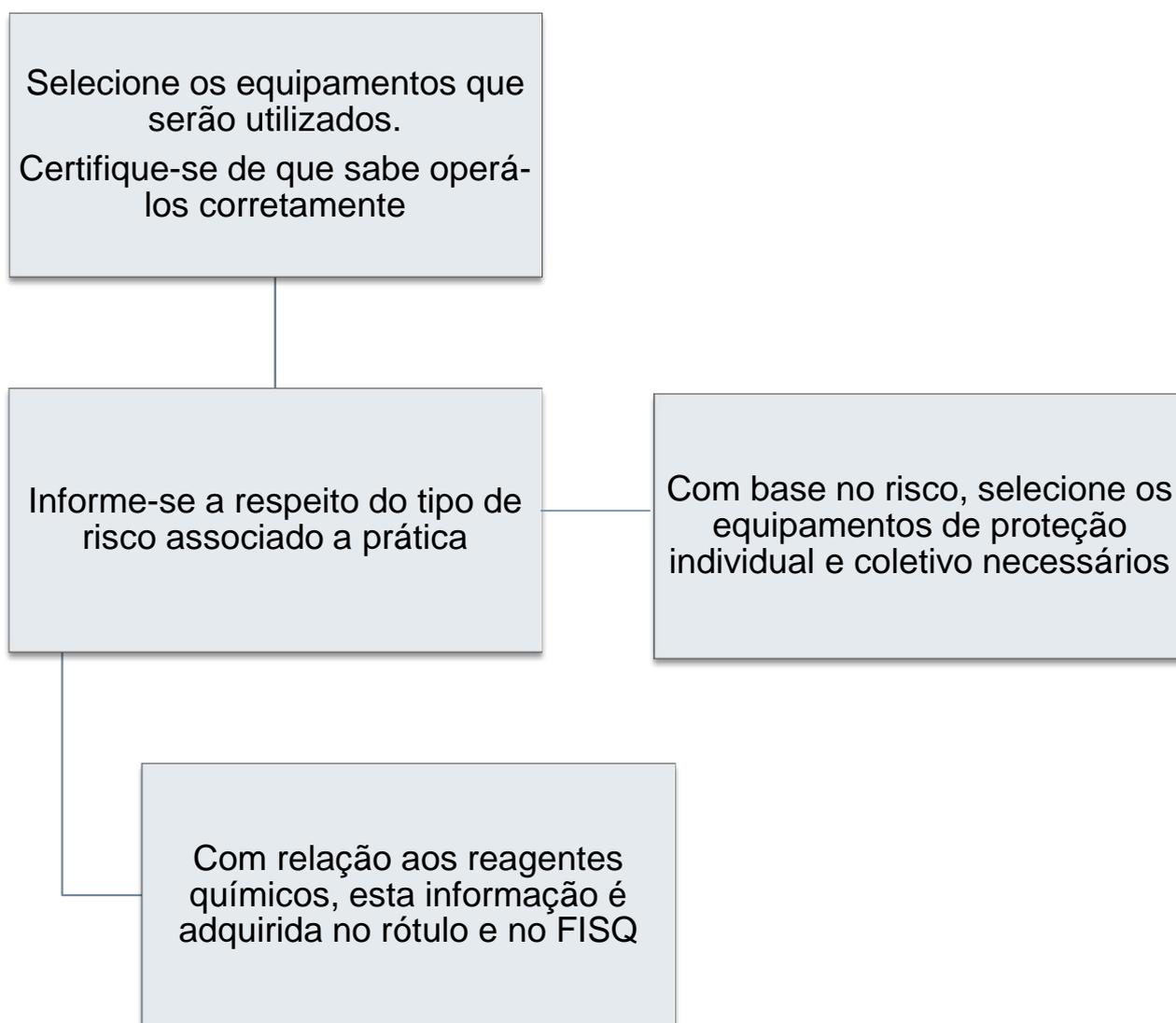
## Abreviaturas e Siglas

- EPI – Equipamento de Proteção Individual
- 
- FISQ – Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos
- 
- MTE – Ministério do Trabalho e Emprego
- 
- EPR – Equipamento de proteção respiratória
- 
- ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária
- 
- PFF – Peças Faciais Filtrantes
- 
- EPC – Equipamento de Proteção Coletiva
- 
- HEPA – *High Efficiency Particulate Arrestance*
- 
- NBR – Norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas
- 
- CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear
- 
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- 
- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
- 
- Bq (Becquerel) – Unidade de medida no Sistema Internacional (SI) para radioatividade. Definido como sendo a quantidade de material no qual um núcleo decai por segundo.
- 
- MSDS – *Material Safety Data Sheet*

---

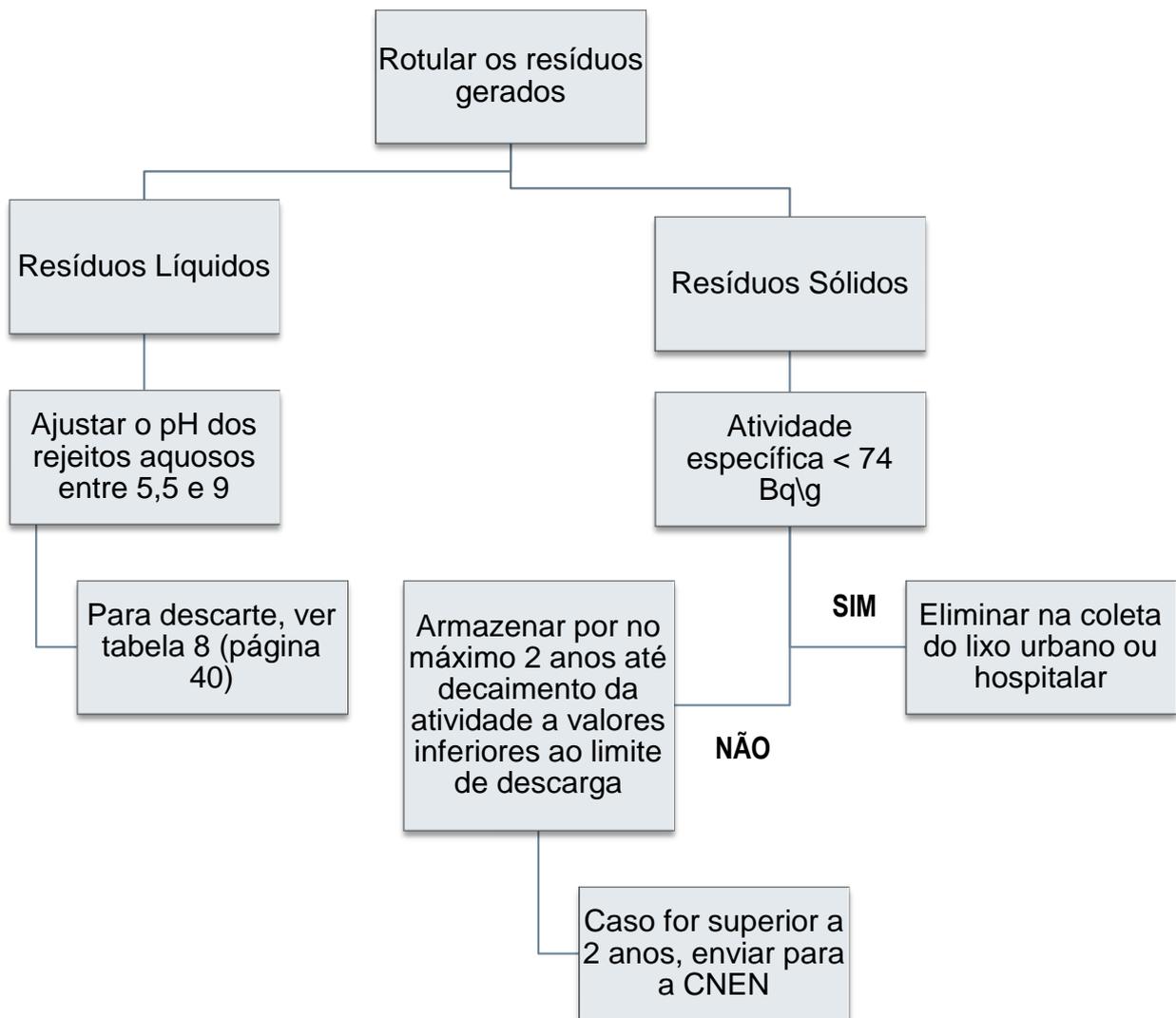
## ANTES DE ENTRAR NO LABORATÓRIO (Cap. 1)

---

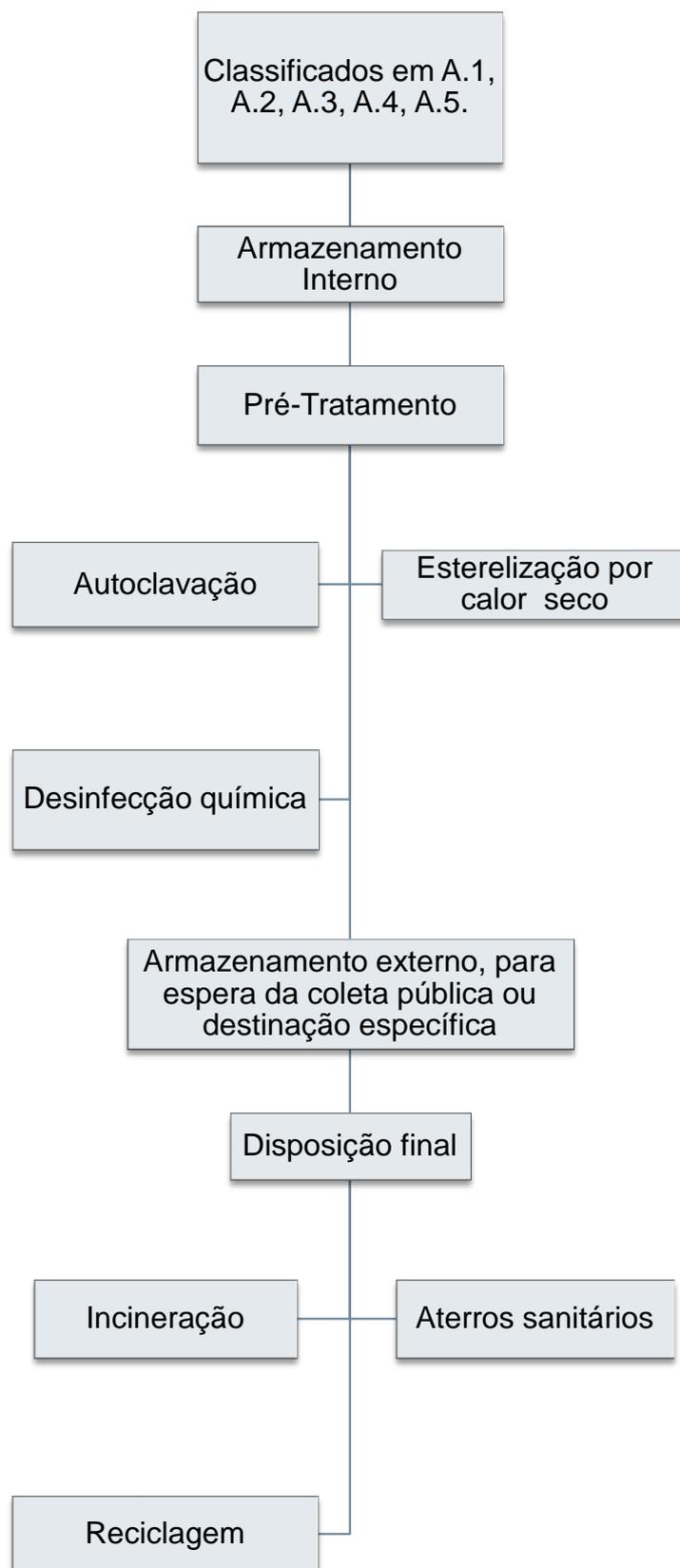


## APÓS A ATIVIDADE PRÁTICA

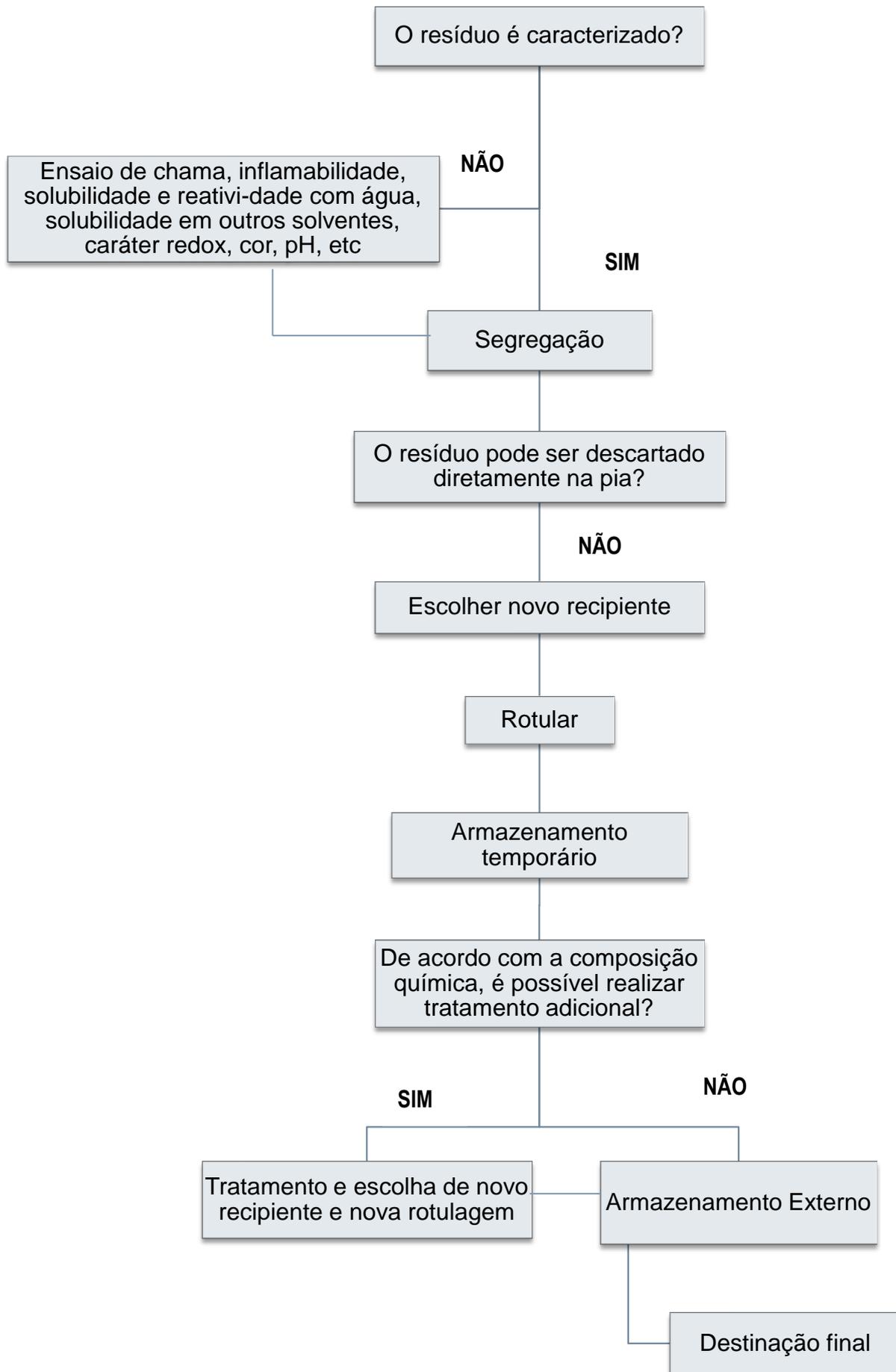
### REJEITOS RADIOATIVOS (Págs. 38 à 42)



**REJEITOS BIOLÓGICOS E PERFURO-CORTANTES (Págs. 42 à 49)**



# REJEITOS QUÍMICOS ( Páginas 51 à 74)



---

# CAPÍTULO I

## SEGURANÇA NO LABORATÓRIO

---

### 1.1 NORMAS GERAIS

Dentre as normas gerais para trabalho em laboratório cita-se:

- Lavar as mãos ao entrar, de modo a evitar a contaminação das amostras a serem manipuladas, assim como após a manipulação de tais amostras e ao deixar o laboratório, evitando a contaminação de outros ambientes.
- Utilizar equipamento de proteção individual (EPI) adequado à classe de risco trabalhada, para que, em caso de acidentes, os danos pessoais sejam minimizados ou, até mesmo, inexistentes.
- Não utilizar os EPIs em áreas externas ao laboratório (refeitório, auditório, etc), já que estes estão contaminados com substâncias químicas e/ou agentes biológicos manipulados anteriormente.
- Ao usar luvas, não manusear maçanetas, telefones, puxadores de armários, interruptores ou outros objetos e equipamentos de uso comum.
- Os agentes infecciosos são transmitidos por via oral, principalmente quando microorganismos patogênicos são isolados em culturas puras e atingem populações elevadas. Esta é uma das razões pelas quais não se deve comer, beber, mascar chicletes, levar a mão ou objetos como caneta ou lápis à boca, além de fumar no laboratório. Também não se deve pipetar com a boca, mas sempre utilizar dispositivos auxiliares, tais como peras de borracha e pipetadores automáticos.
- Não aplicar cosméticos e perfumes. A maquiagem é formada por partículas que, ao se desprenderem da pele, podem se depositar em recipientes como erlenmeyers, tubos de ensaio e placas de petri contendo meios de cultura ou soluções. Como consequência, podem surgir alterações e contaminação em alguns experimentos. Já os perfumes podem ser poluentes ambientais em laboratórios que realizam análises de polpa de frutas, essências e aromas.
- Não usar adornos (anéis, pulseiras, relógios, etc), visto que, em alguns laboratórios, são manipulados produtos que exalam vapores corrosivos. Estes, ao entrarem em contato com metais, podem danificá-los e, conseqüentemente, causar danos físicos ao usuário, como queimaduras na pele. Pulseiras e colares também podem esbarrar em vidrarias e bancadas ocasionalmente, causando acidentes.
- Não utilizar lentes de contato, pois vapores corrosivos podem ficar retidos entre a lente e a córnea. Já se caso algum líquido entre em contato com os olhos, o lava-olhos não será eficiente.
- Não utilizar aparelhos sonoros mesmo que com fone de ouvido.

- Manter os cabelos presos com elásticos ou protegidos por toucas. Cabelos soltos e/ou compridos podem esbarrar em bancadas e/ou vidrarias, apresentando risco de acidente e contaminação. Em áreas de controle biológico, como laboratórios de cultura de tecidos, biologia molecular, recursos genéticos e fitopatologia, o uso da touca/gorro é obrigatório para que, em caso de desprendimento do cabelo, este permaneça protegido.
- Proteger qualquer tipo de ferimento exposto.
- Trabalhar sempre de maneira ordenada, tranquila e metódica, de modo a evitar movimentos rápidos desnecessários.
- Evitar conversas desnecessárias durante o trabalho.
- Não fazer uso de lenços pessoais, aventais ou jalecos para limpar as mãos, objetos ou instrumentos de trabalho.
- As vidrarias quebradas não devem ser manipuladas diretamente com a mão, devendo ser removidas por meios mecânicos, como, por exemplo, pinças, e descartadas em recipientes próprios.
- Não utilizar sapatos abertos ou sandálias.
- Deve-se conhecer as propriedades físicas, químicas e toxicológicas das substâncias com que se vai lidar.
- Nunca deixar frascos contendo solventes inflamáveis (éter, acetona, álcool) próximos a uma chama, e não aquecer líquidos inflamáveis em chama direta, sendo aconselhável aquece-los em banho-maria.
- Durante o preparo de soluções aquosas diluídas de um ácido, colocar o ácido concentrado lentamente na água e nunca o contrário, pois isto pode causar projeções.
- Minimizar as exposições. Um exemplo seria evitar respingos e formação de aerossóis desnecessários, seja por agitação violenta seja pela abertura de centrifugas ainda em movimento. Em caso de derramamentos, desinfetar a área atingida.
- Manusear materiais perfuro-cortantes com precaução. As agulhas não devem ser recapadas, quebradas, reutilizadas, entortadas ou removidas das seringas. Deve-se sempre descartar em recipiente próprio.
- Os materiais contaminados devem ser descontaminados antes de serem descartados em saco de lixo infectante. Isso é feito por calor ou através da autoclavagem a 121°C de 30 até 60 minutos ou por métodos químicos. Ambas as metodologias precisam ser validadas. A descontaminação química de materiais e superfícies deve ser realizada de acordo com a tabela 1.

**Tabela 1:** Concentrações e tempo de exposição para classes típicas de microorganismos.

<b>Germicida</b>	<b>Bactérias Vegetativas</b>	<b>Esporos</b>	<b>Fungos</b>	<b>Vírus</b>
Glutaraldeído	2% 30 min	2% 3h	2% 30 min	2% 30 min
Formaldeído	4%(v/v) 30 min	8%(v/v) 18 h	4%(v/v) 30 min	4%(v/v) 30 min
Fenóis sintéticos	Conforme orientações do fabricante	NR	Conforme orientações do fabricante	NR
% de cloro ativo	1% (10000 ppm) 10 min	1%(10000 ppm) 30 min	1% (10000 ppm) 10 min	1%(10000 ppm) 10 min
Compostos quaternários de amônio	Conforme orientações do fabricante	NR	NR	NR
Formaldeído em estado gasoso	0,3g\m UR de 80%	0,3g\m <sup>3</sup> UR de 80%	0,3g\m <sup>3</sup> UR de 80%	0,3g\m UR de 80%

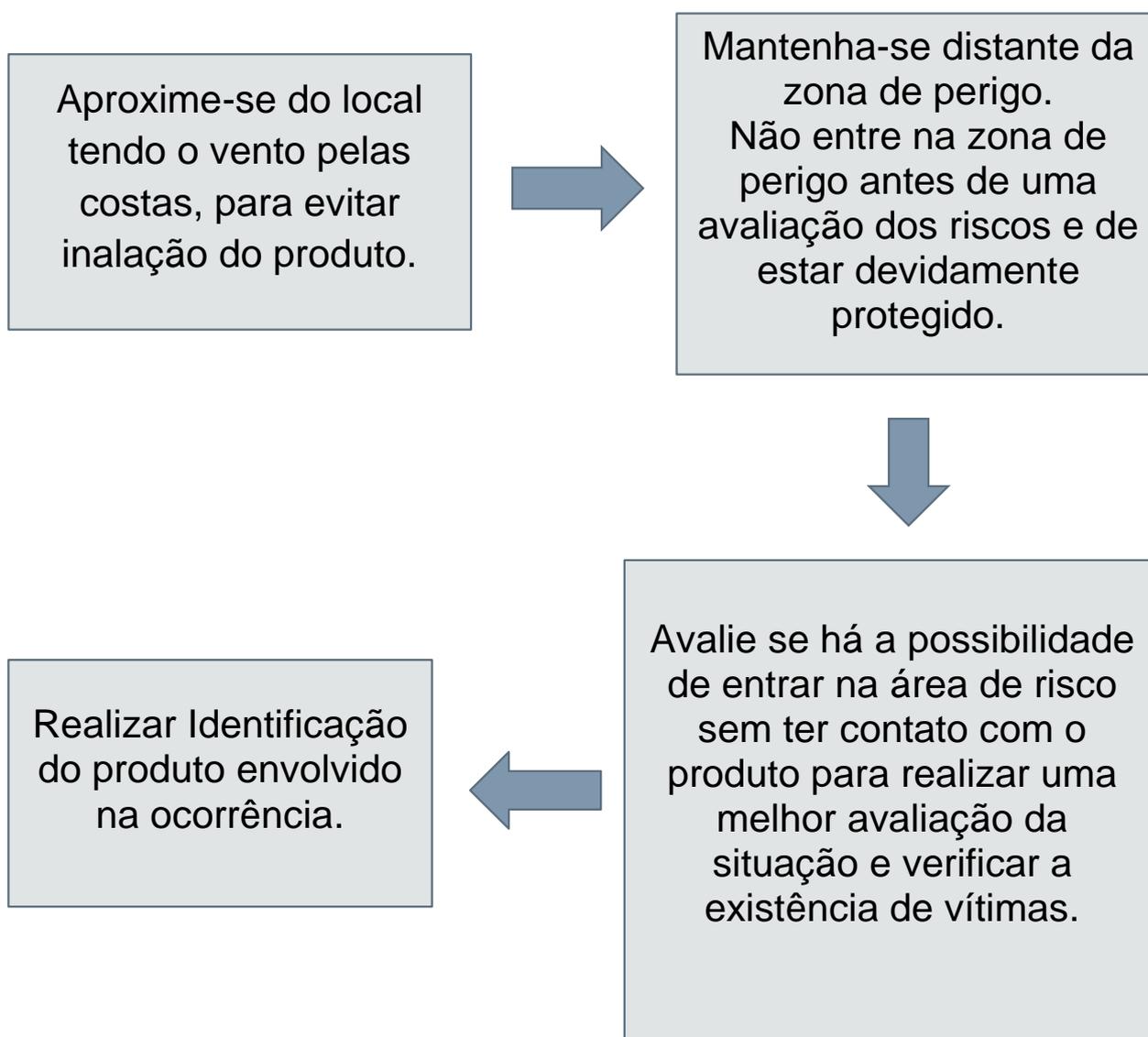
	4 h	4 h	4h	4h
Gás de dióxido de cloro	10 mg\L 2h	10 mg\L 2h	10 mg\L 2h	10 mg\L 2h

UR-Unidade Relativa NR-Não recomendado

Fonte: MARTINS et al, 2006.

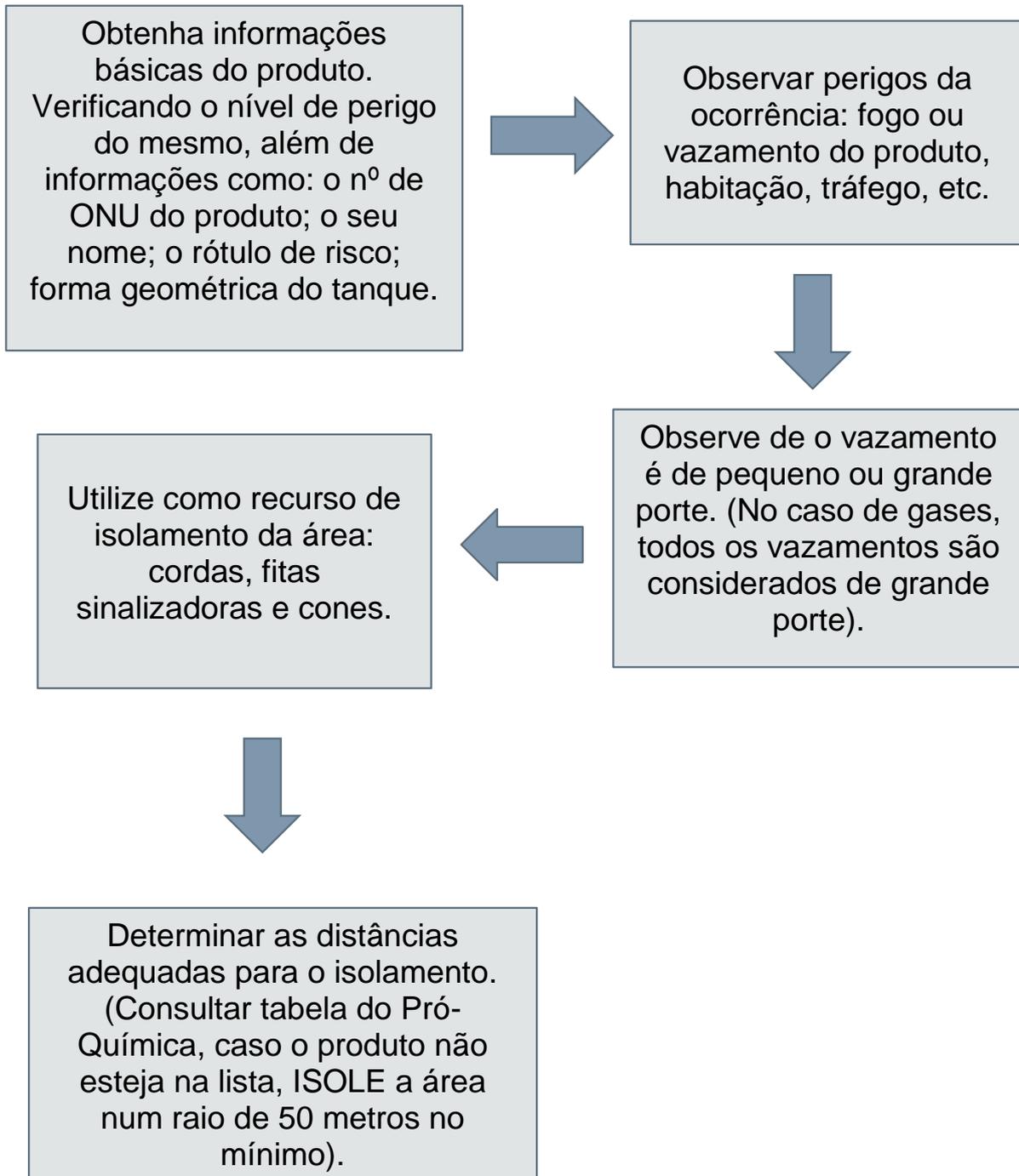
## 1.2 PROCEDIMENTO DE ISOLAMENTO E EVACUAÇÃO DE PESSOAS EM CASO DE ACIDENTES NOS LABORATÓRIOS

Ao chegar no local:



Isolamento da área:

Sem entrar na zona de perigo, providencie o isolamento (sinalização) do local, para impedir a aproximação de pessoas. Este isolamento deverá ser realizado da seguinte forma:



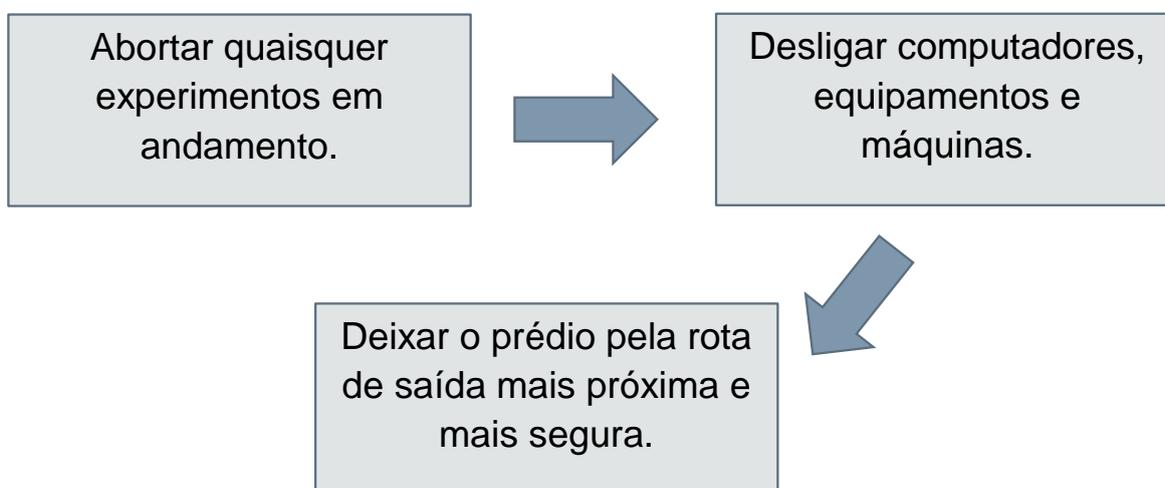
OBS: Tomadas as primeiras providências de sinalização e isolamento da área, é necessária identificação do problema a ser resolvido por um técnico devidamente capacitado, uma vez que erros de avaliação podem agravar a situação.

### Evacuação de Pessoas:

A necessidade ou não de evacuação de pessoas irá depender de algumas variáveis como:

- Risco apresentado pelo produto envolvido
- Quantidade do produto vazado
- Características físico-químicas do produto (densidade, taxa de expansão, etc.)

No processo de evacuação:



- Não usar elevadores como rota para evacuação.
- Todas as portas devem ser fechadas (mas não bloqueadas) ao sair.
- Não retornar ao local de acidente para recolher pertences pessoais.

OBS:

- Somente adentre zonas de perigo utilizando vestimentas de proteção apropriada.
- Não caminhe, nem toque no produto derramado.
- Evite inalar gases, vapores, poeiras e fumaças do produto resultantes de fogo, mesmo que o produto seja considerado menos perigoso.
- Não se oriente pelo odor dos produtos. Não supor que produtos sem odor são inofensivos.
- Considere perigo intrínseco do produto (tóxico, inflamável, etc.) e perigos decorrentes de fogo, contato do produto com água, entrada de gases e produtos em locais fechados.
- Manuseie ferramentas e embalagens vazias com precaução. As impurezas destas podem reagir com o produto e causar danos.

### 1.3 FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS – FISQ

Uma maneira de se ter disponível informações importantes e necessárias para aqueles que trabalham com produtos químicos é a elaboração da Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos. Nelas são contempladas as informações referentes aos riscos de manipulação, transporte e estocagem, além de medidas de primeiros socorros em caso de acidentes. Foi elaborada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) conforme NBR 14.725 e visa fornecer informações sobre os produtos químicos quanto à proteção, segurança, saúde e meio ambiente. Internacionalmente essa ficha é conhecida como Material Safety Data Sheet- MSDS. Uma ficha de dados sobre produtos químicos é projetada para fornecer aos trabalhadores e pessoal responsável pela segurança os procedimentos apropriados para o desenvolvimento de trabalhos seguros com determinado produto. O conjunto de informações disponíveis nesse documento contempla, por exemplo: toxicidade, efeitos sobre a saúde, medidas de primeiros socorros, reatividade do produto, equipamentos de proteção individual e outros. Outras informações são úteis para brigada de incêndio, técnicos de segurança, pessoal do serviço de emergência e médicos do trabalho.

#### Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico – FISPQ

PRODUTO: .....

DATA: ...../...../..... N° FISPQ: ..... Versão: ..... Obs: .....

##### 1 ) Identificador do Produto e da Empresa

Nome do produto:

##### **Fornecedor**

Nome:

Endereço:

Telefone:

Fax:

##### 2 ) Composição e informação sobre os ingredientes

Nome químico comum:

Fórmula química:

Sinônimos:

Registro CAS:

##### 3) Identificação de perigos

Efeitos nocivos à saúde:

Efeitos locais:

Principais sintomas:

##### **Perigos físicos e químicos**

Incêndio e explosão:

Outros:

##### **Perigos específicos:**

##### 4 ) Medidas de primeiros socorros

Inalação:

Contato com a pele:

Contato com os olhos:

Ingestão:

Instruções para o médico:

Proteção dos brigadistas:

Contato de emergência:

### **5 ) Medidas de Combate a Incêndio**

#### **Meios de extinção**

- Apropriados:

#### **Perigos específicos:**

#### **Métodos particulares de intervenção:**

#### **Proteção aos combatentes:**

### **7) Manuseio e Armazenamento**

#### **MANUSEIO**

#### **Procedimentos técnicos:**

#### **Precauções:**

#### **Conselho de utilização:**

#### **ARMAZENAMENTO**

#### **Procedimentos técnicos:**

#### **Condições de armazenamento**

-Recomendações:

#### **Materiais incompatíveis:**

#### **Materiais de embalagem**

-Recomendações:

### **9) Propriedades Físico-Químicas**

#### **Aspecto**

-Estado físico:

-Forma:

**Cor:**

**Odor:**

**pH:**

#### **Temperaturas características**

-Ponto de fusão:

-Ebulição:

### **6 ) Medidas de Controle para Derramamento ou Vazamento**

#### **Precauções individuais**

-Precauções mínimas:

-Meio de proteção:

#### **Precauções com o Meio Ambiente:**

#### **Métodos de limpeza**

-Recuperação:

-Limpeza:

### **8) Controle de Exposição e Proteção Individual**

#### **Medidas de ordem técnica:**

#### **Parâmetros de controle**

-Valor limite ( Brasil, Portaria MTb 3214\78, NR15:

-Valores limites (EUA, ACGIH):

#### **Equipamento de Proteção Individual**

-Proteção respiratória:

-Proteção das mãos:

-Proteção dos olhos:

-Proteção da pele e do corpo:

-Meios coletivos de urgência

#### **Medidas de higiene:**

#### **Características de inflamabilidade**

-Ponto de fulgor:

-Temperatura de auto-inflamabilidade:

#### **Densidade:**

**Densidade relativa (água = 1):**

#### **Solubilidade**

-Na água:

-Em solventes orgânicos:

#### **Nota:**

### **10) Estabilidade e Reatividade**

**Estabilidade:**

**Reações perigosas**

-Condições a evitar

-Materiais a evitar:

**Produtos perigosos de decomposição:**

### **12) Informações Ecológicas**

**Degradabilidade**

Biodegradabilidade:

### **13) Considerações sobre tratamento e**

**Disposição**

**Produto e Resíduos**

Destruição\ Eliminação:

**Embalagens usadas**

Destruição\ Eliminação:

**NOTA:**

### **11) Informações Toxicológicas**

**Toxicidade aguda**

-Inalação:

-Ingestão:

**Sintomas agudos:**

**Efeitos locais**

-Inalação:

-Contato com a pele:

-Contato com os olhos:

### **14) Informações sobre Transporte**

**Regulamentações nacionais**

Vias terrestres ( Resolução 420\204)

**Regulamentações internacionais**

Férrea\rodoviária( RID\ADR):

Via aérea ( OAT\IATA-DGR):

**NOTA:**

### **15) Regulamentações**

**Etiquetagem**

### **16) Outras informações**

**NOTA:** A FISPQ é um documento público que deverá ser imediatamente atualizado em razão de qualquer alteração da legislação que seja aplicável ao produto químico que ela representa ou de mudança de formulação do mesmo.

## **1.4 NOÇÕES DE TÓXICOLOGIA**

### **1.4.1 Principais meios de penetração das substâncias químicas no organismo**

Inalação: Maior grau de risco devido à rapidez com que as substâncias químicas são absorvidas pelos pulmões.

A inalação é a principal via de intoxicação no ambiente de trabalho, daí a importância que deve ser dada aos sistemas de ventilação. A superfície dos alvéolos pulmonares

representa, no homem adulto, uma área de 80 a 90 m<sup>2</sup>. Esta grande superfície facilita a absorção de gases e vapores, os quais podem passar ao sangue, para serem distribuídos a outras regiões do organismo. Sendo o consumo de ar de um homem adulto normal de 10 a 20 kg/dia, dependendo do esforço físico realizado, é fácil chegar à conclusão que mais de 90% das intoxicações generalizadas tenham esta origem.

**Absorção:** Contato das substâncias químicas com a pele.

A absorção é extremamente crítica quando se lida com produtos lipossolúveis, que são absorvidos através da pele. A acrilamida pode ser absorvida pela pele, mesmo em soluções aquosas. Quando uma substância química entra em contato com a pele, podem acontecer as seguintes situações:

- A pele e a gordura protetora podem atuar como uma barreira protetora efetiva.
- O agente pode agir na superfície da pele, provocando uma irritação primária.
- A substância pode combinar com as proteínas da pele e provocar uma sensibilização.
- A substância pode penetrar através da pele produzindo uma ação generalizada.

**Ingestão:** (Via de regra, acontece por descumprimento de normas de higiene e segurança.)

Representa uma via secundária de ingresso de substâncias químicas no organismo. Isto pode acontecer de forma acidental.

#### **1.4.2 Conceito e Classificação dos Gases e Vapores Tóxicos**

##### **Irritantes**

O termo gases e vapores irritantes englobam um grande número de substâncias químicas cuja característica comum é a ação tóxica que resulta num processo inflamatório das superfícies tissulares com as quais elas entram em contato. Geralmente afetam o trato respiratório, a pele e os olhos.

- Irritantes Primários:

Quando exercem apenas ação local. Estas substâncias atuam sobre a membrana mucosa do aparelho respiratório e sobre os olhos, levando à inflamação, hiperemia (avermelhamento), desidratação, destruição da parede celular, necrose (destruição) e ao edema (inchaço).

Dentro do aparelho respiratório, o local da ação dos irritantes primários dependerá da solubilidade dos mesmos em água. Os mais solúveis são absorvidos pelas vias aéreas superiores, dissolvendo-se na água presente nas mucosas, causando irritação. Os menos solúveis serão pouco absorvidos pelas vias aéreas superiores, alcançando o tecido pulmonar, onde produzem seu efeito.

Na exposição imediata ou aguda, estes agentes provocam nas vias aéreas superiores: rinite, faringite, laringite, com quadro clínico de dor, coriza, espirros, tosse e irritação. Nas vias aéreas inferiores, eles provocam: bronquite, broncopneumonia e edema pulmonar, com quadro clínico de tosse e dispnéia (dificuldade para respirar).

Na exposição prolongada a baixas concentrações, os gases e vapores irritantes provocam: bronquite crônica, conjuntivite, blefaro conjuntivite, pterígio e queratite.

A intensidade da irritação dessas substâncias depende de vários fatores:

1. Concentração da substância no ar e da duração da exposição
2. Propriedades químicas: por exemplo, a solubilidade em água.
3. Exposições repetidas: mesmo em baixas concentrações, certos gases irritantes provocam alterações tissulares, bioquímicas e funcionais das vias respiratórias.
4. Fatores anatômicos, fisiológicos e genéticos que podem influenciar o sítio de ação.
5. Interação química: a inalação simultânea de outro agente tóxico em forma de aerossol pode modificar a toxicidade dos gases e vapores irritantes.

Os efeitos irritantes dessas substâncias são atribuídos essencialmente a uma excitação dos receptores neurais na conjuntiva e nas membranas mucosas do sistema respiratório, que desencadeiam processos dolorosos e uma série de reflexos (motor, secretor e vascular) que levam a diminuição na frequência respiratória e cardíaca, diminuição na pressão arterial e ao espasmo da glote, com sensação de sufocamento, tosse e constrição dos brônquios.

Nos pulmões, a lesão ao parênquima provoca pneumonite. O edema pulmonar resulta de uma mudança na permeabilidade dos capilares, liberação de histamina, com consequente broncoconstrição e aumento na pressão dentro dos capilares que levam a uma transudação (passagem) de líquidos serosos para dentro dos alvéolos, impedindo as trocas gasosas.

Exemplos de substâncias químicas com efeitos irritantes primários: ácidos, amônia, cloro, soda cáustica, dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio, etc.

- Irritantes Secundários:

Quando ao lado da ação irritante local há uma ação geral, sistêmica. São substâncias químicas que, além de ocasionarem irritação primária em mucosas de vias respiratórias e conjuntivas, são absorvidas e distribuídas, indo atuar em outros sítios do organismo, como sistema nervoso e sistema respiratório.

Exemplo de substância química com efeito irritante secundário: gás sulfídrico ( $H_2S$ ).

### Asfixiantes

São substâncias químicas que levam o organismo à deficiência ou privação de oxigênio, sem que haja interferência direta na mecânica da respiração. São subdivididas em:

- Asfixiantes Simples

São gases fisiologicamente inertes, cujo perigo está ligado à sua alta concentração, pela redução da pressão parcial de oxigênio. São substâncias químicas que têm a propriedade comum de deslocar o oxigênio do ar e provocar asfixia pela diminuição da concentração do oxigênio no ar inspirado, sem apresentarem outra característica em nível de toxicidade. Algumas dessas substâncias são liquefeitas quando comprimidas.

Exemplos de substâncias químicas com efeitos asfixiantes simples: etano, metano, propano, butano, GLP, acetileno, nitrogênio, hidrogênio, etc.

- Asfixiantes Químicos

São substâncias que produzem asfixia mesmo quando presentes em pequenas concentrações, porque interferem no transporte do oxigênio pelos tecidos. São substâncias que produzem anóxia tissular (baixa oxigenação dos tecidos), quer interferindo no aproveitamento de oxigênio pelas células.

Exemplo de substância química com efeito asfixiante químico: monóxido de carbono (CO).

### Anestésicos

São substâncias capazes de provocar depressão do sistema nervoso central. Estas substâncias deprimem a atividade do sistema nervoso central, interferindo com o sistema neurotransmissor. Em conseqüência, ocorrem perda da consciência, parada respiratória e morte.

Os hidrocarbonetos derivados do petróleo, pela sua alta afinidade pelo sistema nervoso, rico em gordura, possuem esta propriedade.

Farmacologicamente, os hidrocarbonetos acima do etano podem ser agrupados como anestésicos gerais, na extensa classe dos depressores do sistema nervoso central. A saber:

1. Hidrocarbonetos acetilênicos (acetileno, aleno, crotonileno).
2. Hidrocarbonetos lefínicos (do etileno ao heptileno).
3. Etil éter e isopropil éter.
4. Hidrocarbonetos parafínicos (do propano ao decano).
5. Acetonas alifáticas (da acetona à octanona).
6. Álcoois alifáticos (etil, propil, butil e amil).

Esta classificação, acima proposta por Henderson e Haggard, é denominada de Classificação Fisiológica de Contaminantes Aéreos e apresenta algumas restrições, porque em muitos gases e vapores, o tipo de ação fisiológica depende da concentração deles. Assim, um vapor a uma determinada concentração pode exercer seu efeito principal como um anestésico, enquanto que, em baixas concentrações sem efeitos anestésicos, lesiona o sistema nervoso, o sistema hematopoético (formador de células sanguíneas) e outros órgãos.

Contudo, esta classificação é umas das mais aceitas, já que colocar agentes químicos em uma determinada classe é uma tarefa difícil.

### 1.4.3 Efeitos que uma substância pode causar ao organismo

A ação de algumas substâncias químicas no organismo, é função da concentração, em que o tempo de exposição seja importante; outras têm efeito cumulativo (são excretados lenta ou parcialmente) e a sua ação aparece depois que certa quantidade do produto, ou dos produtos, seja absorvida; outras têm efeitos que dependem tanto da concentração como do tempo de exposição. Em alguns casos os efeitos são reversíveis, isto é, desaparecem ao cessar a exposição (às vezes, com afastamento com afastamento prolongado e/ou tratamento médico). Outras vezes os efeitos são irreversíveis.

Em resumo os efeitos tóxicos dependem:

- Da dose
- Da via de penetração
- Da relação dose-efeito
- Do metabolismo
- Do estado de saúde
- Das condições do momento – fadiga, stress
- De outros produtos – sinergia

#### Efeitos mutagênicos

São determinadas moléculas que provocam diretamente sobre o genoma. Estima-se que 80% das substâncias mutagênicas também são carcinogênicas. Como exemplos de produtos mutagênicos podem citar: Azida sádica, hidroxilamina e o brometo de ethidium (BET), este Está sendo o mais usado e o mais perigoso de todos.

#### Efeitos carcinogênicos

São efeitos que favorecem o aparecimento de câncer. Para se conhecer a potencialidade carcinogênica de uma substância, é necessária a experimentação In vivo. Os resultados obtidos com uma espécie animal nem sempre podem ser reproduzidos para a espécie humana. Exemplos de substâncias reconhecidamente cancerígenas para o homem:

- Aflatoxinas, asbesto, benzeno, benzidina, cloreto de vinila, etc.

Outros exemplos de substâncias provavelmente cancerígenas:

- Acrilonitrila, formaldeído, sílica cristalina, brometo de vinilia, etc.

#### Efeitos teratogênicos

São efeitos causados diretamente sobre o feto por via transplacentária, pela exposição a substâncias tóxicas. A teratogênese geralmente ocorre fase inicial do desenvolvimento embrionário (7 a 14 dias). As mulheres grávidas não devem manipular produtos genotóxicos ou teratogênicos durante os primeiros meses de gravidez. Exemplos de substâncias teratogênicas:

- Dimetilmercúrico, cloreto de vinila, sais de lítio, etc.

#### Efeitos organotóxicos

São efeitos que algumas substâncias causam diretamente a determinados órgãos, gerando efeitos neuróticos, hematológicos, hepatotóxicos e sobre o aparelho reprodutor.

#### Efeitos imunotóxicos

São efeitos que algumas substâncias causam diretamente ao sistema imunológico, gerando hipersensibilidade, imunodepressão e processos auto-ímmunes.

### **1.5 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI)**

Conforme a Norma Regulamentadora NR-6 do Ministério do trabalho e emprego (MTE), Equipamento de Proteção Individual (EPI) é todo dispositivo ou produto de uso individual, utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção contra riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde deste no ambiente de trabalho. São exemplos de Equipamentos de Proteção Individual: jalecos, luvas, botas, óculos, protetor facial, protetor auricular e máscaras contra gases e aerossóis. Para a correta utilização do EPI recomenda-se que todo operador seja devidamente treinado para que sua função protetora seja atingida.

Para ser comercializado ou utilizado, todo EPI deve ter Certificado de Aprovação (CA), emitido pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho do MTE, conforme estabelecido na Norma Regulamentadora N° 06 do MTE.

#### **1.5.1 Jalecos**

Em laboratórios, a roupa de proteção indicada é o avental, ou jaleco. Deve ser obrigatório seu uso por todas as pessoas durante a manipulação de material patogênico, animal, estocagem ou outra atividade em que sejam manuseados produtos químicos, na limpeza, esterilização e desinfecção de material contaminado por agente infectante. Devem ser exclusivamente de manga longa, devendo ir até a altura dos joelhos. Sua confecção deve ser adequada ao seu emprego, podendo ser de algodão, de fibra sintética não-inflamável ou ainda descartável. Deve possuir sistema de fechamento que permita sua rápida remoção em caso de emergência, como derrame ou respingo de produtos químicos.

## Cuidados de uso

- Deve estar sempre fechado e nunca devem ser usados com as mangas dobradas.
- Só deve ser usado nas áreas de exposição aos riscos; mesmo em saídas curtas o usuário deve retirá-lo, recolocando-o em seu retorno.
- Não devem ser usados em bibliotecas, refeitórios, administração etc.
- Não deve ser guardado junto com objetos pessoais.
- Deve ser trocado cada vez que estiver sujo ou contaminado.
- Caso seja levado para casa para ser lavado, esse processo deve ocorrer separadamente das demais roupas. Em casos de contaminação microbiológica deve-se primeiramente proceder a sua descontaminação, seguida da lavagem.

### **1.5.2 Proteção ocular e facial**

#### Óculos de proteção

Os óculos são destinados à proteção dos olhos, de modo à conferir uma barreira adequada aos respingos de material infectante, substâncias químicas que possam causar irritação ou algum tipo de lesão. Também têm a finalidade de proteção contra radiações ultravioleta ou infravermelha.

Deve-se assegurar a compatibilidade com a necessidade da utilização concomitantemente com outros EPIs, como máscaras ou respiradores, assim como a não distorção da imagem. A ocorrência deste último fato está associada aos diversos materiais dos quais os óculos podem ser produzidos, sendo que estes devem ser suficientemente transparentes, além de deverem ser resistentes aos produtos que serão manuseados, confortáveis e de fácil conservação.

- ❖ Óculos de proteção contra vapores e gases: Têm a forma de concha, que permite uma perfeita vedação. Não podem ter sistemas de ventilação e são feitos de vinil, borracha ou similar.
- ❖ Óculos de proteção contra radiação: São fabricados com lentes de cristal de vidro óptico revestido ou de policarbonato.
- ❖ Óculos de proteção contra produtos químicos: As lentes devem ser resistentes a produtos químicos e a impactos, e sua escolha deve ser feita em razão do uso. Existem fabricantes que relacionam os tipo de lentes e sua resistência ante diversos solventes, facilitando a escolha.
- ❖ Óculos de proteção contra aerodispersóides: As lentes devem ser inteiriças e constituídas de material resistente a impactos, além de permitir desinfecção.

#### Protetor facial

Deve ser usado para proteger a face e os olhos de possíveis respingos de substância química ou material infectante que possam causar algum tipo de dano. O protetor facial deve ser leve, ter boa resistência mecânica, visor de acrílico incolor, transparente e sem ondulações, deve ser ajustável.

Após o uso, os óculos de segurança e os protetores faciais devem ser desinfetados com desinfetante adequado, que não ataque o a material a qual são feitos e, posteriormente, lavados com água e detergente neutro.

**Figura 1:** Protetor facial, óculos de proteção contra vapores e contra radiação, respectivamente.



Fonte: solutions.3m.com.br

### 1.5.3 Luvas

A luva é um EPI de uso obrigatório, tanto na manipulação de microorganismos patogênicos, animais, material quente ou frio, quanto na coleta de amostra para análise, esterilizações, preparação de reagentes, transporte ou estocagem de produtos químicos, assim como qualquer outra atividade de risco conhecido ou suspeito.

Diante da grande variedade de composições de luvas disponíveis no mercado, deve-se escolher a melhor para determinada atividade ou situação, já que um único tipo não fornece uma proteção universal. Desse modo, as tabelas seguintes apresentam os principais tipos de luvas e sua utilização adequada, levando-se em consideração o(s) agente(s) de risco, a resistência química específica do material com o qual a luva foi fabricada e a razão de permeabilidade.

**Tabela 2:** Referencial de resistência química a diferentes tipos de material.

Família Química	Borracha Butílica	Neoprene	PVC (Vinil)	Nitrila	Látex Natural
Acetatos	B	NR	NR	NR	NR
Ácidos inorgânicos	B	E	E	E	E
Ácidos orgânicos	E	E	E	E	E
Acetonitrila	B	E	B	Sp	E
Acrilonitrila	B	E	B	Sp	E
Álcoois	E	E	NR	E	E
Aldeídos	E	B	NR	Sp	NR
Bases inorgânicas	E	E	E	E	E
Cetonas	E	B	NR	NR	B
Eters	B	F	NR	E	NR
Halogênios Liq.	B	NR	S	E	NR
Fenóis	E	E	NR	NR	B
Nitrobenzeno	B	NR	NR	NR	NR
Nitrometano	B	NR	NR	NR	NR
<b>B Bom</b>	<b>E Excelente</b>	<b>S Satisfatório</b>	<b>Sp Superior</b>	<b>NR Não recomendado</b>	

Fonte: MARTINS et al, 2006.

**Tabela 3:** Referencial de resistência química ao látex e misturas.

Reagentes	PVC	Látex Natural	Látex Nitrílico	Látex Neoprene
Acetato de amônia	E	E	E	E
Acetato de butila	R	NR	B	R
Acetato de cálcio	E	E	E	E
Acetona	R	E	NR	B
Ácido acético glacial	B	B	B	E
Ácido clorídrico	E	E	E	E
Ácido clorídrico 38%	E	B	E	E
Ácido fenico	B	R	B	B
Ácido fluorídrico	B	B	E	E
Ácido fórmico 90%	R	R	R	B
Acetato de amônia	E	E	E	E
Benzeno	NR	NR	B	NR
Cloro	E	R	E	E
Clorofórmico	R	NR	B	R
Éter de Petróleo	R	NR	E	B
Éter sulfúrico	B	R	E	E
Formaldeído	E	E	E	E
Hexano	B	NR	E	B
Hidróxido de cálcio	E	E	E	E
Hidróxido de potássio	B	E	B	E
Hidróxido de sódio	E	E	E	E
Hipoclorito de cálcio	E	E	E	E
Hipoclorito de sódio	E	E	E	E
Metil etilcetona	R	B	R	B
Permanganato de potássio	E	E	E	E
Soda cáustica diluída	B	E	B	E
Soda em escamas	B	E	R	B
Tetracloroeto de carbono	B	NR	B	R
Tolueno	R	NR	B	R
Xilol	B	NR	B	R
<b>B Bom</b>	<b>E Excelente</b>	<b>R Regular</b>	<b>NR Não recomendado</b>	

Fonte: MARTINS et al, 2006.

**Cuidados de uso**

- Lavar as mãos antes e depois de colocar as luvas e coloca-lás com as mãos limpas e secas.
- As luvas devem ser inspecionadas antes do uso quanto à presença de furos ou rasgos, devendo ser descartadas em caso positivo.
- Sempre colocar as luvas sobre os punhos do avental, nunca deixar as mangas soltas sobre as luvas.

- Quando a mão apresentar ferimento, protegê-lo antes de calçar as luvas, visto que o ferimento pode ser agravado pelo uso de luvas.
- Nunca tocar superfícies limpas, como por exemplo, telefone, interruptores, maçanetas, com luvas utilizadas e Não usa-las fora do ambiente laboral.
- Não reutilizar luvas descartáveis. As luvas reutilizáveis devem ser guardadas em local próprio, limpo, seco e livre de contaminação.

**Figura 2:** Luva de borracha butílica, à esquerda, e de vinil, à direita.



Fonte: [www.drlymp.com.br](http://www.drlymp.com.br); [www.leal.com.br](http://www.leal.com.br)

**Figura 3:** Luva de neoprene, à esquerda, e de nitrila, à direita.



Fonte: [www.superepi.com.br](http://www.superepi.com.br) ; <http://www.superepi.com.br/>

**Figura 4:** Luva de latex natural.



Fonte: <http://www.astrodistribuidora.com/>

#### 1.5.4 Equipamentos de proteção respiratória (EPR)

- 1) Equipamento de proteção respiratória é um EPI que visa a proteção do usuário contra a inalação de agentes nocivos à saúde. Em se tratando de exposição ocupacional, a principal via de ingresso de contaminantes é a inalatória. As precauções universais incluem o uso de barreiras para reduzir a exposição das membranas mucosas às substâncias químicas ou infectantes. Num ambiente laboral o trabalhador pode estar exposto a diversas classes de substâncias que exigem proteção respiratória como: gases, vapores e aerodispersóides (entre eles poeiras, névoas, fumos).
- 2) Escolher o respirador apropriado não é uma tarefa muito fácil. Para selecionar o respirador adequado ao risco que o trabalhador ficará exposto durante sua jornada de trabalho, vários aspectos precisam ser considerados:
  - a natureza da operação ou processo perigoso;
  - o tipo de risco respiratório (incluindo as propriedades físicas, deficiência de oxigênio, efeitos fisiológicos sobre o organismo, concentração do material tóxico, ou nível de radioatividade, limites de exposição estabelecidos para os materiais tóxicos, concentração permitida para o aerossol radioativo e a concentração IPVS estabelecida para o material tóxico);
  - a localização da área de risco em relação à área mais próxima que possui ar respirável;
  - o tempo durante o qual o respirador deve ser usado;
  - as atividades que os trabalhadores desenvolvem na área de risco;
  - as características e as limitações dos vários tipos de respiradores;
  - o fator de proteção atribuído aos diversos tipos de respiradores.

Para escolha do modelo apropriado de EPR consultar a cartilha de Proteção contra Agentes Biológicos para Trabalhadores da Saúde da ANVISA (2009).

- 3) As máscaras cirúrgicas, barreira de uso individual que cobre boca e nariz, não são consideradas EPRs. É importante destacar que as máscaras cirúrgicas não apresentam propriedades de filtração ou vedação facial adequadas e, portanto, não protegem adequadamente o usuário de patologias transmitidas por aerossóis. Sua utilização visa:
  - Minimizar a contaminação do ambiente de trabalho ou campo estéril com secreções respiratórias geradas pelo usuário (ex: saliva, muco).
  - Proteger o usuário de infecções por inalação de gotículas (partículas > 5 micrometro) transmitidas a curta distância e pela projeção de sangue ou outros fluidos corpóreos que possam atingir suas vias respiratórias.
- 4) Tipos de EPRs: são considerados EPRs os purificadores de ar com peças faciais filtrantes (PFF), purificadores de ar motorizados e equipamentos de adução de ar.
  - Purificadores de ar com peça facial filtrante (PFF): proporciona vedação adequada sobre a face do usuário e possui filtro eficiente para retenção de contaminantes atmosféricos na forma de aerossóis (partículas < 5 micrometro), sendo utilizadas, portanto, tanto para contenção de micro-organismos como para partículas não biológicas.

Para produtos biológicos devem ser utilizadas as PFF com filtro de classificação P2 ou maior. A classificação é dada de acordo com a porcentagem de penetração do aerossol na camada filtrante, obtida pelo teste de NaCl. A porcentagem da PFF3 é de 6% e PFF3 é de 3%.

Devem ser inspecionadas e descartadas caso estejam amassadas ou sujas.

Devem ser ajustadas perfeitamente no rosto para produzir proteção adequada.

Modelos- EPR purificador de ar com peça semifacial filtrante sem válvula de exalação ( tipo concha, bico de pato ou dobrável); EPR purificador de ar com peça semifacial filtrante com válvula de exalação; EPR purificador de ar com peça semifacial e filtros substituíveis de classe P2 ou P3 aos pares; EPR purificado de ar com peça facial inteira e filtros substituíveis P2 ou P3 aos pares.

**Figura 5:** EPR purificador de ar com peça semifacial filtrante (PFF) sem válvula de exalação com formato dobrável.



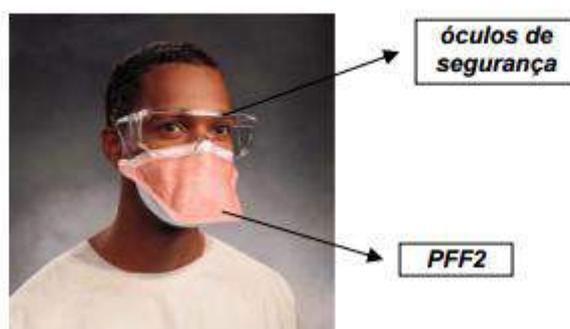
Fonte: <http://www.lagrotta.com.br/>

**Figura 6:** Peça semifacial filtrante (PFF) sem válvula de exalação com formato de concha.



Fonte: <http://www.lagrotta.com.br/>

**Figura 7:** Peça semifacial filtrante (PFF) sem válvula de exalação com formato bico de pato.



Fonte: [http://www.anvisa.gov.br/divulga/public/cartilha\\_mascara.pdf](http://www.anvisa.gov.br/divulga/public/cartilha_mascara.pdf)

**Figura 8:** EPR purificador de ar com peça semifacial e filtros substituíveis de classes P2 ou P3 aos pares.



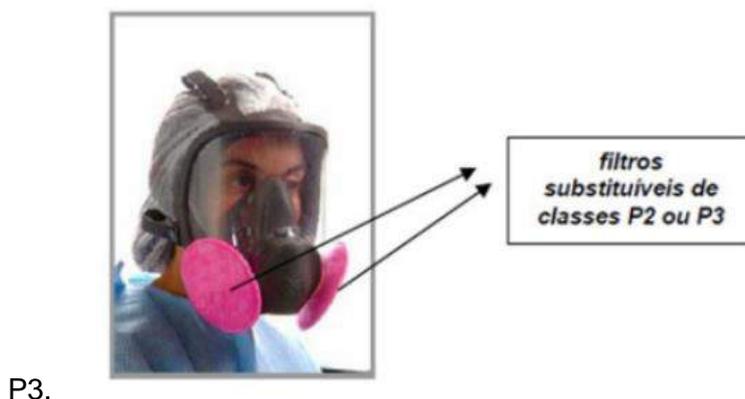
Fonte: [http://www.anvisa.gov.br/divulga/public/cartilha\\_mascara.pdf](http://www.anvisa.gov.br/divulga/public/cartilha_mascara.pdf)

**Figura 9:** EPR purificador de ar com peça semifacial filtrante (PFF) com válvula de exalação.



Fonte: <http://grupopairsafety.com.br/v4/index.php/produtos/descartavel/linha-absolute>

**Figura 10:** EPR purificador de ar com peça facial inteira e filtros substituíveis de classes P2 ou P3



Fonte: [http://www.anvisa.gov.br/divulga/public/cartilha\\_mascara.pdf](http://www.anvisa.gov.br/divulga/public/cartilha_mascara.pdf)

- Equipamentos de Adução de Ar: EPR que fornece ao usuário, por meio de uma mangueira, ar de qualidade respirável proveniente de uma atmosfera independente do ambiente como, por exemplo, de cilindros de ar comprimido ou de compressor.

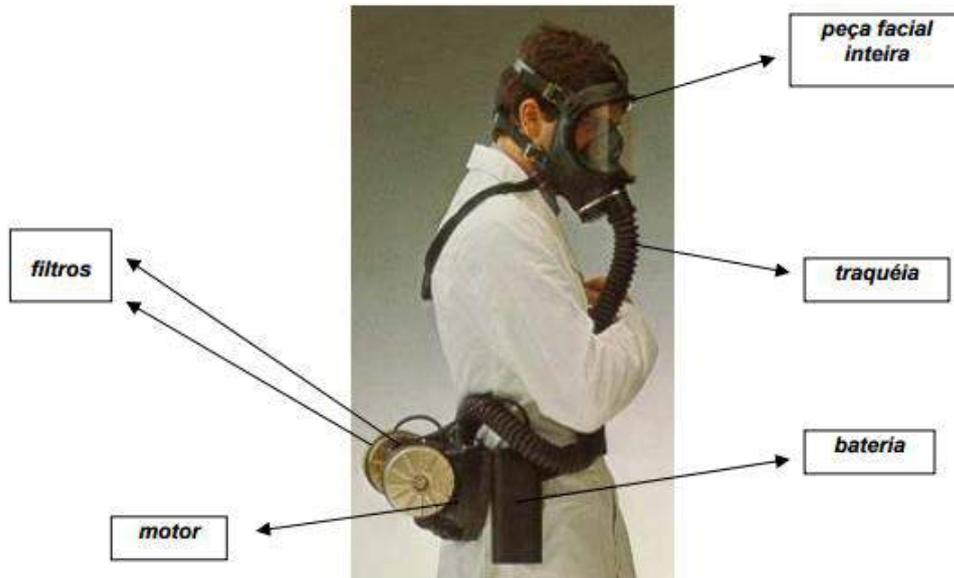
**Figura 11:** Equipamentos de Adução de ar.



Fonte: [//www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab\\_virtual/epiprotecaorespiratoria.html](http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab_virtual/epiprotecaorespiratoria.html)

- Purificadores de ar motorizados: estes EPRs utilizam uma ventoinha movida por motor elétrico, a qual obriga o ar a atravessar um filtro de alta eficiência. Fornecem ar purificado, de modo contínuo, para a peça facial, em quantidade superior à da demanda do usuário. Modelos- EPR purificador de ar motorizado com cobertura das vias respiratórias tipo peça facial inteira; EPR purificador de ar motorizado com cobertura das vias respiratórias tipo “capuz”.

**Figura 12:** EPR purificador de ar motorizado com cobertura das vias respiratórias tipo “peça facial inteira” filtros motor peça facial inteira traquéia bateria.



Fonte : [http://www.anvisa.gov.br/divulga/public/cartilha\\_mascara.pdf](http://www.anvisa.gov.br/divulga/public/cartilha_mascara.pdf)

**Figura 13:** EPR purificador de ar motorizado com cobertura das vias respiratórias tipo “touca” com anteparo tipo protetor facial



Fonte: [http://www.anvisa.gov.br/divulga/public/cartilha\\_mascara.pdf](http://www.anvisa.gov.br/divulga/public/cartilha_mascara.pdf)

**Figura 14:** EPR purificador de ar motorizado com cobertura das vias respiratórias tipo “capuz”.



Fonte: <http://multimedia.3m.com/mws/media/971343O/catalogo-pessao-positiva-3m.pdf>

#### Cuidados de uso

- Antes de entrar em uma área contaminada, verificar se os respiradores não estão danificados.
- Nunca usar barbas, bigodes e similares se precisar fazer uso de respiradores, pois afetam a vedação.
- Ajustar corretamente o respirador à face, pois sua eficácia depende do perfeito ajuste.
- Devem ser substituídos sempre que úmidos, molhados, sujos ou amassados, e devem ser escolhidos conforme a necessidade e a classe de risco do agente manipulado.
- Devem ser de uso estritamente individual.

### **1.6 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO COLETIVA (EPC)**

São exemplos de EPCs: extintores de incêndio, capela de exaustão, chuveiro de emergência, lava olhos.

#### **1.6.1 Extintores de Incêndio**

##### Classes de incêndio

Para que os incêndios sejam controlados é muito importante agir logo no início da reação de combustão, rompendo o triângulo do fogo. Para cada situação há uma técnica de combate mais adequada, que vai depender da classificação do fogo.

CLASSE A- fogo em materiais de fácil combustão com a propriedade de queimarem na superfície e em profundidade, deixando resíduos. Exemplo: papel, madeira, tecido. Para sua extinção necessitam do efeito de resfriamento, ou seja, emprego de água ou solução que a contenha em grande porcentagem a fim de reduzir a temperatura do material abaixo do seu ponto de ignição.

CLASSE B- são os incêndios em líquidos combustíveis e inflamáveis, cuja característica principal é a queima superficial nas áreas em contato com o ar, não deixando resíduos. Exemplo: gasolina, álcool, éter. O método utilizado para a sua extinção é o abafamento.

CLASSE C- fogo em equipamentos energizados tais como motores elétricos, quadro de distribuição de energia, que necessita para sua extinção agente não condutor de eletricidade.

CLASSE D- são incêndios em metais que, pelo relativo baixo ponto de ignição, por sua capacidade em manter-se em combustão e por suas características de queima, são conhecidos como metais pirofóricos. Exemplo: magnésio, titânio, zircônio, sódio, lítio e potássio.

Os extintores de incêndio são aparelhos de uso imediato e necessários a proteção contra incêndio em qualquer lugar. Deve-se estar familiarizado com a sua localização e com seu manejo de modo a usá-los prontamente quando necessário.

De modo geral, os extintores recebem o nome do agente extintor utilizado. Todos eles necessitam de um meio de expulsão do agente extintor para dar-lhe alcance, penetração e facilitar sua distribuição sobre o fogo.

Como regra geral, os extintores só devem ser utilizados em princípios de incêndio. Devem ser transportados até às proximidades do fogo quando então serão preparados para utilização. Seu uso deve ser sempre a favor do vento, quando for o caso, e o jato do agente extintor deve ser dirigido para a base do fogo.

### Tipos de extintores

#### ❖ Extintor de água:

O elemento extintor é a água, que atua através do resfriamento da área do material em combustão. O agente propulsor (propelente) é o gás carbônico. São próprios para incêndios da Classe A (sólidos de fácil combustão) e podem ser de dois tipos: água pressurizada ou água a pressurizar (água-gás).

Os extintores de água pressurizada são mais comuns. É aquele que possui apenas um cilindro para a água e o gás expelente. Sua carga é mantida sob pressão permanente. Para utilizá-los deve-se levar o equipamento até as proximidades do fogo, retirar a trava do gatilho, segurar o mangotinho e apertar o gatilho, dirigindo o jato à base do fogo.

Os extintores de água a pressurizar possuem um cilindro com gás propelente acoplado ao corpo do extintor. Para colocá-lo em funcionamento deve-se abrir a válvula da garrafa propelente, a fim de pressurizar o ambiente interno do cilindro permitindo o seu funcionamento, e dirigir o mangote para a base do fogo.

#### ❖ Extintor de espuma pressurizado:

A espuma é formada por uma mistura de água, ar atmosférico e um extrato a base de carbono e flúor que quando agregados entre si formam uma massa de pequenas bolhas que

flutuam sobre os líquidos inflamáveis (incêndios de classe B), abafando o incêndio. A espuma aumenta as propriedades umectantes e o poder de penetração da água, conseguindo-se ótimos resultados na extinção dos incêndios Classe A.

Para usá-lo, deve-se levar o extintor até as proximidades da chama, retirar a trava do gatilho, segurar o mangotinho e apertar o gatilho, segurar o mangotinho e apertar o gatilho, dirigindo o jato à base do fogo (superfície em chamas) para que a espuma cubra a superfície do líquido em combustão provocando o abafamento das chamas.

❖ Extintor de gás carbônico:

É o extintor que deve ser utilizado para incêndios da Classe C (materiais elétricos energizados), devido o gás carbônico não ser um bom condutor de eletricidade, podendo ser utilizado para as Classes B e A. Para utilizá-lo, deve-se transportar o extintor até a proximidade do fogo, retirar o pino de segurança, pressionar o gatilho, segurando o mangote pela manopla, e dirigir o jato à base do fogo.

Quando contido no aparelho, devido a compressão em estado líquido, sua pressão é de 50 a 60 Kg/cm<sup>2</sup>. Quando aliviado da compressão o líquido se vaporiza e baixa violentamente a sua temperatura, cerca de -70°C . Neste caso, parte do gás se solidifica em pequenas partículas, formando uma neve carbônica, conhecida como gelo seco.

Quando utilizado para combater o fogo de líquidos inflamáveis, deve-se lembrar que o gás carbônico não forma uma cobertura duradoura sobre a camada em chamas, podendo o líquido voltar a inflamar-se.

❖ Extintor de pó químico:

É o extintor mais indicado para a Classe B (líquidos inflamáveis), podendo ser utilizado na Classe A. O seu uso em incêndios da Classe C pode ser eficiente como forma de combate ao fogo, mas apresenta o inconveniente de causar danos nos componentes eletrônicos dos equipamentos.

Os extintores com pó químico utilizam os agentes extintores bicarbonato de sódio (o mais comum) ou o bicarbonato de potássio, ambos tratados com estearato a fim de torná-los anti-higroscópicos e de fácil saída dos aparelhos. O agente extintor forma uma nuvem de pó sobre a chama que visa a exclusão do oxigênio; posteriormente são acrescidos à nuvem, gás carbônico e o vapor de água devido a queima do pó.

Assim como os extintores de água, os de pó químico podem ser pressurizados ou a pressurizar, com o cilindro externo acoplado ao cilindro. O extintor de pó químico pressurizado utiliza como propelente o nitrogênio, que, sendo um gás seco e incombustível, pode ser acondicionado juntamente com o pó no mesmo cilindro. Estes tipos de extintores possuem um manômetro que indica a pressão que está contida no seu interior. O extintor de pó químico a pressurizar utiliza como propelente o gás carbônico (CO<sub>2</sub>), que, por ser um gás úmido, vem armazenado em uma ampola de aço ligada ao extintor.

A maneira de preparar o extintor de pó para uso é a mesma dos extintores de água. Entretanto, o pó deve ser dirigido horizontalmente para o fogo em toda a sua extensão, de modo a formar uma camada abafadora sobre o líquido em combustão.

Há extintores de pó químico específico para combate ao fogo de Classe D (pirofóricos).

**Tabela 4:** Classes de incêndio X Tipos de extintores.

Classe de fogo	Extintor tipo água	Extintor tipo espuma	Extintor tipo CO <sub>2</sub>	Extintor tipo pó químico
<b>Classe A</b>	SIM Resfria e molha, impedindo a reignição.	SIM Resfria, molha e abafa.	SIM Extingue a labareda, mas precisa de outro agente para resfriamento.	SIM Extingue a labareda, mas precisa de outro agente para resfriamento.
<b>Classe B</b>	NÃO Propaga o fogo.	SIM Age por abafamento.	SIM Perde rendimento em locais abertos.	SIM Excelente. Interrompe a combustão.
<b>Classe C</b>	NÃO É condutor de eletricidade.	NÃO É condutor de eletricidade.	SIM Excelente. Abafa resfria e não conduz corrente elétrica.	SIM Deixa resíduos de pó que podem danificar equipamentos.

Fonte: MARTINS et al, 2006.

### Localização e distribuição

A localização dos extintores de incêndio deverá ser feita obedecendo a critérios tais como:

- Onde haja menor probabilidade de o fogo bloquear o acesso à saída (fuga).
- Onde seja bem visível, para que todos fiquem familiarizados com a sua localização.
- Onde sejam facilmente alcançados, não devendo a sua parte superior ficar a mais de 1,60 m do piso.
- Não devem ser localizados nas paredes das escadas
- Sua localização deverá ser assinalada por um círculo ou seta vermelha contornada em amarelo e abaixo do extintor deverá ser delimitada em vermelho uma área de 1 m<sup>2</sup> que não pode ser obstruída.

Quanto à Distribuição, os extintores deverão proporcionar uma cobertura conforme a tabela abaixo.

**Tabela 5:** Distribuição dos extintores de incêndio.

Risco	Área de proteção (m <sup>2</sup> )	Distância máxima a ser percorrida (m)
<b>Pequeno</b>	500	20
<b>Médio</b>	500	10
<b>Grande</b>	500	10

Fonte: MARTINS et al, 2006.

### 1.6.2 Capela de exaustão para manipulação de reagentes químicos

Deve ser utilizada nas operações que podem gerar problemas com contaminantes químicos perigosos dispersos no ar.

### Cuidados de uso

- Manter a distância do aparador ou apoio das substâncias químicas em pelo menos 15 cm da face da capela.
- Não é permitida a presença de tomadas elétricas no interior da capela.
- Não apoiar e não colocar a cabeça no interior da capela quando estão sendo gerados contaminantes no seu interior.
- Quando em funcionamento, manter o vidro frontal da capela fechado sempre que possível. A abertura máxima permitida em atividade é de aproximadamente 40 cm.
- Ligar a capela 15 minutos antes do início do trabalho e aguardar 15 minutos ao término para desligar.

**Figura 15:** Capela de exaustão.



Fonte: <http://www.celab.ind.br/site/portfolio/>

### **1.6.3 Chuveiro de emergência e lava olhos**

#### Cuidados de uso

- As áreas dos Chuveiros de emergência\Lava olhos deverão estar sempre desimpedidas para o uso imediato quando necessário.
- Os chuveiros de emergência devem ter aproximadamente 30 cm de diâmetro e ser acionados por alavancas de mãos, cotovelo ou pé.
- No caso de lava olhos portáteis, trocar a água diariamente.
- Os equipamentos devem ser revisados periodicamente, sendo estas revisões registradas em protocolos.

**Figura 16:** Chuveiro de emergência e lava olhos.



Fonte: [www.hmchuveiros.com.br](http://www.hmchuveiros.com.br)

#### 1.6.4 Cabine de segurança biológica

##### Classificação

- Cabine de segurança Biológica Classe 1

É uma modificação da capela usada no laboratório químico. É uma cabine ventilada com fluxo de ar do ambiente, podendo ter a frente totalmente aberta ou com painel frontal ou painel frontal fechado com luvas de borracha. Possui duto de exaustão com filtro HEPA. Não há

proteção para o experimento somente para o operador e o meio ambiente. É recomendada para trabalho com agentes de risco biológico dos grupos 1 e 2.

- Cabine de segurança biológica Classe II A1

Fluxo laminar de Ar vertical com tiro frontal de ar de 75 pés/min. O ar contaminado após filtragem pelo filtro HEPA do exaustor passa ao ambiente onde a cabine esta instalada (a cabine deve ter pelo menos 20 cm de afastamento do teto). Não se deve usar este tipo de cabine com substâncias tóxicas, explosivas, inflamáveis ou radioativas pela elevada percentagem de recirculação do ar (recirculação de 70%). É recomendada para trabalho com agentes de risco biológico dos grupos 1, 2 e 3 .

- Cabine de segurança biológica Classe II B1

Esta cabine possui filtro de entrada de ar. O ar que entra na cabine atravessa o filtro Hepa abaixo da área de trabalho abaixo da área de trabalho, 30% do ar recircula enquanto que 70% sai através do filtro exaustor. O tiro de ar no seu interior é de 100 pés/min. Usada para agentes biológicos tratados com minumas quantidades de produtos quimicos tóxicos e traços de radionucleotídeos. É recomendada para trabalhos com agentes de risco biológico dos gripes 1, 2 e 3.

- Cabine de Segurança biológica Classe II B2

É uma cabine de total esgotamento de ar. O ar entra pelo topo da cabine, atravessa o pre-filtro e o filtro HEPA sobre a area de trabalho. O tiro frontal de ar no seu interior é de 100 pés/min. O ar filtrado atravessa somente uma vez a área de trabalho. O esgotamento do ar deve ser realizado através do filtro HEPA conduzindo-o, por um duto para o exterior. Pode ser usado para agentes biológicos tratados com produtos químicos e radionucleotídeos. É recomendada para trabalho com agentes de risco biológico dos grupos 1, 2 e 3.

- Cabine de segurança biológica Classe II A2 (Antiga B3)

É igual a cabine de segurança biológica Classe II A1 com duto. A velocidade de fluxo de ar no seu interior é de 75 a 100 pés/min. O ar é esgotado totalmente através de um filtro HEPA por um duto para o exterior. É recomendada para trabalho com agentes de risco biológico dos grupos 1, 2 e 2 .

- Cabine de Segurança Biológica Classe III

É uma cabine de contenção máxima. É totalmente fechada, com ventilação própria contruida em aço inox á prova de escape de ar e opera com pressão negativa. O trabalho se efetua com luvas de borracha presas a cabina. Para purificar o ar contaminado são instalados 2 filtros HEPA em série ou um Filtro HEPA e um incinerador. A introdução e retirada de materiais se efetua por meio de autoclaves de porta dupla ou comporta de ar de porta dupla e recipiente de imersão com desinfetante. Pode conter todos os serviços como: refrigeradores, incubadoras, freezers, centrifugas, banho-maria, microscópio e sistema de manuseio de animais. NÃO PODE CONTER GÁS. Os dejetos líquidos são recolhidos em um depósito para serem descontaminados antes de serem lançados ao sistema de esgoto. Máxima proteção às pessoas, meio ambiente e produtos.

#### Utilização

- Recomenda-se que as cabines estejam localizadas longe de portas que possam ser abertas e foras de áreas laboratoriais com fluxo intenso de pessoas, de forma que seus parâmetros de fluxo de ar sejam mantidos.

- Fechar as portas de laboratório.
- Evitar corcuação de pessoas no laboratório durante o uso da cabine.
- Ligar a cabine 15 a 20 minutos antes de seu uso e proceder à limpeza (remoção da sujidade) e desinfecção (redução do número de micro-organismos pela ação de agentes químicos) das superfícies da cabine antes e após sua utilização.
- Usar os equipamentos de proteção individual adequados, tais como : avental de manga longa, luvas, máscara e gorro (estes dois, quando necessários).
- Os materiais a serem utilizados na manipulação deverão ser colocados dentro do fluxo antes do inicio dos trabalhos.
- Os materiais deverão ser dispositivos dentro da cabine de forma a não obstruir o fluxo antes do inicio dos trabalhos.
- Os materiais deverão ser dispostos dentro da cabine de forma a não obstruir o fluxo de ar (principalmente a grelha frontal) e não criar turbulencias. Operar no mínimo 10 cm para dentro da grelha frontal. Minimizar os movimentos dentro da cabine, não passando as mãos ou outros objetos sobre os recipientes abertos.
- Iniciar a manipulação com luvas colocadas no interior da cabine e só retirar as mãos do seu interior ao término dos trabalhos.
- **Não utilizar o bico de bunsen**, pois pode acarretar danos ao filtro HEPA e interromper o fluxo laminar de ar, causando turbulência. Se necessário, usar incinerador elétrico ou microqueimador automático.
- Interromper as atividades dentro da cabine enquanto as centrifugas, homogenizadores ou outros equipamentos que podem ocasionar a emissão de partículas estiverem sendo operados.
- Ao terminar a manipulação deixar a cabine ligada por 15 a 20 minutos, antes de desligá-la.
- Quando ocorrer derramamento de material contaminado/infectante deve ser feita a descontaminação do equipamento utilizando agentes descontaminantes.
- Os filtros HEPA das cabines utilizadas nas áreas NB-1, NB-2, NB-3 e NB-4 devem ser descontaminados antes do descarte, conforme Guia Pratico de Descarte de Residuos do Instituto Butantan.
- Realizar manutenção preventiva periodica de acordo com o fabricante.

### 1.6.5 Autoclave

O princípio da esterilização na autoclave baseia-se no calor úmido em temperaturas acima do ponto de fervura da água e sob alta pressão. O calor úmido oferecido pela autoclave é um meio de bastante efetivo para esterilização em pequenos intervalos de tempo.

É recomendado obedecer às orientações dos fabricante quanto a operação e manutenção preventiva, bem como verificar a correta distribuição dos materiais dentro das autoclaves. Os materiais devem ser dispostos paralelamente uns aos outros, com espaços de pelo menos um centimetro, entre um e outro. Este cuidado favorece a circulação de vapor e facilita a secagem.

Ressalta-se que não basta ter um bom equipamento, é necessária manutenção periódica e controle com testes biológicos.

Para invólucros recomenda-se a utilização de papel crepado, papel grau cirúrgico ou envelopes de esterilização compostos por papel grau cirúrgicos e filmes laminados de poliéster ou plipropileno.

### Indicadores utilizados na esterilização:

Para autoclave são utilizados indicadores físicos ou bioindicadores. A fita indicadora de esterilização colocada em cada carga identifica que o material passou por processo de esterilização. A viragem ocorre em listras negras quando a temperatura no interior do enclave atinge a 121° C. contudo, não há indicação de qua a pressão atmosférica gerada pelo vapor da água tenha sido atingida. Para isso utilizam-se também os bioindicadores. O bioindicador mais utilizado é o esporo de bacilo termófilo *B.stearothermophillus* em meios de cultura e com indicador de PH. Se a temperatura de 121°C e a pressão de 15 libras/polegada<sup>2</sup> forem atingidas po pelo menos 15 minutos, os esporos serão destruídos. Para verificação da eficiência da autoclavação, as ampolas ou frascos autoclavados, juntamente com uma ampola ou frasco controle não autoclavado, são incubados sob temperatura apropriada. Nos casos em que os processos de esterilização tenham sido eficientes, os esporos serão destruídos e, portanto, as ampolas com o bioindicador permanecerão da mesma cor inicial. O controle, no entanto, mudará de cor devido à produção de ácido e turvamento do meio pelo crescimento dos bacilos.

---

# CAPÍTULO II

## RESÍDUOS COMUNS, RADIOATIVOS, BIOLÓGICOS E PERFURO- CORTANTES

---

### 2.1 CLASSIFICAÇÃO GERAL

Os resíduos podem ser classificados de acordo com a origem, tipo, composição química e periculosidade conforme abaixo.

**Tabela 6:** Classificação geral de resíduos.

<b>Tipos de resíduo</b>	<b>Exemplos</b>
Infecio-contagioso e biológico perigoso	Materiais contaminados com organismos patogênicos, com sangue.
Radioativo	Medicamentos radioativos, fontes radioativas substâncias químicas radioativas.
Perfuro-cortantes (infectados)	Agulhas, lâminas, pregos, parafusos, facas, bisturis.
Perfuro-cortantes (não infectados, mas contaminados com resíduos químicos)	Agulhas, lâminas, pregos, parafusos, facas, bisturis.
Químico	Reativos vencidos, produtos de reações, resíduos de análises químicas, materiais diversos contaminados com substâncias químicas, pilhas e baterias.
Lixo comum não reciclável (nenhum anterior)	Restos de comida, tecido, papéis úmidos
Lixo comum reciclável (não pertence às classes anteriores)	Papel, plástico, latas de alumínio, metais, vidro, papel cartão

Fonte: <https://docs.ufpr.br/~dga.pcu/NORMAS%20atual.pdf>

## 2.2 RESÍDUOS RADIOATIVOS

São comumente chamados de rejeitos e podem ser definidos como qualquer material resultante de atividade humana, que contenha radionuclídeos em quantidade superior aos limites de isenção especificados na Norma CNEN-NE-6.02 – Licenciamento de Instalações Radioativas, e para o qual a reutilização é imprópria ou não prevista. Todo o rejeito radioativo que também puder ser definido como rejeito perigoso (NBR 10.004) deve ser manuseado como mistura de rejeito, de acordo com as exigências de seus constituintes radioativos e químicos. Isso inclui etiquetar o recipiente com a expressão “Rejeito perigoso”. A maioria dos rejeitos radioativos não se encaixa no critério de mistura de rejeitos, entretanto, pode ser classificado como inflamável, corrosivo ou tóxico. Os rejeitos radioativos podem ser classificados como:

- ❖ Resíduos radioativos líquidos: geralmente são apresentados como solvente aquoso e solvente orgânico.
- ❖ Resíduos radioativos sólidos: compõem-se geralmente de
  - Rejeito radioativo em geral: frascos, ponteiras para pipeta, microplacas, luvas, papel toalha, membranas de nitrocelulose, géis radioativos.
  - Frasco original do radionuclídeo.
  - Rejeito radioativo biológico: animais, sangue etc.
- ❖ Resíduos radioativos gasosos: constituem-se de radionuclídeos gasosos ou subprodutos de outros rejeitos.

### 2.2.1 Segregação

A segregação dos rejeitos deve ser feita no mesmo local em que forem produzidos, levando-se em conta as seguintes características:

- estado físico;
- tipo de radionuclídeo – seu tempo de meia vida;
- compactáveis ou não-compactáveis;
- orgânicos ou inorgânicos;
- putrescíveis ou patogênicos, se for o caso;
- outras características perigosas (explosividade, combustibilidade, inflamabilidade, piroforicidade, corrosividade e toxicidade química).

### 2.2.2 Acondicionamento

Todos os recipientes contendo rejeitos radioativos devem ser corretamente rotulados.

**Figura 17:** Rótulo para resíduos radioativos.

<b>CUIDADO</b>			
			
<b>Resíduo de Material Radioativo</b>			
Isótopos diferentes devem ser armazenados em recipientes diferentes, somente 3H e 14C podem ser misturados num mesmo <i>container</i> .			
Isótopo	Atividade (mCi)	Data	Início

Fonte: FONSECA, 2009.

As informações sobre o radioisótopo devem estar dispostas no rótulo na parte frontal do recipiente. As misturas ou as soluções devem apresentar todos os componentes além de suas concentrações. Os resíduos radioativos sólidos devem ser acondicionados em saco plástico amarelo com espessura entre 0,08-0,2 mm de 20 litros, inseridos em lixeira de acrílico (radionuclídeos de emissão beta) ou de chumbo (radionuclídeos de emissão gama).

### 2.2.3 Armazenamento de resíduos sólidos

Os rejeitos radioativos devem ser armazenados em um local reservado a eles para futura disposição como resíduo convencional ou para encaminhamento a um organismo especializado. Para qualquer radionuclídeo, o limite de descarte é de 74 Bq/g (2 nCi/g), conforme norma CNEN-NE-6.05. Atividade específica < 74 Bq/g (2nCi/g) pode ser eliminada na coleta de lixo urbano ou hospitalar. Atividade específica > 74 Bq/g (2nCi/g) é armazenada na própria instalação até o decaimento de sua atividade a valores inferiores ao limite de descarga. Para a determinação do tempo de armazenamento considera-se a meia-vida do radionuclídeo (Tabela 7).

O armazenamento máximo dos radionuclídeos manipulados nas instituições de pesquisa deverá ser de dois anos. Acima de dois anos e com atividade específica superior ao limite de descarga, devem ser enviados aos institutos da CNEN para tratamento. Exemplo: rejeitos com H-3 e C-14.

**Tabela 7:** Radionuclídeo e seus respectivos tipos de emissão e tempos de meia-vida.

RADIONUCLÍDEO	TIPO DE EMISSÃO	MEIA-VIDA
H-3	$\beta$	12,2 anos
C-14	$\beta$	5.730 anos
Na-24	$\beta$ e $\gamma$	14,9 horas
P-32	$\beta$	14,3 dias
S-35	$\beta$	87,9 dias
Ca-45	$\beta$	163 dias
Cr-51	$\gamma$	27,8 dias
Ga-67	$\gamma$	78,3 horas
Tc-99m	$\beta$ e $\gamma$	6 horas
I-125	$\gamma$	60,2 dias
I-131	$\beta$ e $\gamma$	8 dias
Au-198	$\beta$ e $\gamma$	2,7 dias
Tl-201	$\gamma$	73,1 horas

Fonte: FONSECA, 2009.

#### 2.2.4 Armazenamento dos resíduos líquidos

Os recipientes de rejeitos líquidos devem ter uma embalagem secundária, tal como uma bandeja plástica, para conter escapes ou derrames. Pode ser feito o ajuste do pH dos rejeitos aquosos entre 5,5 e 9,0. A neutralização de líquidos corrosivos reduz extremamente custos e riscos durante a eliminação.

##### Caracterização de solvente aquoso

Deve-se calcular a atividade atual (atividade/unidade de volume) do rejeito existente no frasco original usando a expressão:

$$A = A_0 e^{-\lambda t} \text{ ou } A = \lambda N$$

onde:

$A_0$  = atividade inicial. Pode ser medida por duas unidades. O bequerel (Bq) se refere ao número de desintegrações por segundo (dps). Logo  $1\text{Bq} = 1\text{dps}$ . E o curie(Ci) equivale a  $3,7 \times 10^{10}$  dps

$A$  = atividade atual

$\lambda$  = é a constante de decaimento. Esta mede a instabilidade energética do núcleo, ou seja, a probabilidade do átomo emitir radioatividade e se estabilizar.  $\lambda = 0,693/t(1/2)$ .

$t_{1/2}$  = meia-vida do material, ou seja, o tempo necessário para que o material sofra decaimento da metade dos átomos de uma amostra constituída, inicialmente por um único radionucleotídeo.

A atividade total é dada por:  $A_{\text{TOTAL}} = \text{Atividade/unidade de volume} \times V_{\text{TOTAL}}$

## 2.2.5 Descarte

Realizar o descarte do rejeito obedecendo aos critérios:

- Caso não seja possível medir a atividade da amostra, deve-se fazer uma estimativa da atividade total presente no rejeito e de sua concentração.
- Caso a concentração (C) ou a atividade total do rejeito ( $A_{TOTAL}$ ) sejam inferiores aos limites (ver Tabela 8) o rejeito poderá ser descartado na rede de esgoto, SE O SOLVENTE FOR AQUOSO.
- Caso a concentração (C) ou a atividade total ( $A_{TOTAL}$ ) do rejeito sejam superiores aos limites (ver Tabela 8), mas caso o rejeito possa ser diluído e, assim, passar a respeitar os limites descritos na Tabela 8, esse pode ser descartado na rede de esgoto, SE O SOLVENTE FOR AQUOSO.
- Caso a concentração (C) ou a atividade total ( $A_{TOTAL}$ ) do rejeito sejam superiores aos limites (ver Tabela 8), e não seja possível diluir o rejeito e descartá-lo via esgoto, encaminhe o mesmo para local de armazenamento adequado.

**Tabela 8:** Limite para descarte de resíduos radioativos.

CNEN - NE - 6.05 - GERÊNCIA DE REJEITOS EM INSTALAÇÕES RADIATIVAS						
RADIONUCLÍDEO	$T_{1/2}$	PERÍODO	LIMITES			
			LÍQUIDO		SÓLIDO	
			Concentração (mCi mL <sup>-1</sup> )	Atividade total (mCi)	Atividade específica (nCi g <sup>-1</sup> )	Isenção (mCi)
C-14	5730	anos	2,00E-02	1.000	75	10
Ca-45	165	dias	3,00E-04	1.00	75	1
Co-57	270	dias	2,00E-02	—	75	10
Cr-51	27,8	dias	5,00E-02	10.000	75	10
F-18	110	minuto	2,00E-02	10.000	75	10
Ga-67	78	horas	9,00E-05	—	75	—
H-3	12,3	anos	1,00E-01	10.000	75	100
I-125	60	dias	4,00E-05	10	75	1
I-131	8,05	dias	6,00E-05	10	75	1
LIMITES PARA DESCARTE DE REJEITOS (continuação)						
CNEN - NE - 6.05 - GERÊNCIA DE REJEITOS EM INSTALAÇÕES RADIATIVAS						
RADIONUCLÍDEO	$T_{1/2}$	PERÍODO	LIMITES			
			LÍQUIDO		SÓLIDO	
			Concentração (mCi mL <sup>-1</sup> )	Atividade total (mCi)	Atividade específica (nCi g <sup>-1</sup> )	Isenção (mCi)
P-33	25	dias	9,00E-05	—	75	10
Rb-86	19	dias	2,00E-03	100	75	10
S-35	87	dias	2,00E-03	1.000	75	10
Sm-153	47	horas	2,00E-03	1.000	75	10
Tc-99m	6	horas	2,00E-01	1.000	75	100
Tl-201	74	horas	9,00E-03	1.000	75	10

Fonte: FONSECA, 2009.

## 2.3 RESÍDUOS BIOLÓGICOS (INCLUINDO OS PERFURO-CORTANTES)

Os resíduos desse grupo são classificados pela Anvisa como pertencentes ao Grupo A. Dentre os resíduos biológicos, incluem-se também resíduos de outras correntes (químicos e radioativos) que possam conter contaminantes que apresentem riscos de infecção.

O Grupo A é identificado pelo símbolo de substância infectante constante na NBR-7500 da ABNT, com rótulos de fundo branco, desenho e contornos pretos.



### 2.3.1 Classificação

#### TIPO A1

- ❖ Culturas e estoques de microorganismos; resíduos de fabricação de produtos biológicos, exceto os hemoderivados; descarte de vacinas de microorganismos vivos ou atenuados; meios de cultura e instrumentais utilizados para transferência, inoculação ou mistura de culturas; resíduos de laboratórios de manipulação genética.
- ❖ Resíduos resultantes da atenção à saúde de indivíduos ou animais, com suspeita ou certeza de contaminação biológica por agentes Classe de Risco 4, microorganismos com relevância epidemiológica e risco de disseminação ou causador de doença emergente que se torne epidemiologicamente importante ou cujo mecanismo de transmissão.
- ❖ Bolsas transfusionais contendo sangue ou hemocomponentes rejeitadas por contaminação ou por má conservação, ou com prazo de validade vencido, e aquelas oriundas de coleta incompleta.
- ❖ Sobras de amostras de laboratório contendo sangue ou líquidos corpóreos, recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde, contendo sangue ou líquidos corpóreos na forma livre.
- ❖ transferência, inoculação ou mistura de culturas; resíduos de laboratórios de manipulação genética.

#### TIPO A2

- ❖ Carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais submetidos a processos de experimentação com inoculação de microorganismos, bem como suas forrações, e os cadáveres de animais suspeitos de serem portadores de microorganismos de relevância epidemiológica e com risco de disseminação, que foram submetidos ou não a estudo anatomopatológico ou confirmação diagnóstica.

#### TIPO A3

- ❖ Peças anatômicas humanas; produto de fecundação sem sinais vitais, com peso menor que 500 gramas ou estatura menor que 25 centímetros ou idade gestacional menor que

20 semanas, que não tenham valor científico ou legal e não tenha havido requisição por pacientes ou familiares.

#### **TIPO A4**

- ❖ Kits de linhas arteriais, endovenosas e dialisadores, quando descartados.
- ❖ Filtros de ar e gases aspirados de área contaminada; membrana filtrante de equipamento médico-hospitalar e de pesquisa, entre outros similares.
- ❖ Sobras de amostras de laboratório e seus recipientes contendo fezes, urina e secreções, provenientes de pacientes que não contenham e nem sejam suspeitos de conter agentes Classe de Risco 4, e nem apresentem relevância epidemiológica e risco de disseminação, ou micro-organismo causador de doença emergente que se torne epidemiologicamente importante ou cujo mecanismo de transmissão seja desconhecido ou com suspeita de contaminação com príons.
- ❖ Resíduos de tecido adiposo proveniente de lipoaspiração, lipoescultura ou outro procedimento de cirurgia plástica que gere esse tipo de resíduo.
- ❖ Recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde, que não contenham sangue ou líquidos corpóreos na forma livre.
- ❖ Peças anatômicas (órgãos e tecidos) e outros resíduos provenientes de procedimentos cirúrgicos ou de estudos anatomopatológicos ou de confirmação diagnóstica.
- ❖ Carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais não submetidos a processos de experimentação com inoculação de microorganismos, bem como suas forrações.
- ❖ Bolsas transfusionais vazias ou com residual pós-transfusão.

#### **TIPO A5**

- ❖ Órgãos, tecidos, fluidos orgânicos, materiais perfurocortantes ou escarificantes e demais materiais resultantes da atenção à saúde de indivíduos ou animais, com suspeita ou certeza de contaminação com príons.

### **2.3.2 Acondicionamento**

Todos os resíduos devem ser acondicionados visando prevenir e proteger sua liberação nas etapas subsequentes.

- ❖ Os resíduos que serão destinados à incineração (A.1, A.2, A.4) deverão ser acondicionados em sacos brancos leitosos, que devem ser substituídos quando atingirem 2/3 de sua capacidade ou pelo menos 1 vez a cada 24 horas e identificados, contendo todas as características estabelecidas pela NBR 9190 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT – NBR 9.190). Deverão ser descartados em recipiente adequado ao funcionamento do equipamento incinerador utilizado, confeccionadas de acordo com as normas vigentes.
- ❖ Os resíduos perfurocortantes deverão ser descartados em caixas amarelas específicas, que sigam as determinações da norma NBR 13.853 da ABNT e da norma IPT-NEA-55.

### 2.3.3 Manuseio

Essa operação consiste em recolher os recipientes contendo os resíduos de serviços de saúde na fonte geradora, encaminhando-os aos locais de armazenamento interno ou externo, e deve ser efetuada por pessoal treinado e devidamente paramentado com equipamentos de proteção individual indicados:

- Gorro (de cor branca, para proteger os cabelos).
- Óculos (lente panorâmica, incolor e de plástico resistente, com armação em plástico flexível, proteção lateral e válvulas para ventilação).
- Máscara (para impedir a inalação de partículas e aerossóis, do tipo semifacial).
- Uniforme (calça comprida e camisa manga três quartos, de material resistente e cor clara).
- Luvas (de material impermeável, resistente, tipo PVC, antiderrapante e de cano longo).
- Botas (de material impermeável, resistente, tipo PVC, de solado antiderrapante, cor clara, e de cano três quartos).
- ❖ Avental (PVC, impermeável e de comprimento médio, na altura dos joelhos).

### 2.3.4 Armazenamento Interno

Cada unidade geradora de um estabelecimento de saúde com área superior a 80 m<sup>2</sup> deverá ter um local interno apropriado para estocagem intermediária dos resíduos de serviço de saúde, onde esses ficarão armazenados até serem recolhidos e levados (horários estabelecidos) para os abrigos externos ou lixeiras, onde aguardarão a coleta pública. As salas destinadas ao armazenamento interno deverão ter as seguintes especificações:

- ❖ Área não inferior a 4 m<sup>2</sup>, distantes das áreas de manipulação de alimentos, medicamentos e setores de internamento.
- ❖ Espaço suficiente para entrada completa dos carros de coleta.
- ❖ Os pisos e as paredes deverão ser revestidos com material liso, lavável, anticorrosivo e impermeável. O piso deverá ter caimento adequado e ralo ligado ao sistema de tratamento de esgotos.
- ❖ A ventilação será feita por meio de aberturas teladas, com no mínimo 1/20 da área do piso e não inferiores a 0,20 m<sup>2</sup>.
- ❖ A sala de estocagem intermediária deverá ser dotada de um lavatório e de uma torneira com água corrente para facilitar a limpeza após a retirada dos resíduos, ou sempre que se fizer necessário.
- ❖ Deverá ser instalado um ponto de luz.
- ❖ A quantidade de resíduos estocados na sala deverá ser absolutamente compatível com o espaço físico dimensionado, observando-se o empilhamento máximo permitido de 1,20 m de altura, para evitar rompimento das embalagens ou desmoronamento do material estocado, além de facilitar a colocação e a retirada dos recipientes.
- ❖ O período de estocagem de resíduos nessas salas deverá ser o menor possível, não devendo nunca exceder o tempo de oito horas.
- ❖ Na porta da sala de armazenamento interno, será afixado o símbolo de identificação de resíduos infectantes.

OBS: na falta de um abrigo interno adequado é preferível manter apenas o armazenamento externo dos resíduos sólidos a fazê-lo em salas inadequadas.

### 2.3.5 Armazenamento de Animais

Animais contaminados merecem atenção especial e procedimentos específicos para seu acondicionamento, como descritos a seguir:

- ❖ Animais não contaminados
  - Roedores e outros animais de pequeno porte – usar sacos opacos; caso não haja, envolver o material a ser descartado em toalha de papel e ensacar.
  - Coelhos e animais maiores – usar sacos plásticos compatíveis com o peso do material a ser descartado; não ultrapassar 15 quilos para facilitar o manuseio.Em ambos os casos, o material deve ser armazenado em freezer até que possa ser enviado para incineração, para vala asséptica ou composteira, de acordo com a disponibilidade da unidade
- ❖ Animais contaminados com material infectante.
  - Carcaças e animais contaminados com materiais infectantes devem ser cuidadosamente embalados e corretamente rotulados, para só então serem armazenados em freezer isolados de outras espécies até serem enviados para incineração; o tempo de armazenamento não deve exceder 90 dias.
- ❖ Animais ou tecidos quimicamente contaminados.
  - Resíduo de animais quimicamente contaminados devem ser armazenados em freezer, devidamente embalado e rotulado, até que seja enviado para incineração.

OBS: substâncias inorgânicas não são incineráveis; mesmo dentre as orgânicas existem aquelas que não sofrem combustão completa. Essas e outras questões devem ser avaliadas antes de se enviar um material para incineração.

### 2.3.6 Armazenamento Externo

É o local de guarda temporária dos resíduos de serviços de saúde, à espera da coleta pública ou destinação específica. Os abrigos externos devem ter as seguintes especificações:

- ❖ Ser construídos em alvenaria, fechados e dotados de aberturas teladas que impeçam o acesso de vetores e que, ao mesmo tempo, permitam uma boa ventilação.
- ❖ As aberturas de ventilação deverão ser correspondentes a 1/20 da área do piso e não inferior a 0,20 m<sup>2</sup>. As portas deverão abrir para fora, ser dotadas de fechaduras e mantidas fechadas a chave, só podendo ser abertas para depositar material ou para retirar os recipientes de resíduos nos horários de coleta pública ou outro tipo de destinação final. Na parte inferior da porta deverá existir uma proteção para evitar acesso de vetores.
- ❖ As paredes internas e o piso deverão ser revestidos com material liso, lavável, resistente, impermeável e não corrosível.
- ❖ O piso deverá ser de material antiderrapante, ter caimento adequado e ralo ligado ao sistema de tratamento de esgotos.
- ❖ Junto ao depósito deverá existir um lavatório e torneira com água corrente para os procedimentos de higienização do depósito, dos carrinhos de transporte e demais equipamentos. A higienização deverá ser feita de acordo com a rotina do estabelecimento ou sempre que se fizer necessária, e o efluente resultante da lavagem deverá ser canalizado para o sistema de tratamento de esgotos.

- ❖ É necessário que exista iluminação suficiente tanto na parte interna quanto na parte externa do depósito.
- ❖ As dimensões do depósito deverão ser suficientes para abrigar a produção de resíduos sólidos de dois dias, se a coleta pública for diária, e de três dias se a coleta pública for feita em dias alternados.
- ❖ Deverá ser previsto no abrigo local específico para armazenamento das caixas contendo resíduos de serviço de saúde que se destinam à incineração; esses locais devem ser protegidos da umidade, por meio da construção de estrados ou prateleiras. Somente deverão ter acesso ao depósito funcionários que estiverem ligados diretamente ao serviço de coleta.
- ❖ A entrada para o depósito de resíduos de serviços de saúde deve conter advertência contra aproximação de pessoas estranhas e placa com identificação de “Substância infectante”.
- ❖ No local de construção do depósito deverá ser previsto espaço suficiente para acesso e manobras do veículo da coleta pública.
- ❖ Para impedir acesso de vetores ao depósito, além das proteções já citadas, há necessidade de se manter programas de desratização e desinsetização periódicos, abrangendo tanto o depósito quanto seus arredores.

### 2.3.7 Pré tratamento e destinação final

Em se tratando de resíduos do serviço de saúde, os procedimentos podem ocorrer no próprio local de geração ou externamente, sendo aplicáveis tanto aos químicos quanto aos infectantes. Os métodos mais comuns de pré-tratamento são a autoclavação, esterilização por calor seco e a desinfecção química; já para destinação final, a incineração é largamente empregada.

Na autoclavação, a descontaminação se dá quando o resíduo é exposto a altas temperaturas mediante contato com vapor de água, durante um período de tempo suficiente para destruir todos os agentes patogênicos. Para esporos bacterianos o processo requer uma temperatura mínima de 121°C. O tempo de contato teórico é de 20 minutos a 121°C ou 5 minutos para temperaturas superiores a 134°C. Porém, estudos realizados vêm demonstrando que a inativação de todos os micro-organismos vegetativos e da maioria dos esporos bacterianos, para uma quantidade pequena de resíduos (de 5 a 8 quilos), requer um ciclo de 60 minutos a 121°C, para que ocorra a completa penetração do vapor no material a ser autoclavado. A eficiência do processo depende do tipo e do tamanho dos recipientes a serem esterilizados, e ainda de sua distribuição no interior da autoclave.

Na esterilização por calor seco, utiliza-se a estufa durante 2 a 4 horas sob uma temperatura de 160 °C a 170 °C. É um processo lento e necessita de altas temperaturas, atua sobre todas as superfícies que não são penetradas pelo vapor. A

desinfecção química é indicada para o tratamento de resíduos líquidos como sangue, urina e outros fluidos corpóreos. Dentre os agentes desinfetantes mais comuns estão: aldeídos, compostos a base de cloro, sais de amônio e compostos fenólicos. A velocidade e a eficiência dependem do tipo e quantidade de substância empregada, do tempo e da extensão do contato entre o desinfetante e o resíduo, da matéria orgânica presente no resíduo, da temperatura, da umidade e do pH.

Já incineração é um processo indicado para os resíduos que não podem ser reciclados, reutilizados ou dispostos em aterros sanitários. Nesse processo de oxidação a elevadas temperaturas, é possível reduzir significativamente, em volume e em peso, a matéria orgânica submetida a esse tratamento. Para que o processo ocorra de maneira eficiente é preciso controlar alguns parâmetros como: conformação do equipamento, tempo de residência adequado, temperatura, turbulência, alimentação e oxigenação – para facilitar a oxidação completa. Recomenda-se que os materiais submetidos à incineração sejam pré-tratados por processo adequado para minimizar risco de exposição. Os incineradores modernos atuam com duas câmaras: na primeira, a temperatura deve ser de ao menos 800°C; na segunda, de ao menos 1000°C. Devem ser destinados à incineração os resíduos biológicos do tipo A1, A2, A3, A4 e A5, além de curativos, chumaços, espéculos descartáveis, esparadrapo, algodão, gaze, drenos, equipos, escalpes, bolsas coletoras, material de sutura, luvas, todo e qualquer material que entrar em contato com pacientes. É importante ressaltar que cinzas e escórias obtidas com a incineração contêm metais pesados e, portanto, devem ser caracterizadas segundo NBR - 10.004 e enviadas para aterro condizente com a classe do material.

**Tabela 9:** Resíduos biológicos: pré-tratamento e destinação final.

RESÍDUO BIOLÓGICO	PRÉ-TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO INDICADOS
Cultura e estoque de agentes infectantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Após autoclavado, pode ser enviado para incineração</li> </ul>
Resíduos líquidos de humanos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sangue ou outros fluidos corpóreos contaminados com sangue</li> <li>• Demais fluidos corpóreos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Após autoclavado, pode ser descartado na rede de esgoto</li> <li>• Após submetido à desinfecção química, pode ser descartado na rede de esgoto</li> </ul>
Resíduo patológico <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecido humano</li> <li>• Tecido animal associado a doença infectocontagiosa</li> <li>• Tecido animal associado a pesquisa de RNA recombinante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Em todos os casos deve ser embalado e armazenado com descrito na seção 3.1.5.1 (Armazenamento de animais)</li> </ul>
Animais <ul style="list-style-type: none"> <li>• Carcaças inteiras e peças; forração (por exemplo: maravalha) não-contaminados</li> <li>• Carcaças inteiras e peças; forração (por exemplo: maravalha) contaminados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Armazenados em <i>freezer</i> até serem enviados para incineração ou vala asséptica</li> <li>• Após serem autoclavados, podem ser enviados para incineração ou vala asséptica</li> </ul>
Perfurocortante <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminado por agente infectante</li> <li>• Não-contaminado por agente infectante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coletado em recipiente adequado por no máximo 90 dias ou até que complete três quartos do volume. Em seguida, enviado para incineração</li> <li>• Se estiver contaminado antes de ser incinerado, deve ser autoclavado</li> </ul>

Fonte: FONSECA, 2009.

Alguns resíduos podem receber mais de uma indicação. As técnicas recomendadas na Tabela acima são as normalmente utilizadas. Técnicas alternativas podem ser empregadas desde que forneçam o tratamento adequado e respeitem a legislação.

## 2.4 RESÍDUOS COMUNS

São aqueles assemelhados aos resíduos sólidos urbanos, compreendendo os resíduos sólidos comuns recicláveis e não recicláveis, que não mantiveram nenhum contato com contaminantes químicos, biológicos ou radioativos.

Os resíduos comuns têm as mesmas características dos resíduos domésticos, portanto, podem ser acondicionados em sacos plásticos comuns de qualquer cor, de acordo com a NBR 9190 para o acondicionamento de lixo de capacidade máxima de 100 litros.

Materiais recicláveis são separados em contenedores cujas cores, de acordo com a resolução do CONAMA número 283\01, são: para vidro- cor verde; para plástico cor vermelha; para metais- cor amarela; e para papéis cor azul.

Os resíduos sólidos orgânicos, provenientes do processo de produção e transformação dos vegetais, oriundos das podas de árvores, frutos, sementes, sobras de alimentos e de pré-preparo desses alimentos, que não tenham mantido contato com secreções, excreções ou outros fluidos corpóreos, ou que não tiveram contato com os contaminantes químicos e radioativos, podem ser utilizados no processo de compostagem, sendo transformados em matéria orgânica para serem convertidos em húmus e aproveitados como adubo orgânico. Estes resíduos devem ser acondicionados em recipientes na cor marrom.

Os resíduos não aproveitáveis devem ser acondicionados em contenedores na cor cinza.

---

# CAPÍTULO III

## RESÍDUOS QUÍMICOS

---

### 3.1 RESÍDUOS QUE PODEM SER DESCARTADOS DIRETAMENTE NA PIA OU NO LIXO

O descarte do resíduo químico somente poderá ser efetuado se o composto se enquadrar em todas as seis regras descritas abaixo. A não obediência de pelo menos uma das regras inviabilizará o descarte em lixo comum ou esgoto. A melhor opção é nunca descartar em lixo ou rede de esgoto, mas a possibilidade de doação, reciclagem ou recuperação.

1. Compostos solúveis em água (pelo menos 0,1 gramas ou 0,1 mililitros) e com baixa toxicidade podem ser descartados na rede de esgoto somente após diluição (100 vezes) e sob água corrente. Para os compostos orgânicos, é preciso também que seja m facilmente biodegradáveis. A quantidade máxima recomendável é de 100 g ou 100 mL/dia. Na figura abaixo encontram-se uma lista de compostos comuns em laboratórios que podem ser descartados no lixo comum ou rede de esgoto.
2. Misturas contendo compostos pouco solúveis em água, em concentrações inferiores a 2% podem ser descartados em pia.
3. Toxinas podem ser muito perigosas em concentrações baixas e, portanto, recomenda-se a sua destruição química antes do descarte.
4. Compostos com ponto de ebulição inferior a 50 °C não devem ser descartados na pia, mesmo que extremamente solúveis em água e pouco tóxicos. Lembrar que substâncias inflamáveis podem ser um perigo potencial de incêndio ou explosão.
5. O pH de soluções aquosas deve estar na faixa entre 6,0 e 8,0. Submeter as soluções que estejam fora desta faixa de pH a uma neutralização para, só então após este cuidado, descartar o resíduo.
6. Gases nocivos ou mal cheirosos e substâncias capazes de criar incômodo público não podem ser descartados como resíduos não perigosos.

**OBS:** Possíveis exceções e limitações às regras de descarte são encontradas na Resolução completa do CONAMA (ANEXO 4).

**Figura 18:** Alguns compostos que podem ser descartados diretamente na pia.

### Orgânicos

**Álcoois** com menos de 5 carbonos

**Dióis** com menos de 8 carbonos

**Alcoخالcoois** com menos de 7 carbonos

**Açúcares** (carboidratos)

**Aldeídos alifáticos** com menos de 7 carbonos

**Amidas:** RCONH<sub>2</sub> e RCONHR com menos de 5 carbonos e RCONR<sub>2</sub> com menos de 11 carbonos

**Aminas alifáticas** com menos de 7 carbonos

**Ácidos carboxílicos** com menos de 6 átomos de carbonos e seus sais de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup>

**Ácidos alcanodióicos** com menos de 5 carbonos:

**Ésteres** com menos de 5 carbonos

**Cetonas** com menos de 6 carbonos

### Inorgânicos

#### Cátions

Al<sup>3+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Fe<sup>2+,3+</sup>, H<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Li<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>,  
Na<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Sn<sup>2+</sup>, Ti<sup>3+,4+</sup>, Zr<sup>2+</sup>

#### Ânions

BO<sub>3</sub><sup>3-</sup>, B<sub>4</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup>, Br<sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, HSO<sub>3</sub><sup>3-</sup>,  
OCN<sup>-</sup>, OH<sup>-</sup>, I<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, SCN<sup>-</sup>

Fonte: LASSALI et al.

## 3.2 RESÍDUOS NÃO-CARACTERIZADOS

É comum nos laboratórios de pesquisa (e em menor escala nos laboratórios voltados exclusivamente para o ensino), a existência de um estoque indesejável de resíduos químicos sólidos, líquidos e gasosos não caracterizados. A existência deste tipo de herança é altamente problemática para qualquer programa de gerenciamento, visto que o tratamento e a destinação final deste estoque é, quase sempre de difícil solução, não apenas sob o aspecto técnico, mas também sob o aspecto econômico.

A existência deste tipo de resíduo também pode ser encarada sob um ângulo mais otimista, pois a grande maioria dos laboratórios que não enfrenta este tipo de problema é por que já se livrou deste estoque descartando nas pias ou usando outros métodos cômodos, via de regra pouco ortodoxos e não recomendados. A identificação e caracterização deste é quase sempre uma tarefa que exige muita paciência, cuidado e investigação criteriosa. Além do mais, as chances de sucesso (ou seja, a caracterização completa do resíduo) são geralmente pequenas e,

assim sendo, as metas devem ser bastante realistas nesta etapa . Quase sempre esta caracterização é prejudicada pelos seguintes fatores:

- a) Ausência total de rótulos ou qualquer outro indicativo do produto
- b) Rótulos deteriorados pelo tempo e ilegíveis
- c) Misturas complexas incluindo mais de uma fase (sólido/líquido)

A caracterização preliminar pode ser feita realizando-se os seguintes ensaios\testes:

#### Ensaio de chama e de inflamabilidade.

Este procedimento visa detectar a presença de substâncias inflamáveis (ou combustíveis), bem como a presença de alguns sais de metais que emitem radiação no visível sob ação de calor (metais alcalinos, Ca, Sr, Ba, Cu, In e Tl). Substâncias que queimam podem corresponder a substâncias orgânicas e as que não se alteram na chama sugerem compostos refratários e estáveis ao calor.

O ensaio é realizado imergindo um bastão de porcelana ou cerâmica no líquido ou, no caso de material sólido, o bastão deve ser previamente umedecido com água para aderência do mesmo. É totalmente desaconselhável a utilização de alças de platina ou de Ni-Cr, posto que o material desconhecido pode corresponder a substâncias fortemente alcalinas (NaOH, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) ou a elementos como enxofre e fósforo, os quais atacam os metais acima mencionados. A quantidade de material empregada não deve exceder a uma gota ou a alguns grânulos de sólido para minimizar efeitos decorrentes do manuseio de algum material explosivo sob chama.

#### Solubilidade e reatividade com água

É um ensaio bastante informativo, mas que exige cuidados na sua realização devido à natureza desconhecida do material, o qual pode ser um metal reativo, um composto que se dissolve com considerável evolução (ou absorção) de calor ou que sofre hidrólise. Há ainda que se considerar a possibilidade da presença de espécies altamente tóxicas, como cianetos e sulfetos, para as quais existem procedimentos bem definidos de identificação.

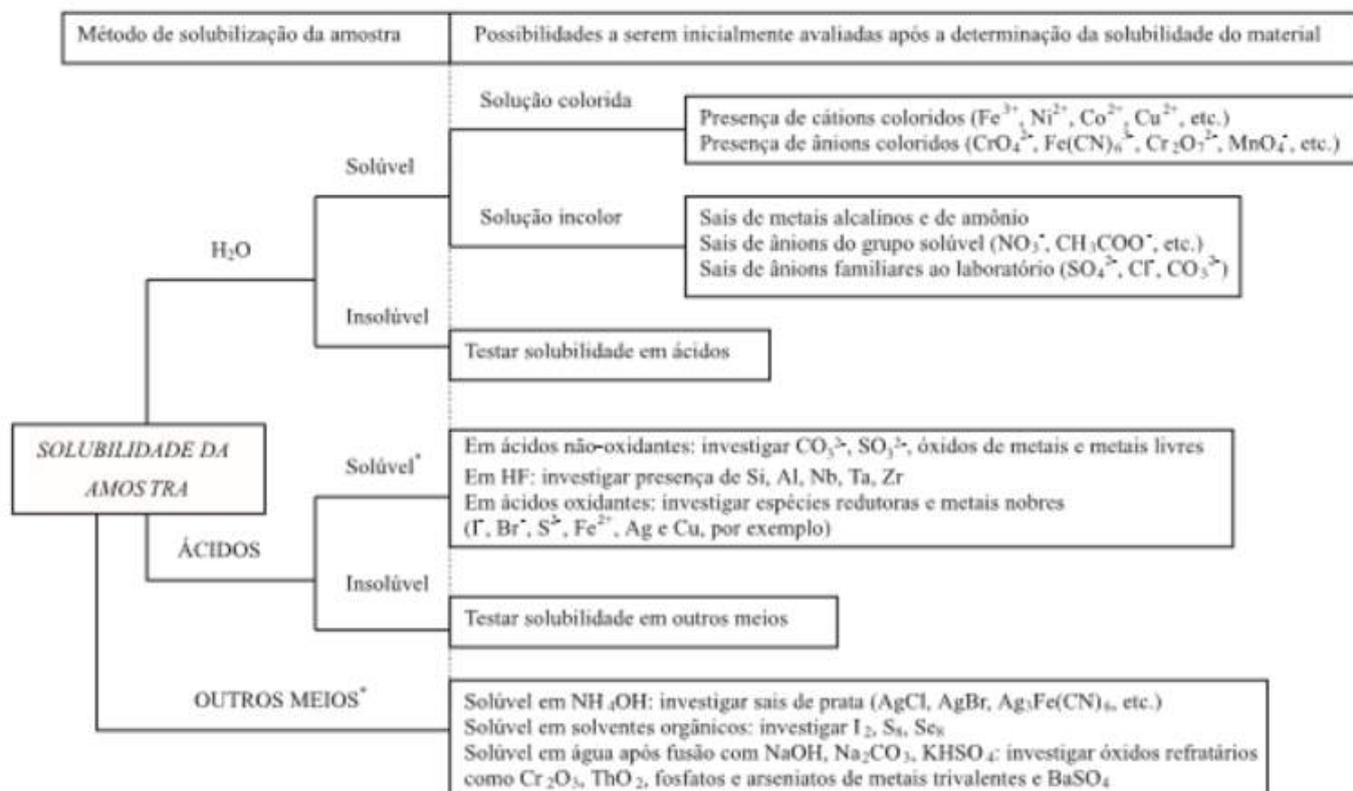
A manipulação é feita com material de vidro rigorosamente seco, empregando não mais que uma gota de líquido ou um grânulo de sólido. O experimento deve ser conduzido em uma placa de toque transparente, à temperatura ambiente. Nos ensaios a quente, empregaram-se tubos de ensaio em banho-maria.

#### Solubilidade em outros solventes

Caso o material não seja solúvel em água, tenta-se a abertura em meio ácido, utilizando os seguintes reagentes: CH<sub>3</sub>COOH, HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub> + HCl (água régia) e HF. Os experimentos devem ser conduzidos em capela e em tubos de ensaio à temperatura ambiente ou à quente em banho-maria. Para cada solvente utilizado, emprega-se, inicialmente, solução 6 mol L<sup>-1</sup>, seguido do produto concentrado se necessário. Os ensaios sempre se iniciam com os ácidos não-oxidantes. Em caso de insolubilidade ou de reação lenta em meio ácido, testam-se fusões com Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, NaOH ou KHSO<sub>4</sub>, e a dissolução em NaOH ou NH<sub>3(aq)</sub>. Na suspeita de um produto orgânico, ou de uma substância inorgânica apolar (I<sub>2</sub>, por exemplo) empregam-se os seguintes

solventes: álcool etílico, éter etílico, clorofórmio, acetona, tolueno e dissulfeto de carbono, sendo o experimento conduzido em tubo de ensaio à temperatura ambiente.

**Figura 19:** Solubilização de amostras.



Fonte: AFONSO et al. 2005.

### Cor

Trata-se de um item importante para descartar a presença de analitos coloridos no caso de amostras brancas ou incolores. No caso de amostras coradas, buscou-se correlacionar a cor de sua solução aquosa com a de cátions ou ânions coloridos. Em geral, o critério de cor não é de grande valia na caracterização de compostos orgânicos; com o tempo, muitos deles se degradaram (oxidação, polimerização) gerando borras, gomas e lacas de coloração marrom a preta, dificultando qualquer conclusão fidedigna.

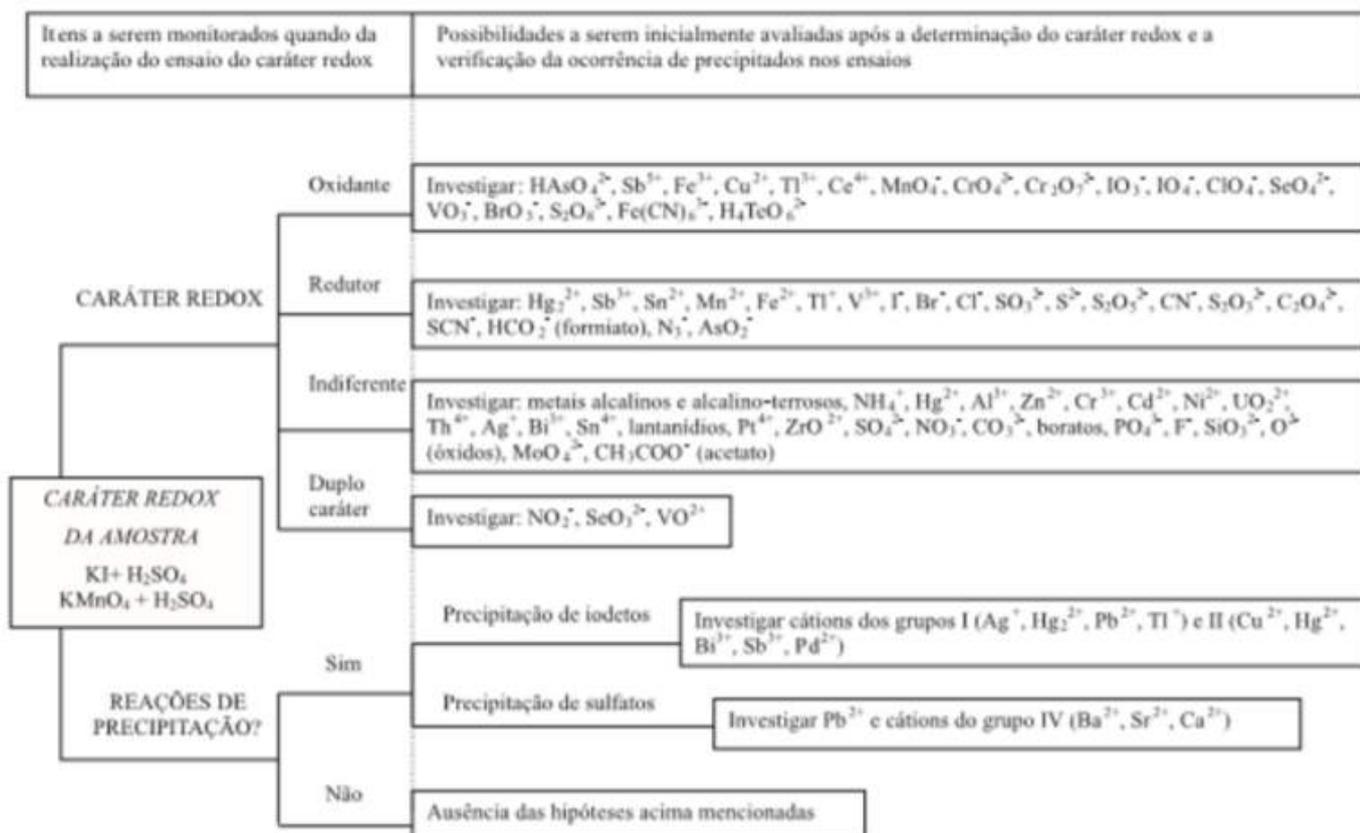
A Figura 19 mostra as diversas estratégias de análise que podem ser empregadas após a realização dos ensaios de solubilidade e cor da solução das amostras. Elas permitem observar que existem possibilidades bastante distintas conforme os resultados obtidos, o que significa na prática uma economia de tempo e uma redução das possibilidades a serem investigadas num primeiro momento. Deve-se atentar também, caso se verifique coloração no ensaio da chama, para a necessidade de incluir metais alcalino-terrosos, Tl e In, no rol das avaliações iniciais no caso de soluções incolores após a dissolução em água ou outros solventes.

### Caráter redox

Foi determinado através de dois ensaios em paralelo, em placa de toque: um com KI (agente redutor) + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> diluído e outro com KMnO<sub>4</sub> (agente oxidante) + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> diluído. Apenas as amostras dissolvidas em água régia não puderam ter seu caráter redox determinado em

solução; nesse caso, empregou-se o material original. Afora a determinação do caráter redox em si, este procedimento é muito útil, pois pode revelar a presença de cátions metálicos que precipitam tanto com o ânion sulfato como com o ânion iodeto. A Figura 20 esquematiza as possibilidades segundo os resultados que podem ser obtidos neste ensaio, onde fica bem claro que o universo de possibilidades pode ser bastante reduzido com a correta execução deste experimento.

**Figura 20:** Ensaio para determinação de caráter redox.



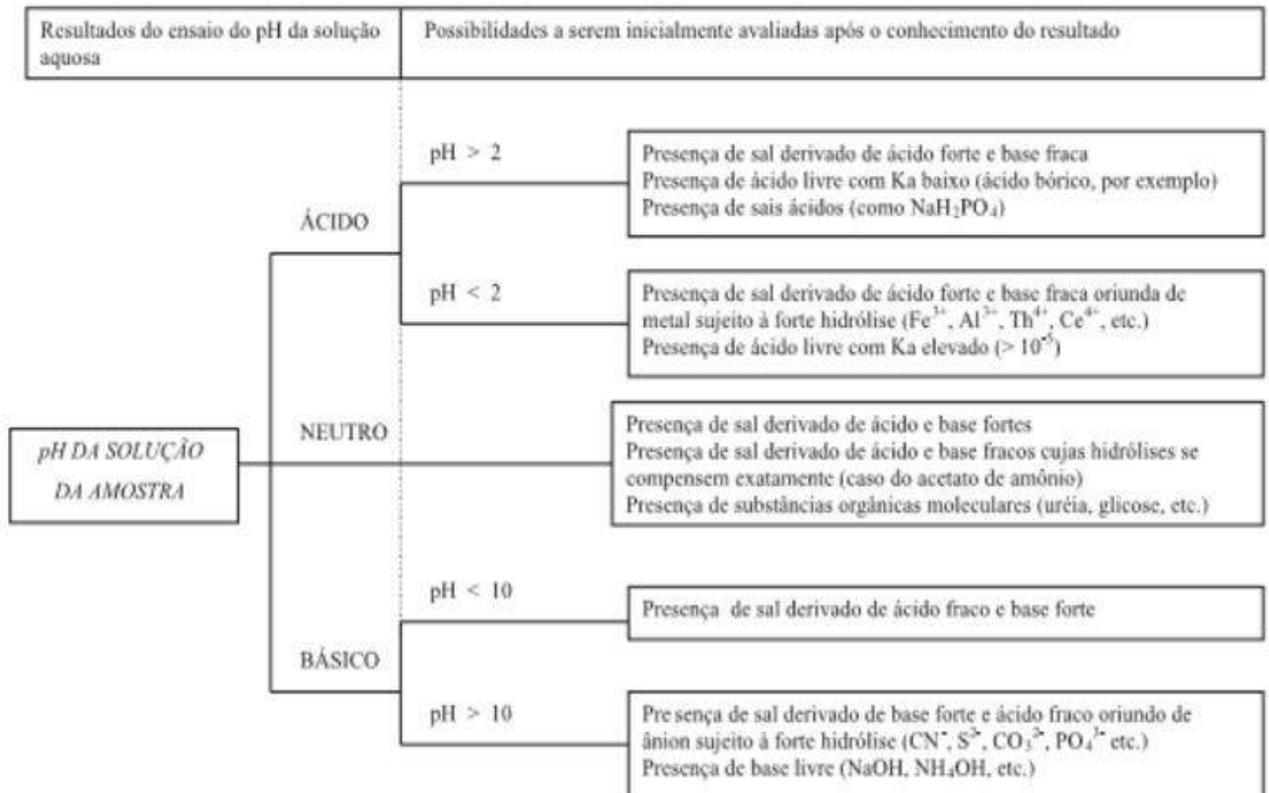
Fonte: AFONSO et al. 2005.

## pH

Ensaio pertinente apenas aos produtos solúveis em água, fornece informações acerca da natureza do sal (por exemplo, derivado de ácido forte e base forte, ácido fraco e base forte) ou dá margem à suspeita da presença de um ácido, de uma base livre ou ainda de sais ácidos.

Deve ser conduzido com papéis de tornassol azul/vermelho e papéis universais (faixa de pH 0 a 14). A Figura 21 apresenta as várias possibilidades segundo a faixa de pH medida experimentalmente. Deve-se levar em conta que o estabelecimento de limites de pH acima e abaixo de 2 ou 10 é meramente arbitrário, servindo para distinguir sais onde ocorre uma hidrólise extensiva do cátion (ou do ânion) dos outros sais, bem como suspeitar da presença de sais ácidos e de ácidos ou bases livres.

**Figura 21:** Natureza dos resíduos a partir do pH do meio.



Fonte: AFONSO et al. 2005.

### Outros testes

Para verificar presença de cianetos, adicione 1 gota de cloroamina-T e uma gota de ácido barbitúrico/piridina em 3 gotas de resíduo. A cor vermelha indica teste positivo.

Já para presença de sulfetos, na amostra acidulada com HCl, o papel embebido em acetato de chumbo fica enegrecido.

### **3.3 SEGREGAÇÃO**

A segregação correta tem o intuito de facilitar e dinamizar os trabalhos de minimização, recuperação/destruição e destinação final. Desse modo, os resíduos devem ser separados em categorias. Substâncias que não se enquadram nas categorias propostas devem ser avaliadas quanto à compatibilidade química e adicionadas a uma delas, ou armazenadas em separado. A responsabilidade pela correta segregação do resíduo é do indivíduo que o gerou.

Procurar adotar como regra para segregação dos resíduos químicos os seguintes grupos:

- ❖ Solventes e soluções de orgânicos que não contenham halogênios: para recuperação ou descarte final (ex: hexano, tolueno, fenol, acetona, acetato de etila, acetonitrila, etc);
- ❖ Solventes e soluções de orgânicos que contenham halogênios: para recuperação ou descarte final (ex: clorofórmio, diclorometano, tetracloreto de carbono, etc).
- ❖ Resíduos sólidos de orgânicos perigosos: para descarte final.
- ❖ Resíduos sólidos de inorgânicos perigosos: para descarte ou recuperação.
- ❖ Mercúrio e seus sais: para recuperação.
- ❖ Resíduos de metais nobres: para recuperação.

### 3.4 ALGUMAS ORIENTAÇÕES PARA SEGREGAR CORRETAMENTE OS RESÍDUOS

#### 3.4.1 Solventes orgânicos e soluções de compostos orgânicos

Evitar misturar aleatoriamente os solventes. Além de ser uma prática perigosa, dificulta medidas de recuperação e purificação, e em geral aumenta o custo de descarte final para as amostras não recuperáveis.

##### Para descarte (incineração)

Separar em diferentes recipientes adotando a seguinte corrente:

- Solventes não halogenados, < 5% água
- Solventes não halogenados, > 5% água
- Solventes halogenados, < 5% água
- Solventes halogenados, > 5% água
- Solventes contendo pesticidas.

Misturas de acetonitrila e água ou solução tampão, de uso comum em cromatografia, deverão ser segregados em recipientes próprios para posterior tratamento, antes do descarte.

##### Para recuperação

Sempre que um solvente estiver sendo produzido como resíduo em grande quantidade e sua recuperação for viável, ele deverá ser segregado em um recipiente próprio.

Separar em diferentes recipientes adotando a seguinte corrente:

- Solventes halogenados: clorofórmio, diclorometano, tetracloreto de carbono, tricloroetano, etc.
- Acetatos e aldeídos
- Ésteres e éteres: acetato de etila, éter etílico, etc.

→Hidrocarbonetos: pentano, hexano, tolueno e derivados, etc.

→Álcoois e cetonas: etanol, metanol, acetona, butanol, isopropanol, etc.

### 3.4.2 Resíduos sólidos de orgânicos perigosos

Deverão ser segregados e identificados para tratamento e/ou disposição final.

→Sólidos orgânicos com ou sem metais pesados

→Peróxidos orgânicos

### 3.4.3 Resíduos aquosos com metais pesados

O metal deverá ser precipitado no local de sua geração. O resíduo líquido aquoso poderá ser descartado na pia, somente após análise para verificação da eficiência do procedimento de precipitação e acerto de pH. O precipitado deverá ser empacotado e armazenado em depósitos do departamento de origem. Soluções contendo metais pesados com contaminação orgânica deverão ser segregadas e identificadas para tratamento e/ou disposição final. O metal deverá ser precipitado e o resíduo orgânico ou orgânico/aquoso deverá ser tratado de acordo com sua classe.

**Tabela 10:** Intervalo de pH para precipitação de cátions na forma de hidróxidos.

<b>Metal</b>	<b>Intervalo de pH</b>	<b>Metal</b>	<b>Intervalo de pH</b>
alumínio Al(III)	7-8	Molibidênio Mo(VI)	precipitado como sal de cálcio
arsênio - As(III)	precipitado como sulfeto	nióbio - Nb(V)	1-10
arsênio - As(V)	precipitado como sulfeto	níquel -Ni(II)	8-14
berílio - Be(II)	7-8	ósmio - Os(IV)	7-8
antimônio - Sb(II)	7-8	ouro - Au(III)	7-8
antimônio Sb(IV)	7-8	paládio - Pd(II)	7-8
bismuto - Bi(III)	7-14	paládio - Pd(IV)	7-8
cádmio - Cd(II)	7-14	platina - Pt(II)	7-8
chumbo - Pb(II)	7-8	prata - Ag(I)	9-14
cobalto - Co(II)	8-14	Rênio - Re(III)	6-14
cobre - Cu(I)	9-14	Rênio - Re(VII)	precipitado como sulfeto
cobre - Cu(II)	7-14	Ródio - Rh(III)	7-8

cromo - Cr(III)	7-14	Rutênio - Ru(III)	7-14
escândio - Sc(III)	8-14	selênio - Se(IV)	precipitado como sulfeto
estanho - Sn(II)	7-8	selênio - Se(VI)	precipitado como sulfeto
estanho - Sn(IV)	7-8	tálio - Tl(III)	9-14
ferro - Fe(II)	7-14	tântalo - Ta(V)	1-10
ferro - Fe(III)	7-14	telúrio - Te(IV)	precipitado como sulfeto
gálio - Ga(III)	7-8	telúrio - Te(VI)	precipitado como sulfeto
germânio - Ge(IV)	6-8	titânio - Ti(III)	8-14
háfnio - Hf(IV)	6-7	titânio - Ti(IV)	8-14
índio - In(III)	6-13	tório - Th(VI)	6-14
irídio - Ir(IV)	6-8	tungstênio - W(IV)	precipitado como sal de cálcio
Magnésio - Mg(II)	9-14	vanádio - V(IV)	7-8
Manganês - Mn(II)	8-14	vanádio - V(V)	7-8
Manganês - Mn(IV)	7-14	Zinco - Zn(II)	7-8
Mercúrio - Hg(i)	8-14	Zircônio - Zr(IV)	6-7

Fonte: Cf. Chemical Safety Matters. (1992)

#### 3.4.4 Outros

Materiais diversos tais como tintas, vernizes, resinas diversas, óleos de bomba de vácuo (exceção àqueles contaminados com PCB's), fluídos hidráulicos, etc, devem ser segregados e identificados para tratamento e/ou disposição final

#### 3.5 SELECIONANDO O RECIPIENTE

- ❖ Cada tipo de resíduo ou mistura de resíduos deverá ter o seu recipiente apropriado e devidamente rotulado independente de estar ou não cheio. Não adotar recipiente com volume máximo superior a 20 L.
- ❖ Escolher um recipiente quimicamente compatível com o resíduo. Não usar recipiente metálico para estocar ácidos (ex: ácido pícrico e soluções). Não usar recipiente de vidro para estocar base ou ácido fluorídrico.

- ❖ Adotar a utilização de uma bandeja plástica para acomodar os recipientes que contenham resíduos durante o armazenamento temporário em laboratórios ou mesmo nos depósitos. Esta prática aumenta a segurança no caso de quebra ou vazamento do recipiente principal durante a armazenagem.
- ❖ Adotar um recipiente para soluções contendo metais pesados, outro para misturas de solventes não halogenados, outro para solventes halogenados e assim sucessivamente. Sempre armazená-los considerando regras de incompatibilidade química.
- ❖ A quantidade de resíduos químicos líquidos nos recipientes não deve exceder a 80% de sua capacidade total. Recipientes muito cheios aumentam o risco de acidentes durante o manuseio.
- ❖ Para empacotamento de resíduos sólidos: Se possível mantê-los em seu recipiente original. Neste caso substituir o rótulo original pelo modelo adotado. Na ausência do frasco original, condicionar o resíduo em saco plástico de alta resistência (verificar compatibilidade). Usar dois sacos plásticos para este condicionamento se necessário. Após vedar o saco condicione-o em uma caixa de papelão. Vedar a caixa com fita adesiva apropriada e rotular com o rótulo padronizado.

### **3.6 ROTULAGEM**

Todas as identificações devem ser padronizadas para uma melhor execução dos trabalhos de recuperação a serem realizados. Informações sobre o Rótulo Padrão para identificação e apoio técnico para classificação dos resíduos são descritas abaixo.

Um dos elementos principais de um rótulo é a simbologia adotada de risco fornecida pela “National Fire Protection Association” (NFPA), conhecida como Diagrama de Hommel ou Diamante do Perigo (DP). O diagrama possui sinais de fácil reconhecimento e entendimento, os quais podem dar uma ideia geral do comportamento do material, assim como de seu grau de periculosidade. A classificação do Diagrama de Hommel deve priorizar o produto mais perigoso do frasco, independente de sua concentração;

O diagrama de Hommel é um losango maior subdividido em quatro losangos menores. Cada um dos losangos expressa um tipo de risco, aos quais serão atribuídos graus de risco variando entre 0 e 4. Quanto maior o número, maior o risco. O quarto quadrante reserva-se às características especiais do material (Figura 22

Os códigos da NFPA recomendados referem-se às substâncias puras. Na rotulagem dos resíduos deverão ser utilizados os códigos das substâncias com características de: Danos à saúde (azul), inflamabilidade (vermelho), reatividade (amarelo) e riscos específicos (branco).

**Figura 22:** Diagrama de Hommel.



Fonte: UFU, 2014.

**Figura 23:** Numeração para o diagrama de Hommel.

<b>Riscos à Saúde</b>	<b>Inflamabilidade</b>
4 - Letal 3 - Muito Perigoso 2 - Perigoso 1 - Risco Leve 0 - Material Normal	4 - Abaixo de 23°C 3 - Abaixo de 38°C 2 - Abaixo de 93°C 1 - Acima de 93°C 0 - Não queima
<b>Riscos Específicos</b>	<b>Reatividade</b>
OX - Oxidante ACID - Ácido ALK - Álcali (Base) COR - Corrosivo W - Não misture com água	4 - Pode explodir 3 - Pode explodir com choque mecânico ou calor 2 - Reação química violenta 1 - Instável se aquecido 0 - Estável

Fonte: UFU, 2014.

Exemplos de algumas substâncias que se enquadram na inflamabilidade são:

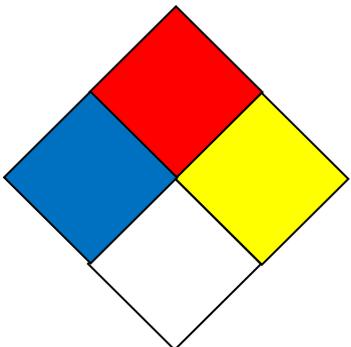
- 4 - Gases inflamáveis, líquidos muito voláteis.
- 3 - Substâncias que entram em ignição a temperatura ambiente.
- 2 - Substâncias que entram em ignição quando aquecidas moderadamente.

1 - Substâncias que precisam ser aquecidas para entrar em ignição.

Para o preenchimento do Diagrama de Hommel, pode-se consultar sítios eletrônicos de universidades internacionais ou livros que contenham fichas “Material Safety Data Sheet” (MSDS), ou também as chamadas Fichas de Informação de Segurança de Produto Químico (FISPQ), onde a classificação de cada produto químico pode ser encontrada.

No entanto, o diagrama de Hommel é apenas um elemento do rótulo. Deve-se completar a etiqueta com o nome do produto/resíduo principal (sempre o produto mais tóxico) e, no espaço reservado para produtos/resíduos secundários, deve-se descrever todos os demais materiais contidos nos frascos, mesmo os que apresentam concentrações muito baixas (traços de elementos) e, inclusive, água. Informações como o nome do responsável, procedência do material e data são de grande importância para uma precisa caracterização do material.

**Figura 24:** Exemplo de rótulo.

	<b>PRODUTO QUÍMICO</b>	
	Produto Principal:	
	Produtos Secundários:	
	Procedência:	
<b>Universidade Federal Fluminense - UFF</b>	Responsável:	
	Data:	

### 3.7 TRATAMENTO E DESCARTE DE RESÍDUOS NO LABORATÓRIO GERADOR

A seguir são descritos tratamentos adequados para os resíduos mais comuns.

#### 3.7.1 Ácidos e bases (sem metais pesados)

Para sólidos ou pastas: misturar com o mesmo volume de água. Ajustar o pH entre 6 e 8.

Para soluções concentradas: diluir até obtenção de solução com 50% de água. Ajustar o pH.

Para soluções diluídas: ajustar o pH.

**Ácidos (clorídrico, sulfúrico, nítrico, acético, perclórico, ácidos sólidos, etc):** Neutralizar com uma base (é sugerido o emprego de uma mistura de bicarbonato de sódio + carbonato de cálcio), acertar o pH entre 6,0 e 8,0 (verificar com papel indicador ou gotas de fenolftaleína), descartar o sobrenadante na pia sob água corrente. Se sobrar material sólido, verificar se pode ser descartado no lixo, caso contrário, este deverá ser acumulado e, posteriormente, enviado para tratamento ou descarte.

OBS: Ver cuidados com fosfatos no item 3.7.2.

**Bases (aminas, soluções de hidróxidos, soluções de alcoolatos, amônia, etc):** Neutralizar com um ácido fraco ou diluído (ácido acético, por ex.). Acertar o pH entre 6,0 e 8,0 e descartar em pia.

### 3.7.2 Metais pesados (e seus sais)

Identificar, precipitar (como sais insolúveis), filtrar e recolher o sólido em recipientes separados. A precipitação poderá ser realizada com soda cáustica ( $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3$ ) em excesso. Neutralizar o sobrenadante, verificar eficiência da precipitação e descartar na pia sob água corrente.

Uma dica: os tampões fosfatos, tão utilizados em laboratórios, devem ser considerados poluentes, pois o fosfato contribui para a eutrofização dos rios e diminuição da oxigenação da água. A sugestão é que os tampões fosfatos sejam usados para estocagem de metais pesados: a solução de fosfato deve ter o pH elevado a 10, e depois misturado à solução com metais pesados para permitir formação do precipitado.

#### Algumas sugestões de tratamentos alternativos

**Sais de chumbo:** adicionar, sob agitação, uma solução 0,1% de metassilicato de sódio. Ajustar o pH em 7,0 com ácido sulfúrico  $2,0 \text{ mol L}^{-1}$ . Deixar a solução em repouso por uma noite. Filtrar o precipitado ou evaporar a solução na capela. Guardar o material sólido em recipiente de plástico. Verificar se sobraram íons chumbo no sobrenadante. Repetir o procedimento até não apresentar mais precipitação. Descartar a fase líquida na pia. ( $\text{Pb}^{2+} + \text{Na}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{PbSiO}_3 \text{ (insolúvel)} + 2\text{Na}^+$ )

**Sais de cádmio:** adicionar, sob agitação, uma solução 0,1% de metassilicato de sódio à solução que contém sais de cádmio. Ajustar o pH em 7,0 com ácido sulfúrico  $2,0 \text{ mol L}^{-1}$ . Aquecer a  $80^\circ\text{C}$  por 15 minutos, para que a reação seja completa. Filtrar o precipitado. Somente após verificar a eficiência do procedimento, descartar o sobrenadante na pia. O precipitado deve ser guardado em recipiente de plástico. ( $\text{Cd}^{+2} + \text{Na}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{CdSiO}_3 \text{ (insolúvel)} + 2\text{Na}^+$ )

**Sais de mercúrio:** ajustar o pH da solução que contém sais de mercúrio acima de 10; deixar repousar por 12 horas para garantir a precipitação completa do hidróxido de mercúrio. Filtrar. Verificar se a precipitação foi completa adicionando uma solução 20% de sulfeto de sódio ou cálcio ao líquido sobrenadante. Recolher o precipitado em embalagem especial (recipiente de plástico). Armazenar o mercúrio precipitado como hidróxido e como sulfeto em diferentes recipientes para facilitar o processo de recuperação do material. A fase aquosa deve ser tratada

para retirada do excesso de sulfeto (ver item 3.7.6). O líquido sobrenadante deve ser diluído com água, em abundância, antes de ser eliminado no esgoto.

**Mercúrio metálico:** armazenar em um recipiente plástico reforçado e devidamente vedado. Manter o metal submerso em água. Manter o frasco fechado. Vidros contaminados com mercúrio podem ser tratados com sulfeto de cálcio obtendo-se o sulfeto de mercúrio (lembrar de armazená-lo em frasco distinto ao empregado para o mercúrio metálico ou para o precipitado como hidróxido).

**Sais de crômio (VI):** ajustar o pH da solução que contém o crômio (VI) à um valor menor que 3,0, utilizando ácido sulfúrico 3,0 mol.L<sup>-1</sup>. Adicionar tiosulfato de sódio, sob agitação, e deixar reagir por cinco minutos até verificar alteração da cor laranja para verde. Elevar o pH entre 9-10 adicionando NaOH 3,0 mol.L<sup>-1</sup>. Evaporar a solução em um béquer quase a secura. Filtrar imediatamente ou deixar por uma semana para decantar. Testar o líquido sobrenadante até não haver mais precipitação. Neutralizar e descartá-lo na pia. O precipitado deve ser guardado em frasco plástico com tampa.

**Solução sulfocrômica:** não deve ser utilizada para limpeza de vidraria nos laboratórios. O Crômio (VI) presente na solução é, comprovadamente, cancerígeno em humanos e acumula-se no meio ambiente. A solução pode ser substituída pela solução sulfonítrica (1 a 2 partes de ácido sulfúrico para 3 partes de ácido nítrico) ou por uma solução alcoólica de hidróxido de potássio 5%, (5g de KOH em 100 mL de etanol); neste caso não se deve deixar a vidraria em contato com a solução por muito tempo (máximo de 10min); em seguida, lavar com água em abundância e antes de passar água destilada, enxaguar com ácido (HCl 0,01 mol L<sup>-1</sup>) para neutralizar as paredes do vidro.

**Sais de Crômio(III):** ajustar o pH entre 9-10 com NaOH 3,0 mol.L<sup>-1</sup>. Evaporar a solução quase a secura. Filtrar o precipitado. Verificar se a precipitação foi completa pela adição de uma quantidade adicional de NaOH ao filtrado. Repetir até não haver mais precipitado. O filtrado deve ser neutralizado e logo depois despejado no esgoto comum. O resíduo sólido deve ser guardado em frasco plástico.

**Sais de níquel:** adicionar NaOH até ajustar o pH à 7-8 para precipitar o níquel na forma de hidróxido. Testar se a precipitação foi completa com uma solução 1% de dimetilglioxima em 1-propanol; se ainda houver níquel na solução, esta ficará vermelha e será necessário repetir o procedimento. Filtrar. O sólido formado deve ser guardado em frasco plástico. O filtrado pode ser descartado na pia.

**Sais de cobre:** a precipitação dos íons cuproso (Cu<sup>1+</sup>) e cúprico (Cu<sup>2+</sup>), na forma de hidróxidos é recomendada devido à insolubilidade do hidróxido formado. Para soluções contendo íons cuproso, adicionar NaOH à solução até pH 9,0; filtrar; guardar o sólido em frasco plástico; o filtrado pode ser descartado na pia. Para soluções de íon cúprico, adicionar NaOH até pH 7; filtrar e descartar o filtrado.

### 3.7.3 Cianetos

O cianeto de potássio e todos os outros cianetos são venenos mortais, devendo ser tomado muito cuidado na sua utilização. Trabalhar em capela utilizando todos os equipamentos de proteção individual necessários.

Para sólidos ou pastas: misturar com o mesmo volume de água. Adicionar 1 g de NaOH para 100 mL de solução. Aplicar o método do sulfato ferroso, descrito abaixo.

Soluções concentradas: diluir até obtenção de solução com 50% de H<sub>2</sub>O. Adicionar 1 g de NaOH por 50-100 mL de solução. Aplicar o método do sulfato ferroso.

Soluções aquosas diluídas: adicionar 1 g de NaOH por 50-100 mL de solução. Aplicar o método do sulfato ferroso.

Método do sulfato ferroso: adicionar à solução tratada com NaOH, 1 g de sulfato ferroso para cada 0,2 g de cianeto utilizado, para converter o íon CN<sup>-</sup> em ferrocianeto [Fe(CN)<sub>6</sub>]<sup>4-</sup>. Adicionar HCl (até completa neutralização). Uma solução clara e um precipitado, chamado azul da Prússia, serão formados. O resíduo líquido pode ser descartado no esgoto comum. O sólido formado pode ser guardado para futura utilização como corante. ( $6\text{CN}^- + \text{Fe}^{2+} \rightarrow [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ ,  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} + \text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ ).

### 3.7.4 Acetonitrila (pura ou misturada com água ou com outros solventes não halogenados)

Não pode ser enviada para incineração, pois o processo de degradação térmica gera cianeto. Uma alternativa é submeter o resíduo deste solvente a um processo químico conhecido como hidrólise básica: adiciona-se ao resíduo um grande excesso de base; após a dissolução do hidróxido leva-se a mistura a um equipamento de refluxo com captação de amônia (similar ao utilizado na determinação de N amoniacal por Kjeldhal), por 6 horas. A reação entre a base e a acetonitrila gera como produtos amônia e o ácido acético. Finalizado o refluxo, neutraliza-se a solução e descarta-se na pia se o resíduo não contiver outras substâncias tóxicas.

### 3.7.5 Agentes oxidantes

Hipocloritos, cloratos, bromatos, iodatos, periodatos, peróxidos e hidroperóxidos inorgânicos, cromatos, dicromatos, molibdatos, manganatos e permanganatos podem ser reduzidos por hipossulfito de sódio. O excesso de hipossulfito deve ser destruído com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Depois disso, diluir e descartar na pia.

### 3.7.6 Sulfetos inorgânicos

Reagir o sulfeto com excesso de água sanitária (hipoclorito de sódio). Deixar repousar em capela por uma noite. Descartar em pia após diluição se não contiver metais pesados. Na presença de metais pesados, proceder conforme item 3.7.2. (Ex:  $\text{Na}_2\text{S} + 4\text{NaOCl} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 4\text{NaCl}$ )

### 3.7.7 Metais finamente divididos (Al, Co, Fe, Mg, Mn, Ni, Pd, Pt, Ti, Sn, Zn, Zr, e suas ligas)

Suspender o pó em água, até formar uma pasta; colocar em um recipiente metálico formando uma camada fina; deixar secar ao ar. Conforme a mistura for secando, formar-se-ão, óxidos que não são pirofóricos. Descartar como resíduos de metal ou solicitar recuperação, dependendo da natureza do metal.

Outra alternativa: solubilizar com ácido e depois precipitar seguindo o procedimento descrito no item 3.7.2.

### **3.7.8 Resíduos com substâncias hidrolizáveis ( tais como $TiCl_4$ , $SnCl_4$ , $AlCl_3$ , $ZrCl_4$ )**

Utilizar agitador magnético e funil de adição. Adicionar pequenas quantidades em água, com resfriamento (banho de gelo) e agitação constante. A solução resultante deve ser tratada como os resíduos de metais (verificar se pertence à lista de cátions que podem ser descartados na pia; verificar se a concentração da solução permite seu descarte) .

### **3.7.9 Haletos e haletos de não-metais ( $BCl_3$ , $PCl_3$ , $SiCl_4$ , $SOCl_2$ , $SO_2Cl_2$ , $PCl_5$ )**

O procedimento pode também ser utilizado na destruição de:  $RCOX$ ,  $RSO_2X$ ,  $(RCO)_2O$  (onde X = cátion não metálico).

Colocar em um balão de 3 bocas, provido de termômetro, balão de adição e agitador mecânico, 600 mL de  $NaOH$   $2,5 \text{ mol L}^{-1}$ . Adicionar lentamente o resíduo sob agitação constante; se a temperatura aumentar com a adição do resíduo, deve-se continuar a adição do mesmo sem aquecimento; se isto não ocorrer, aquecer o balão até cerca de  $90^\circ C$ ; antes de continuar a adição do resíduo, continuar o aquecimento até que solução seja clara; resfriar à temperatura ambiente. Neutralizar à pH 7,0 e descartar na pia, lentamente e sob água corrente.

OBS:  $PCl_5$  e outros sólidos devem ser tratados em um bequer (tendem a endurecer) com gelo pela metade; depois que o gelo derreter, se a solubilização não for completa, aquecer ligeiramente.  $S_2Cl_2$  forma  $Na_2S$ ; deve passar pela destruição de sulfetos antes de ser descartado na pia.

### **3.7.10 Brometo de etídio**

No caso de grandes quantidades do composto coloque-o em um recipiente separado e rotulado para eliminação por incineração. As soluções diluídas devem ser desativadas e neutralizadas antes de serem descartadas em pia sob grande fluxo de água corrente. A desativação pode ser confirmada usando a luz UV (detectar fluorescência). Dois diferentes métodos de desativação podem ser utilizados:

Método Armour: Embora seja simples é bastante controverso pois se acredita que a reação de desativação produza produtos e subprodutos poluentes.

Usar luvas, roupas e óculos de proteção. Trabalhar na capela.

A uma solução de 34 mg de brometo de etídio em 100 mL de água, são adicionados 300 mL de alvejante caseiro. A mistura deve ser agitada à temperatura ambiente por quatro horas e colocada em repouso por 2-3 dias. Ajustar o pH a 6-8 com hidróxido de sódio. Descartar na pia.

Método de Lunn e Sansone: Para cada 100 mL da solução do brometo de etídio adicionar ácido hipofosforoso 5%. Adicionar 12 mL de  $\text{NaNO}_2$  (nitrito de sódio)  $0,5 \text{ mol L}^{-1}$ . Agitar e deixar em repouso por 20 horas. Ajustar o pH a 6-8 com hidróxido de sódio. Descartar na pia.

### 3.7.11 Compostos formadores de peróxidos

Determinados produtos químicos podem formar peróxidos perigosos quando expostos ao ar e à luz. A formação do peróxido pode ser detectada pela inspeção visual para sólidos cristalinos ou líquidos viscosos, ou usando métodos químicos de análise quantitativa ou qualitativa descritos abaixo.

Compostos que podem explodir mesmo sem concentração por evaporação (descartar 3 meses após abrir o frasco do composto): éter divinílico, divinil acetileno, éter isopropílico, cloreto de vinilideno, potássio, amideto de potássio, amideto de sódio.

Compostos que são perigosos se concentrados por destilação ou evaporação (testar formação de peróxidos ou descartar após 6 meses): acetal, acetaldeído, cumeno, cicloexeno, cicloocteno, ciclopenteno, diacetileno, dicitlopentadieno, dietilenoglicol dimetil éter, éter dietílico, dioxano, etilenoglicol dimetil éter, furano, metil acetileno, metil ciclopentano, metil-1-butil cetona, tetraidrofurano, tetraidronaftaleno, éteres vinílicos

Compostos que podem polimerizar violentamente (descartar ou testar a formação de peróxidos após 6 meses (líquidos) ou 12 meses (gases): ácido acrílico, acrilonitrila, butadieno, clorobutadieno (cloropreno), clorotrifluoroetileno, metacrilato de metila, estireno, tetrafluoroetileno, acetato de vinila, vinil acetileno, cloreto de vinila, vinil piridina, cloreto de vinilideno

**OBS:** As listas fornecidas acima não são exaustivas.

Método de detecção de peróxido com Tiocianato Ferroso: misturar 5 mL de uma solução de sulfato ferroso amoniacal 1%, 0,5mL de ácido sulfúrico  $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$  e 0,5mL de tiocianato de amônio  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$  (se necessário, descolorar a solução adicionando traços de zinco em pó). Agitar com igual quantidade do solvente a ser testado. Uma cor vermelha indica a presença de peróxidos.

Método de detecção de peróxido com Iodeto de Potássio: preparar o reagente, adicionando 100 mg de iodeto de sódio ou iodeto de potássio à 1,0 mL de ácido acético glacial. Adicionar 0,5 a 1,0 mL do material que está sendo testado à um volume igual do reagente. Uma cor amarela indica uma concentração baixa (~0.1%) e uma cor marrom, uma concentração elevada de peróxido na amostra. Deve-se preparar um branco, utilizando-se um composto que não forme peróxido (ex: n-hexano puro) para comparação.

**OBS:** Nenhum dos testes descritos devem ser aplicados a compostos que possam estar contaminados com peróxidos inorgânicos (ex: potássio metálico).

Após detecção, adotar um dos seguintes métodos para remoção dos peróxidos formados:

Deve-se tratar pequenas quantidades (25g ou menos) e sempre trabalhar com soluções diluídas (concentração de 2% ou menos).

→Passar o solvente através de uma pequena coluna de alumina ativada. Nenhuma água deve ser introduzida. A alumina catalisa a decomposição da maioria dos peróxidos, mas deve-se considerar a possibilidade de algum peróxido permanecer retido na coluna sem sofrer decomposição. Desta forma, a alumina deve ser posteriormente descartada como um material inflamável.

→Preparar uma solução redutora a partir da mistura de 60g de sulfato ferroso ( $\text{FeSO}_4$ ), 6,0 mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  e 110 mL de água. Agitar a amostra com esta solução para remover o peróxido.

#### Dicas para inibir a formação de peróxidos:

Se viável, fazer a estocagem e manipulação sob atmosfera inerte.

→ éteres são estabilizados pela adição de 0,001% de um dos compostos ou classe de compostos: hidroquinona, difenilamina, poli-hidroxifenóis, aminofenóis ou arilaminas.

→ éter etílico pode ser estabilizado pela resina Dowex-1R.

→ éter isopropílico é estabilizado por 100 ppm de 1-naftol.

→ tetraidrofurano é estabilizado por hidroquinona.

→ dioxano é estabilizado por cloreto estânico ou sulfato ferroso.

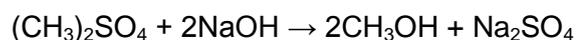
→ adição de raspas de cobre metálico diminui a concentração de peróxido previamente formado.

### **3.7.12 Ácido oxálico, oxalato de sódio e cloreto de oxalila**

Adicionar ácido oxálico ou oxalato de sódio (5g) à 25 mL de ácido sulfúrico concentrado em um frasco de 100 mL de fundo arredondado. Usando-se manta de aquecimento, aquecer a mistura a 80-100° C, durante 30 minutos. O ácido sulfúrico pode ser usado novamente para o mesmo procedimento desde que o único produto não volátil da decomposição seja uma pequena quantidade de água; do contrário, deixar a mistura da reação esfriar à temperatura ambiente, lenta e cuidadosamente despejar o ácido sulfúrico em um grande volume de água fria, neutralizar com carbonato de sódio e despejar no ralo. Cloreto de oxalila pode ser convertido à ácido oxálico pela adição de 1 mL do sal a 3 mL de água gelada. Aguardar 1 hora.

### **3.7.13 Dimetilsulfato e dietilsulfato**

Adicionar 100 mL de amostra à 500 mL de NaOH 20% em um balão de fundo redondo de 1L. Deixar em refluxo por 4 h, sob agitação. Resfriar, neutralizar o produto e descartar na pia.



### **3.7.14 Azida de sódio (azoteto de sódio)**

Adicionar cuidadosamente nitrato cérico amoniacal 5,5% (pelo menos quatro vezes o volume da solução de azida) e agitar durante uma hora. Se a solução permanecer na cor laranja de nitrato de amônio, um excesso está presente e a azida foi completamente destruída. Decantar a solução no ralo com pelo menos 50 vezes seu volume de água. Manusear o resíduo sólido como resíduo comum.

Teste para verificar se a azida foi completamente destruída: colocar uma gota da solução a ser testada na depressão de uma placa de observação e colocar 1 ou 2 gotas de ácido clorídrico diluído. Adicionar uma gota de solução de clorito de ferro  $[\text{Fe}(\text{ClO}_2)_3]$  e aquecer levemente a placa de observação. A cor vermelha indica ácido hidrazóico e decomposição incompleta.

### **3.7.15 Compostos de bário**

Usar luvas de borracha nitrílica.

Dissolver o sal de bário no mínimo volume de água. Para cada grama de sal de bário, adicionar 15 mL de solução de sulfato de sódio 10%. Deixar descansar por uma semana. Fazer um teste para verificar se a precipitação está completa, adicionando algumas gotas de solução de sulfato de sódio 10%. Se necessário, adicionar mais solução de sulfato de sódio até não haver mais precipitação. Decantar o líquido sobrenadante ou filtrar o sólido.

Tratar o sólido como lixo normal. Despejar o líquido no ralo.

### **3.7.16 Compostos de arsênio**

Usar luvas de borracha nitrílica.

Na capela, dissolver o composto arsênico em água acidificada fervente (para 1 g de composto arsênico, usar 100 mL de água contendo 6 gotas de ácido clorídrico concentrado). Adicionar uma solução de tioacetamida (para cada 1 g de sal arsênico, usar 0,2 g de tioacetamida em 20 mL de água). Ferver a mistura por 20 minutos e tornar básica a solução com hidróxido de sódio  $2,0 \text{ mol L}^{-1}$  (preparado com 8 g de NaOH dissolvido em 100 mL de água). Filtrar o precipitado, secar e guardar em recipiente plástico.

### **3.7.17 Peróxido de hidrogênio**

Usar luvas de borracha butílica.

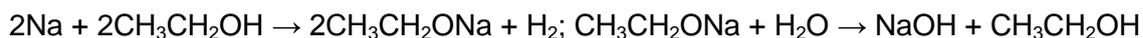
Para soluções concentradas preparar, em capela, uma solução diluída (5%) de peróxido através da adição cuidadosa a um grande volume de água. Gradualmente, mexendo, adicionar a uma solução aquosa de metabissulfito de sódio 50%, em um frasco de fundo redondo equipado com um termômetro. Um aumento na temperatura indica que a reação está acontecendo. Acidificar a reação caso ela não aconteça espontaneamente

Neutralizar a mistura da reação e despejar no ralo.

### 3.7.18 Sódio metálico

Usar luvas de borracha.

Para pequenas quantidades utilizar agitador magnético, funil de adição, condensador e manta de aquecimento. Num balão de três bocas adicionar pequenos pedaços de sódio metálico sob atmosfera de nitrogênio. Adicionar, gota a gota, etanol 95% (13 mL por grama de sódio). Iniciar a agitação após certa quantidade de etanol ter sido adicionada. Manter sob refluxo até todo sódio ser dissolvido. Adicionar um certo volume de água aquecida e deixar mais um tempo sob refluxo. Neutralizar a solução resultante com ácido sulfúrico e descartar na pia.



### 3.7.19 Solução de formaldeído (formol)

Para grandes quantidades encaminhar para reciclagem ou eliminação por incineração.

Para pequenas quantidades, usar luvas de borracha butílica e na capela: mexendo sempre, adicionar, lentamente, formaldeído diluído (cerca de 10 mL de água para 1 mL de formaldeído) à um excesso de alvejante doméstico (25 mL de alvejante para 1 mL de formaldeído). Misturar por 20 minutos e descartar na pia.

### 3.7.20 Aminas aromáticas

São carcinogênicas, pouco solúveis em água fria, mas solúveis em água quente, ácidos e solventes orgânicos. A decomposição depende da estrutura da amina

Para aminas simples, a destruição poderá ser realizada através da oxidação por  $\text{KMnO}_4$  em meio ácido. Adicionar 0,2 mol de  $\text{KMnO}_4$  para 0,01 mol de amina, em  $\text{H}_2\text{SO}_4$  2,0 mol  $\text{L}^{-1}$ ; deixar em temperatura ambiente por 8-15 horas (capela). Adicionar  $\text{NaHSO}_4$  para destruir o excesso de  $\text{MnO}^{4-}$ .

Neutralizar com  $\text{NaOH}$ , diluir e descartar na pia sob água corrente.

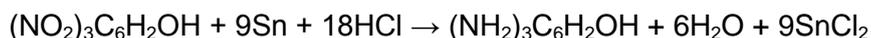
### 3.7.21 Cloro ( $\text{Cl}_{2(g)}$ )

Em pequenas quantidades, utilizar luvas de borracha. Borbulhar o gás em um grande volume de solução concentrada de sulfito de sódio ou bissulfito de sódio para ocorrer a redução do cloro. Após a redução ser completa, neutralizar e descartar na pia com água corrente.

### 3.7.22 Ácido pícrico

Composto extremamente sensível a choque e atrito. É explosivo na forma sólida.

Usar EPI e realizar a reação na capela, e em banho de gelo. Dissolver o ácido pícrico em muita água (o método pode ser utilizado para decompor até 8,5 g de ácido pícrico); adicionar HCl gota a gota com auxílio de um funil de separação até atingir pH 2. Adicionar 4 g de estanho granulado (30 mesh) para cada grama de ácido pícrico. Deixar repousar por 15 dias. Filtrar a solução resultante. Neutralizar o filtrado e separar para posterior tratamento, já que o triaminofenol formado pela reação é considerado um poluente. O excesso de Sn metálico deverá ser dissolvido em HCl 2,0 mol L<sup>-1</sup>. Neutralizar a solução resultante e descartar em pia.



### 3.7.23 Triaminofenol

À mistura obtida no item 3.7.22, adicionar cuidadosamente uma solução contendo 50 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 3 mol L<sup>-1</sup> e 12 g de KMnO<sub>4</sub>. Aguardar 24 horas; adicionar bissulfito de sódio sólido até a obtenção de uma solução clara.

Neutralizar o líquido resultante com NaOH 10% e descartar em pia seguida de água corrente.

### 3.7.24 Glutaraldeído

Para soluções de até 5%: utilizar 2-3 partes de bissulfito de sódio para uma parte de glutaraldeído ativo em solução. A reação reduz a concentração do glutaraldeído para menos de 2 ppm em 5 minutos à temperatura ambiente.

Descartar a solução resultante seguida de bastante água.

Outra alternativa: Hidrólise com NaOH.

Elevar à pH 12, com NaOH, solução de até 2% de glutaraldeído ativo; neste pH a concentração de glutaraldeído é reduzida para 20 ppm ou menos em 8 horas, em temperatura ambiente. Neutralizar com HCl para pH entre 6-8 e descartar.

### 3.7.25 Acrilamida

Deve ser manipulada com cuidado pois é considerada uma substância neurotóxica e carcinogênica. Em grandes quantidades aconselha-se a incineração. Para pequenos volumes: hidrolisar com NaOH, em capela (há liberação de amônia). Neutralizar a solução e descartar na pia seguida de muita água.

### 3.7.26 Fenol

Pode ser degradado através da reação de Fenton: fenol (47g) em balão de 2 litros com 3 bocas, com agitador, funil gotejante e termômetro. Adicionar 23,5 g de sulfato ferroso heptahidratado e ajustar o pH da mistura para 5-6 com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> diluído. Adicionar lentamente 410 mL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30%, com agitação, durante 1 hora. CUIDADO! A ordem é importante: se H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e FeSO<sub>4</sub> forem pré-misturados ocorre uma explosão violenta! Manter a temperatura entre 50-60°C, ajustando a velocidade de adição ou utilizando banho de gelo. Manter a agitação por mais 2 horas até a temperatura cair para 25 °C. Deixar a solução em repouso por uma noite e descartar em pia, seguida de muita água.

### 3.8 Armazenamento

O armazenamento dos resíduos químicos pode ser temporário, no qual o resíduo é armazenado para aguardar tratamentos químicos posteriores no laboratório de origem. Os resíduos que não podem ser tratados no laboratório de origem ou os já tratados devem ser armazenados em local específico, armazenamento aqui chamado de externo, onde aguardam destinação final.

Para o armazenamento, deve-se ter em conta a composição do resíduo, pois muitos deles reagem entre si de maneira violenta, ocasionando explosões, incêndios ou outros danos. (**ver tabela de incompatibilidade em ANEXO 1**).

Recomendam-se pelo menos três armários:

- I- Um armário com substâncias sólidas e líquidas não inflamáveis (mas corrosivas). Os sólidos devem ser colocados em prateleiras superiores, e os ácidos nas inferiores. Esta disposição impede que os vapores ácidos entrem em contato com os sólidos e possam causar reações indesejáveis, podendo dar origem a incêndio e explosões. A ventilação no armário é feita simplesmente com pequenos orifícios na parte inferior do móvel
- II- Um armário para armazenagem de solventes, com construção resistente ao fogo.
- III- Um armário para venenos, como cianetos ou compostos de arsênico, que deve ser mantido fechado à chave, a qual deve ficar em poder do responsável do laboratório. Sempre que o laboratorista precisar de uma substância desse armário, deverá entrar em contato com o responsável que o alertará dos riscos envolvidos.

Para facilitar, os produtos podem ser agrupados de forma generalizada, nas seguintes categorias: inflamável, tóxico, explosivo, agente oxidante, corrosivo, gás comprimido e substâncias sensíveis à água.

**Inflamáveis:** devem ser conhecidas informações como, ponto de ebulição, ponto de fulgor, explosividade, temperatura de auto-ignição, produtos resultantes de combustão, e agentes extintores de incêndio. Grandes quantidades de líquidos inflamáveis devem ser armazenadas respeitando-se as recomendações preconizadas por lei para a construção de um depósito adequado.

**Agentes tóxicos:** A quantidade dos produtos químicos tóxicos a serem armazenados deve ser conservado no mínimo necessário. As substâncias tóxicas não devem ser colocadas no mesmo local que líquidos inflamáveis. Devem estar em local seco, fresco e bem ventilado.

**Agentes oxidantes:** não devem ser armazenados na mesma área com qualquer combustível, composto orgânicos, agente desidratantes ou agentes redutores. Qualquer respingo na área de armazenagem deve ser limpo imediatamente.

**Produtos químicos corrosivos:** muitos ácidos e álcalis são corrosivos devendo ser observado o recipiente de armazenagem. Devem ser armazenados em área fria, seca e bem ventilada, com instalação para escoamento e mangueiras para lavagem se ocorrer algum vazamento. Chuveiros e lavador de olhos devem ser colocados nessa área.

**Produtos químicos explosivos:** alguns produtos usados no laboratório são sensíveis ao choque ou impacto. Os peróxidos, por exemplo, são sensíveis ao impacto e, quando expostos ao choque ou ao calor, podem liberar energia em forma de calor ou explosão.

**Produtos sensíveis à água:** alguns produtos reagem com a água tais como, potássio, sódio, hidretos metálicos, ou ainda catalizadores de polimerização como alquil alumínio.

O abrigo de resíduos químicos deve ser projetado, construído e operado de acordo com os seguintes requisitos:

- Ser construído em alvenaria, fechado, dotado apenas de aberturas teladas que possibilitem uma área de ventilação adequada;
- Ser revestido internamente (piso e paredes) com acabamento liso, resistente, lavável, impermeável e de cor clara;
- No caso de armazenamento em prateleiras, recomenda-se instalar sistema de contenção de derramamentos tipo bandeja, com drenagem e coleta, ou outro que seja conveniente;
- Prover de blindagem os pontos internos de energia elétrica, quando houver;
- Ter dispositivo de forma a evitar incidência direta de luz solar;
- Ter sistema de combate a princípio de incêndio por meio de extintores;
- Ter conjunto de emergência (incluindo produtos absorventes) próximo ao abrigo para os casos de derramamento ou vazamento.
- Deve possuir saída de emergência bem localizada e sinalizada.
- Deve possuir um sistema de exaustão, ao nível do teto para retirada de vapores leves e ao nível do solo para retirada dos vapores mais pesados.
- Refrigeração ambiental caso a temperatura ambiente ultrapasse a 38 °C .
- Iluminação feita com lâmpadas à prova de explosão.

Os cilindros de gases devem ser armazenados em área coberta, sem paredes e bem ventilado, onde a rede elétrica tenha inspeção periódica . Os cilindros devem ser armazenados em posição vertical e amarrados com corrente, observando-se a compatibilidade.

#### 4. REFERÊNCIAS

- AFONSO, J; SILVEIRA, J. A; OLIVEIRA, A. S; LIMA, R. M. G. Análise Sistemática de Reagentes e Resíduos sem Identificação. Química Nova, v. 28, n.1, p. 157-165, 2005.
- Cartilha de Proteção Respiratória contra Agentes Biológicos para Trabalhadores de Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Brasília.
- FONSECA, J. C. L. Manual para Gerenciamento de Resíduos Perigosos. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009.
- JARDIM, W. F. Gerenciamento de Resíduos Químicos em Laboratórios de Ensino e Pesquisa. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v21n5/2943.pdf>. Acesso em 01 de agosto de 2016.
- LASSALI, T. A. F et al. GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS NORMAS E PROCEDIMENTOS GERAIS. Disponível em: [http://www.pcarp.usp.br/pages/lrq/pdf/normas\\_gerenciamento.pdf](http://www.pcarp.usp.br/pages/lrq/pdf/normas_gerenciamento.pdf). Acesso em 07 de julho de 2016.
- MARTINS,E.V., SILVA,F.A.L., LOPES,M.C.M. (ORGANIZADORES). Biossegurança, Informações e conceitos, Textos básicos, Rio de Janeiro: Fiocruz, 2006.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA (UFU). Manual para Gerenciamento de Resíduos Químicos. Uberlândia, 2014. 28 p.

## ANEXO 1 - LISTA DE PRODUTOS QUÍMICOS INCOMPATÍVEIS

Tabela 1: Produtos Químicos Incompatíveis.

Substância	Incompatível com
acetileno	cloro{3}, bromo{3}, flúor{3}, cobre{5}, prata{5}, mercúrio{5}
acetona	Ácido nítrico {1}, ácido sulfúrico {1},
Ácido acético{1}	Óxido de cromo(VI) {1}, ácido nítrico {1}, álcoois, etilenoglicol, ácido perclórico{1}, peróxidos {3}, permanganatos {3}
Ácido cianídrico{1}	Ácido nítrico {1}, álcalis {2}
Ácido fluorídrico {1}	Amoníaco {2} e gás amônia {2}
Ácido nítrico concentrado {1}	Ácido acético {1}, anilina {2}, óxido de cromo (VI) {3}{1}, ácido cianídrico, sulfeto de hidrogênio, cobre {5}, bronze{5}, acetona, álcool, líquidos e gases inflamáveis
Ácido oxálico {1}	Prata {5} e mercúrio {5}
Ácido perclórico {1}	Anidrido acético {6}{1}, ácido acético {1}, bismuto e suas ligas{5}, álcoois, papel, madeira, graxas e óleos
Ácido sulfúrico {1}	Cloratos {3}, percloratos {3}, permanganatos{3}
Alquil alumínio {6}	água
Amoníaco e gás amônia {2}	mercúrio{5}, cloro{3}, bromo {5}, iodo{3}, hipoclorito de cálcio {3}, ácido fluorídrico {1}
Anilina {2}	Ácido nítrico {1}{3} e peróxido de hidrogênio {3}
arseniatos	Agentes redutores {4}(geram arsina)
azidas	Ácidos (geram azida de hidrogênio) {1}
Bromo {3}	Amoníaco {2}, acetileno, butadieno, butano, metano, propano, hidrogênio, benzina, benzeno, metais em pó {5}, carbetto de sódio {6}
Cal(óxido de cálcio) {2}	Água e ácidos(exotérmica) {1}
Carvão ativado {4}	Hipoclorito de cálcio {3}, oxidantes {3}
cianetos	Ácidos {1}(geram ácido cianídrico)
Cloratos {3}	Sais de amônio, ácidos{1}, metais em pó{5}, enxofre, substâncias orgânicas inflamáveis ou em pó
cloro{3}	Amônia {2}, acetileno, butadieno, butano, metano, propano, hidrogênio, benzina, benzeno, metais em pó {5}, carbetto de sódio {6}
cobre{5}	Acetileno, peróxido de hidrogênio {3}
Dióxido de cloro {3}	Amônia {2}, metano, fosfina {4}, sulfeto de hidrogênio
Flúor {3}	Oxida quase tudo, guarde-o em separado
Fósfato(branco) {4}	álcalis{2} (geram fosfina), ar, oxigênio {3}, enxofre, compostos com oxigênio
Hidrazina {4}	Peróxido de hidrogênio {3}, ácido nítrico {1}{3}, outros oxidantes{3}
hidrocarbonetos	flúor{3}, cloro{3}, bromo{3}, óxido de cromo(VI) {3}{1}, peróxido de sódio{3}
Hidroperóxido de cumeno {3}	Ácidos orgânicos {1} e inorgânicos{1}
hipocloritos{3}	Ácidos {1} (geram cloro e ácido hipocloroso)
iodo{3}	Acetileno, amoníaco{2}, gás amônia{2}, hidrogênio
Líquidos inflamáveis	Nitrato de amônio, óxido de cromo (VI) {1}{3}, peróxido de hidrogênio{3}, ácido nítrico{1}{3}, peróxido de sódio{3}, halogênios{3}
Mercúrio {5}	Acetileno, amônia{2}, amoníaco{2}
Metais alcalinos{5}{6}	Água, hidrocarbonetos halogenados, dióxido de carbono, halogênios{3}

Nitrato de amônio	Ácidos {1}, metais em pó {5}, líquidos inflamáveis, cloratos {3}, nitritos {3}, enxofre, substâncias orgânicas inflamáveis ou em pó
nitratos	Ácido sulfúrico {1}{3}(gera dióxido de nitrogênio)
nitritos{3}	ácidos{1}(geram fumos nitrosos), nitrato de amônio, sais de amônio
nitroparafinas	Bases inorgânicas {2}, aminas {2}
Óxido de cromo(VI) (ácido crômico) {1}{3}	Ácido acético {1}, naftaleno, cânfora, glicerina, benzina, álcoois, líquidos inflamáveis
Oxigênio(gás puro) {3}	Óleos, graxas, hidrogênio, substâncias inflamáveis
Perclorato de potássio{3}	sais de amônio, ácidos {1} , metais em pó {5}, enxôfre, substâncias orgânicas inflamáveis ou em pó.
permanganato de potássio{3}	glicerina, etilenoglicol, benzaldeído, ácido sulfúrico {1} {3}
peróxido de hidrogênio {3}	cobre {5}, cromo {5}, ferro {5}, metais {5}, sais metálicos, álcoois, acetona, substâncias orgânicas, anilina {2}, nitrometano, substâncias inflamáveis sólidas ou líquidas
peróxido de sódio {3}	substâncias oxidáveis {3}, metanol, etanol, ácido acético glacial {1}, anidrido acético {1} {6}, disulfeto de carbono, glicerina, etilenoglicol, acetato de etila, acetato de metila, furfural, benzaldeído,
peróxidos orgânicos {3}	ácidos orgânicos {1} ou inorgânicos {1}
prata {5}	acetileno, ácido oxálico {1} {4}, ácido tartárico {1}, sais de amônio
selenetos {4}	redutores {4} (geram seleneto de hidrogênio)
sulfeto de hidrogênio	ácido nítrico fumegante {1} {3}, gases oxidantes {3}
sulfetos {4}	ácidos {1} (geram sulfeto de hidrogênio)
teluretos	redutores {4} (geram telureto de hidrogênio) {4}

Os códigos entre chaves indicam a classificação em {1} ácido , {2} base , {3} oxidante , {4} redutor , {5} metal ou liga, {6} reage com água.

## ANEXO 2 - LISTA DE ALGUMAS SUBSTÂNCIAS CORROSIVAS

Tabela 2: Substâncias corrosivas.

Ácidos orgânicos	Ácidos inorgânicos	Bases inorgânicas	Elementos	Sais ácidos	Bases orgânicas
ácido fórmico	ácido clorídrico	hidróxido de amônio	flúor (gás)	triclureto de alumínio	etanodiamina
ácido acético glacial	ácido fluorídrico	hidróxido de cálcio	cloro (gás)	triclureto de antimônio	etilamina
ácido butírico	ácido sulfúrico	hidróxido de sódio	bromo (líquido)	bifluoreto de amônio	fenilhidrazina
ácido cloroacético	ácido cloro sulfônico	hidróxido de potássio	iodo (cristal)	fluoreto de cálcio	hexametiletlenodiamina
ácido tricloroacético	ácido fosfórico	hidreto de cálcio	fósforo	cloreto férrico	hidroxiamina
ácido bromoacético	ácido nítrico	hidreto de sódio		fluoreto de sódio	hidróxido de tetrametilamônio
ácido oxálico	cloreto sulfúrico	Óxido de amônio		bissulfato de sódio	tetrametiletildiamina
ácido salicílico	pentafluoreto de bromo	sulfeto de amônio			triethylamina
anidrido acético	tetraclureto de titânio				
dimetilsulfato					
cloreto de propila					
brometo de propila					
clorotrimetilsilano					
diclorodimetilsilano					
fenol					
cloreto de benzoíla					
brometo de benzoíla					

## ANEXO 3 - LISTA DE ALGUMAS SUBSTÂNCIAS PERIOXIDÁVEIS

### CLASSES DE SUBSTÂNCIAS PEROXIDÁVEIS

Substâncias que em baixas concentrações formam peróxidos em níveis explosivos (classe A):

- Butadieno
- Divinilacetileno
- Tetrafluoretileno
- Dicloroetano
- Cloropreno
- éter isopropílico

Substâncias que em altas concentrações formam peróxidos em níveis explosivos (classe B):

- acetaldeído
- 2-feniletanol
- Dicloropentadieno
- Cumeno
- álcool benzílico
- éter dimetílico
- ciclohexanol
- dioxano
- 4-heptanol
- Tetrahydroforano
- 2-butanol
- Metilciclopentano
- 2-hexanol
- acetal diacetylene
- Metilacetileno
- 2-propanol
- dietileno glicol
- éter dieílico
- tetrahidronaftaleno
- Metil isobutil cetone
- 1-feniletanol
- 3-metil-1-butanol
- decahidronaftaleno

Substâncias que podem se autopolimerizar quando houver formação de peróxido (classe C):

- ácido acrílico
- acrilonitrila
- acetato de vinila
- clorotrifluoretileno
- vinilpiridina

- vinilacetileno
- butadieno
- Metilmetacrilato
- Tetrafluoretileno
- acetaldeído de vinila
- cloropreno
- cloreto de vinila
- estireno
- butadieno

Substâncias que podem formar peróxido, mas não se encaixam em nenhuma das opções anteriores (classe D):

- acrilaldeído
- n-butil fenil éter
- n-butil vinil éter
- n-amil éter
- etoxiacetofenona
- 2-etoxietil acetato
- Cicloocteno
- alil éter
- terc-butil metil éter
- di-n-propoximetano
- β-clorofenetol
- benzil éter
- di(1-propinil) éter
- alil fenil éter
- cloreto de p-(n-amiloxi)benzoíla
- 1,2-epoxi-3-fenoxipropano
- di(2-propinil) éter
- alil etil éter
- 2-clorobutadieno
- Cloroetileno
- 1-(2-etoxietoxi)etil acetato
- 1,2-epoxi-3-isopropoxipropano
- p- clorofenetol
- benzil n-butil éter
- o- clorofenetol
- 1-(2-etoxietoxi)etil acetato
- benzil etil éter
- benzil metil éter
- 1,2-dibenziloxietano
- 1,2 –bis(2-cloroetoxi)etano
- bis(2-etoxietil)éter
- 1-etoxi-2-propino
- 3-etoxipropionitrila
- o,p-etoxifenil isocianato
- 2-etilbutanol
- ciclopropil metil éter

- benzil 1-naftil éter
- dialil éter
- 1-etoxinaftaleno
- 2-etoxietil)-o-benzoila benzoato
- bis(2-metoxietoxi)etil eter
- ethil β-etoxipropionato

## PERÍODO SEGURO PARA ARMAZENAR SUBSTÂNCIAS PEROXIDÁVEIS

As embalagens fechadas de qualquer classe podem ser armazenadas por até 18 meses. Já as embalagens abertas devem respeitar a validade descrita na Tabela 7.

*Tabela 3: Período de validade para produtos que tenham suas embalagens abertas.*

<b>Descrição</b>	<b>Período</b>
substâncias da classe A	3 meses
substâncias da classe B	12 meses
substâncias da classe C	12 meses
substâncias da classe D	12 meses

## ANEXO 4: CLASSIFICAÇÃO DOS AGENTES QUÍMICOS SEGUNDO SEUS GRAUS DE RISCO – BIOSSEGURANÇA.

### OS PRODUTOS QUÍMICOS MAIS COMUNS EM LABORATÓRIOS DE PESQUISAS.

A relação abaixo foi extraída da classificação de agentes químicos da *National Fire Protection Association – NFPA 704-m/ USA*.

Ao manusear produtos químicos, a primeira providência é ler as instruções do rótulo, no recipiente ou na embalagem, observando a classificação quanto ao risco à saúde (R)\* que ele oferece e à medidas de segurança para o trabalho (S)\*\*. O significado dos códigos referentes às colunas - RISCO- e - MEDIDAS DE SEGURANÇA - estão no final da relação.

	<i>Riscos (R) *</i>	<i>Cuidados (S) **</i>
<b>Grau de risco: 1</b>		
Ácido Cítrico	36	25 – 26
Ácido Crômico	8 – 35	28
EDTA	37	22
Ácido Fosfomolibdico	8 – 35	22 – 28
Sulfato de Cobre II	22	20
Nitrato de Prata	34	24 – 25 – 26
Cromado de Potássio	36 – 37 – 38	22 – 28
<b>Grau de risco: 2</b>		
Ácido Nítrico Fumegante	8 – 35	23 – 26 – 36
Ácido Sulfamílico	20 – 21 – 22	25 – 28
Amoníaco 25%	36 – 37 – 38	26
Anídrico Acético	10 – 34	26
Anidrico Carbônico	2	3 – 4 – 7 – 34
Sulfato de Cádmio	23 – 25 – 33 – 40	13 – 22 – 44
Cianeto	26 – 27 – 28 – 32	1 – 7 – 28 – 29 – 45
Formalina	23 – 24 – 25 – 43	28
Nitrogênio – gás	2	3 – 4 – 7 – 34
O-toluidina	20 – 21	24 – 25
Oxigênio – gás	2 – 8 – 9	3 – 4 – 7 – 18 – 34
Timerosal	26 – 27 – 28 – 33	13 – 28 – 36 – 45
<b>Grau de risco: 3</b>		
Acetato de Etila	11	16 – 23 – 29 – 33
Acetato de Butila	11	9 – 16 – 23 – 33
Acetato	11	9 – 16 – 23 – 33
Ácido Clorídrico	34	26
Ácido Fórmico	31 – 37	23 – 26
Ácido Láctico	34	26 – 28
Ácido Perclórico	5 – 8 – 35	23 – 26 – 36
Ácido Sulfúrico	35	26 – 30
Ácido Tricloroacético	35	24 – 25 – 26
Acrilamida	23 – 24 – 25 – 33	27 – 44
Alcool Etilico	11	7 – 9 – 16 – 23 – 33
Alcool Isobutílico	10 – 20	16
Alcool Metálico	11 – 23 – 25	7 – 16 – 24
Amoníaco	10 – 23	7 – 9 – 16 – 38

<b>Anilina</b>	23 – 24 – 25 – 33	28 – 36 – 37 – 44
<b>Benzeno</b>	11 – 23 – 24 – 29	9 – 16 – 29
<b>Tetracloroeto de Carbono</b>	26 – 27 – 40	38 – 45
<b>Clorofórmio</b>	20	24 – 25
<b>Fenol</b>	24 – 25 – 34	28 – 44
<b>Nitrobenzeno</b>	26 – 27 – 28 – 33	28 – 36 – 37 – 45
<b>Ozônio</b>	9 – 23	17 – 23 – 24
<b>Dicromato de Potássio</b>	36 – 37 – 38 – 43	22 – 28
<b>Hidróxido de Potássio</b>	35	26 – 37 – 39
<b>Permanganato de Potássio</b>	8 – 20 – 21 – 22	23 – 42
<b>Tolueno</b>	11 – 20	16 – 29 – 33
<b>Xileno</b>	10 – 20	24 – 25
<b><i>Grau de risco: 4</i></b>		
<b>Acetileno</b>	5 – 6 – 12	9 – 16 – 33
<b>Ácido Acético</b>	10 – 35	23 – 26
<b>Ácido Fluorídrico</b>	26 – 27 – 28 – 35	7 – 9 – 26 – 36 – 37
<b>Ácido Pícrico</b>	2 – 4 – 23 – 24 – 25	28 – 35 – 37 – 44
<b>Ácido Sulfídrico</b>	13 – 26	7 – 9 – 25 – 45
<b>Azida Sádica</b>	28 – 32	28

#### \* Códigos de risco - normas "R"

- 1 – Risco de explosão em estado seco.
- 2 – Risco de explosão por choque, fricção ou outras fontes de ignição.
- 03 – Grave risco de explosão por choque, fricção ou outras fontes de ignição. 04 – Formar compostos metálicos explosivos
- 5 – Perigo de explosão pela ação do calor.
- 6 – Perigo de explosão com ou sem contato com o ar. 07 – Pode provocar incêndios.
- 8 – Perigo de fogo em contato com substâncias combustíveis.
- 9 – perigo de explosão em contato com substâncias combustíveis. 10 – Inflamável.
- 11 – Muito inflamável.
- 12 – Extremamente inflamável.
- 13 – Gás extremamente inflamável.
- 14 – Racionalmente violentamente com a água.
- 15 – Racionalmente com a água produzindo gases muito inflamáveis. 16 – Risco de explosão em misturas com substâncias oxidantes. 17 – Inflama-se espontaneamente ao ar.
- 18 – Pode formar misturas vaporar explosivas.
- 19 – Pode formar peróxidos explosivos.
- 20 – Nocivo por inalação.
- 21 – Nocivo em contato com a pele. 22 – Nocivo por ingestão.
- 23 – Tóxico por inalação.
- 24 – Tóxico em contato com a pele. 25 – Tóxico por ingestão.
- 26 – Muito tóxico por inalação.
- 27 – Muito tóxico em contato com a pele. 28 – Muito tóxico por ingestão.
- 29 – Libera gases tóxicos em contato com a água.
- 30 – Pode inflamar-se durante o uso.
- 31 – Libera gases tóxicos em contato com ácidos.
- 32 – Libera gases muito tóxicos em contato com ácidos. 33 – Perigo de efeitos cumulativos.

- 34 – Provoca queimaduras.
- 35 – Provoca graves queimaduras.

- 36 Irrita os olhos.
- 37 – Irrita o sistema respiratório.
- 38 – Irrita a pele.
- 39 – Risco de efeitos irreversíveis.
- 40 – Probabilidade de efeitos irreversíveis.
- 41 – risco de grave lesão aos olhos.
- 42 – Probabilidade de sensibilização por inalação.
- 43 – Probabilidade de sensibilização por contato com a pele.
- 44 – Risco de explosão por aquecimento em ambiente fechado.
- 45 – Pode provocar câncer.
- 46 – Pode provocar dano genético hereditário.
- 47 – Pode provocar efeitos teratogênicos.
- 48 – Risco de sério dano à saúde pôr exposição prolongada.

**\*\* Códigos de medidas de segurança - normas "S"**

- 1 – Manter fechado.
- 2 – Manter fora do alcance das crianças e pessoas leigas
- 03 – Manter em local fresco.
- 4 – Guardar fora de locais habitados.
- 5 – Manter em... (líquido inerte especificado pelo fabricante)
- 06 – Manter em... (gás inerte especificado pelo fabricante)
- 07 – Manter o recipiente bem fechado.
- 8 – Manter o recipiente em local seco.
- 9 – Manter o recipiente em local ventilado.
- 10 – Manter o produto em estado úmido.
- 11 – Evitar contato com o ar.
- 12 – Não fechar hermeticamente o recipiente.
- 13 – Manter afastado de alimentos.
- 14 – Manter afastado de... (substâncias incompatíveis)
- 15 – Manter afastado do calor.
- 16 – Manter afastado de fontes de ignição.
- 17 – Manter afastado de materiais combustíveis.
- 18 – Manipular o recipiente com cuidado.
- 19 – Não comer nem beber durante a manipulação.
- 20 – Evitar contato com alimentos.
- 21 – Não fumar durante a manipulação.
- 22 – Evitar respirar o pó.
- 23 – Evitar respirar os vapores.
- 24 – Evitar contato com a pele.
- 25 – Evitar contato com os olhos.
- 26 – Evitar contato com os olhos, lavar com bastante água.
- 27 – Tirar imediatamente a roupa contaminada.
- 28 – Em caso de contato com a pele, lavar com... (especificado pelo fabricante)
- 29 – Não descartar resíduos na pia.
- 30 – Nunca verter água sobre o produto.
- 31 – Manter afastado de materiais explosivos.
- 32 – Manter afastado de ácidos e Não descartar na pia.
- 33 – Evitar a acumulação de cargas eletrostáticas.
- 34 – Evitar choque e fricção.
- 35 – Tomar cuidados para o descarte.
- 36 – Usar roupas de proteção durante a manipulação.
- 37 – Usar luvas de proteção apropriadas.
- 38 – Usar equipamento de respiração adequado.
- 39 – Proteger os olhos e rosto.
- 41 – Limpar corretamente os pisos e objetos contaminados. 41 –

Em caso de incêndio ou explosão, Não respirar os fumos.

- 42 – Usar equipamento de respiração adequado (fumigações).
- 43 – Usar o extintor correto em caso de incêndio.
- 44 – Em caso de mal-estar, procurar um médico (trabalho – SAST).
- 45 – Em caso de acidente, procurar um médico (Idém).
- 46 – Em caso de ingestão, procurar imediatamente um médico, levando consigo o rótulo do frasco ou o conteúdo.
- 47 – Não ultrapassar a temperatura especificada.
- 48 – Manter úmido com o produto especificado pelo fabricante.
- 49 – Não passar para outro frasco.
- 50 – Não misturar com... (especificado pelo fabricante).
- 51 – Usar em áreas ventiladas.
- 52 – Não recomendável para uso interior em áreas de grande superfície.

**Atenção:** Para sua segurança, leia a ficha toxicológica do reagente antes de começar o seu trabalho no laboratório.

## **ANEXO 5 : RESOLUÇÃO CONAMA N° 20, de 18 de junho de 1986**

Publicado no D.O.U. de 30/7/86

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA, no uso das atribuições que lhe confere o art. 7º. Inciso IX, do Decreto 88.351, de 1º de junho de 1983, e o que estabelece a RESOLUÇÃO CONAMA N° 003, de 5 de junho de 1984;

Considerando ser a classificação das águas doces, salobras e salinas essencial à defesa de seus níveis de qualidade avaliados por parâmetros e indicadores específicos, de modo a assegurar seus usos preponderantes;

Considerando que os custos do controle de poluição podem ser mais adequados quando os níveis de qualidade exigidos, para um determinado corpo d'água ou seus diferentes trechos, estão de acordo com os usos que se pretende dar aos mesmos.

Considerando que o enquadramento dos corpos d'água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade.

Considerando que a saúde e o bem-estar humano, bem como o equilíbrio ecológico aquático, não devem ser afetados como consequência da deterioração da qualidade das águas.

Considerando a necessidade de se criar instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas, em relação aos níveis estabelecidos no enquadramento, de forma a facilitar a fixação e controle de metas visando atingir gradativamente os objetivos permanentes;

Considerando a necessidade de reformular a classificação existente, para melhor distribuir os usos, contemplar as águas salinas e salobras e melhor especificar os parâmetros e limites associados aos níveis de qualidade requeridos, sem prejuízo de posterior aperfeiçoamento:

RESOLVE estabelecer a seguinte classificação das águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional.

Art. 1.º - São classificadas, segundo seus usos preponderantes, em nove classes, as águas doces, salobras e salinas do Território Nacional:

### **ÁGUAS DOCES**

1 - Classe Especial - águas destinadas:

- a) ao abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

II Classe I - águas destinadas:

- a) ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário ( natação, esqui aquático e mergulho).

d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de películas.

e) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécie destinadas à alimentação humana.

III - Classe 2 - águas destinadas:

a) ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional;

b) à proteção das comunidades aquáticas;

c) à recreação de contato primário (esqui aquático, natação e mergulho);

d) à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas;

e) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécie destinadas à alimentação humana.

IV - Classe 3 - águas destinadas:

a) ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional;

b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;

c) à dessedentação de animais.

V - Classe 4 - águas destinadas:

a) à navegação

b) à harmonia paisagística;

c) aos usos menos exigentes.

## ÁGUAS SALINAS

VI - Classe 5 - águas destinadas:

a) à recreação de contato primário;

b) à proteção das comunidades aquáticas;

c) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécie destinadas à alimentação humana.

VII - Classe 6 - águas destinadas:

a) à navegação comercial;

b) à harmonia paisagista;

c) à recreação de contato secundário.

## ÁGUAS SALOBRAS

VIII - Classe 7 - águas destinadas:

a) à recreação de contato primário;

b) à proteção das comunidades aquáticas;

c) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécie destinadas à alimentação humana.

IX - Classe 8 - águas destinadas:

- a) à navegação comercial;
- b) à harmonia paisagística;
- c) à recreação de contato secundário.

Art. 2.º - Para efeito desta resolução são adotadas as seguintes definições:

a) CLASSIFICAÇÃO: qualificação das águas doces, salobras e salinas com base nos usos preponderantes (sistema de classes de qualidade).

b) ENQUADRAMENTO: estabelecimento do nível de qualidade (classe) a ser alcançado e/ou mantido em um segmento de corpo d'água ao longo do tempo.

c) CONDIÇÃO : qualificação do nível de qualidade apresentado por um segmento de corpo d'água, num determinado momento, em termos dos usos possíveis com segurança adequada.

d) EFETIVAÇÃO DE ENQUADRAMENTO: conjunto de medidas necessárias para colocar e/ou manter a condição de um segmento de corpo d'água em correspondência com sua classe.

e) ÁGUAS DOCES: Águas com salinidade igual ou inferior a 0,50 ‰.

f) ÁGUAS SALOBRAS: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5‰ e 30‰.

g) ÁGUAS SALINAS: águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰.

Art. 3.º - Para as águas de Classe Especial, são estabelecidos os limites e/ou condições seguintes: COLIFORMES: para o uso de abastecimento sem prévia desinfecção os coliformes totais deverão estar ausentes em qualquer amostra.

Art. 4.º - Para as águas de Classe I, são estabelecidos os limites e/ou condições seguintes:

- a) materiais flutuantes inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;
- b) óleos e graxas : virtualmente ausentes;
- c) substâncias que comuniquem gosto ou dor: virtualmente ausentes;
- d) corantes artificiais: virtualmente ausentes;
- e) substâncias que formem depósitos objetáveis: virtualmente ausentes;

f) coliformes: para o uso de recreação de contato primário deverá ser obedecido o Art. 26.º desta Resolução. As águas utilizadas para a irrigação de hortaliças ou plantas frutíferas que se desenvolvam rentes ao solo e que são consumidas cruas, sem remoção de casca ou película, não devem ser poluídas por excrementos humanos, ressaltando-se a necessidade de inspeções sanitárias periódicas. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes fecais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês; no caso de não haver na região meios disponíveis para o exame de coliformes fecais, o índice limite será de 1.000 coliformes totais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês.

- g) DBO5 dias a 20° até 3 mg/IO2;
- h) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/IO2;
- i) Turbidez: até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT);
- j) Cor: nível de cor natural do corpo de água em mgPt/l
- l) pH : 6,0 a 9,0;
- m) Substâncias potencialmente prejudiciais (teores máximos):

Alumínio :	0,1 mg/l Al
Amônia não ionizável:	0,02 mg/l NH <sub>3</sub>
Arsênio:	0,05 mg/l As
Bário:	1,0 mg/l Ba
Berilo:	0,1 mg/l Be
Boro:	0,75 mg/l B
Benzeno:	0,01 mg/l
Benzo-a-pireno:	0,00001 mg/l
Cádmio:	0,001 mg/l Cd
Cianetos:	0,01 mg/l CN
Chumbo:	0,03 mg/l Pb
Cloretos:	250 mg/l Cl
Cloro Residual:	0,01 mg/l Cl
Cobalto:	0,2 mg/l Co
Cobre:	0,02 mg/l Cu
Cromo Trivalente:	0,5 mg/l Cr
Cromo Hexavalente:	0,05 mg/l Cr
1,1 dicloroetano:	0,0003 mg/l
1,2 dicloroetano:	0,01 mg/l
Estanho:	2,0 mg/l Sn
Índice de Fenóis:	0,001 mg/l C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
Ferro solúvel:	0,3 mg/l Fe
Fluoretos:	1,4 mg/l F
Fosfatos total:	0,025 mg/l P
Lítio:	2,5 mg/l Li
Manganês:	0,1 mg/l Mn
Mercúrio:	0,0002 mg/l Hg
Níquel:	0,025 mg/l Ni
Nitrato:	10 mg/l N
Nitrito:	1,0 mg/ N
Prata:	0,01 mg/l Ag
Pentaclorofenol:	0,01 mg/l
Selênio:	0,01 mg/l Se
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/l
Substâncias tenso-ativas que reagem com o azul de metileno :	0,5 mg/l LAS
Sulfatos :	250 mg/l SO <sub>4</sub>
Sulfetos (como H <sub>2</sub> S não dissociado) :	0,002 mg/l S
Tetracloroetano :	0,01 mg/l
Tricloroetano :	0,03 mg/l
Tetracloro de carbono	0,003 mg/l
2, 4, 6 triclorofenol :	0,01 mg/l
Urânio total :	0,02 mg/l U
Vanádio:	0,1 mg/l V
Zinco:	0,18 mg/l Zn
Aldrin:	0,01 ug/l
Clordano:	0,04 ug/l
DDT:	0,002 ug/l
Dieldrin:	0,005 ug/l

Dieldrin:	0,005 ug/l
Endrin:	0,004 ug/l
Endossulfan:	0,056 ug/l
Epóxido de Heptacloro:	0,01 ug/l
Heptacloro:	0,01 ug/l
Lindano(gama-BHC)	0,02 ug/l
Metaxicloro	0,03 ug/l
Dodecacloro + Nonacloro:	0,001 ug/l
Bifenilas Policloradas (PCB's):	0,001 ug/l
Toxafeno:	0,01 ug/l
Demeton:	0,1 ug/l
Gution:	0,005 ug/l
Malation:	0,1 ug/l
Paration:	0,04 ug/l
Carbaril:	0,02 ug/l
Compostos organofosforados e carbamatos totais:	10,0 ug/l em Paration
2,4 - D :	4,0 ug/l
2,4,5 - TP:	10,0 ug/l
2,4,5 - T :	2,0 ug/l

Art. 5.º - Para as águas de Classe 2, são estabelecidos os mesmos limites ou condições da Classe 1, à exceção dos seguintes:

a) não será permitida a presença de corantes artificiais que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;

b) Coliformes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecido o Art. 26.º desta Resolução. Para os demais usos não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes fecais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês; no caso de não haver na região meios disponíveis para o exame de coliformes fecais, o índice limite será de até 5.000 coliformes totais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês;

c) Cor: até 75 mg Pt/l;

d) Turbidez: até 100 UNT;

e) DBO5 dias a 20°C até 5 mg/l O2;

f) OD em qualquer amostra não inferior a 5 mg/l O2;

Art. 6.º - Para as águas de Classe 3, são estabelecidos os limites ou condições seguintes:

a) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais virtualmente ausentes;

b) óleos e graxas; virtualmente ausentes;

c) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;

d) não será permitida a presença de corantes artificiais que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;

e) substâncias que formem depósitos objetáveis: virtualmente ausentes;

f) número de coliformes fecais até 4.000 por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês; no caso de não haver, na região, meios disponíveis para exame de coliformes fecais, índice limite será de até 20.000 coliformes totais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês;

g) DBO5 dias a 200C até 10mg/l O2;

h) OD, em qualquer amostra, não inferior a 4mg/l O2

i) Turbidez: até 100 UNT; j) Cor: até 75mg Pt/l;

l) pH: 6,0 a 9,0

m) Substâncias potencialmente prejudiciais(teores máximos):

Alumínio:	0,1 mg/l Al
Arsênio:	0,05 mg/l As
Bário:	1,0 mg/l Ba
Berílio:	0,1 mg/l Be
Boro:	0,75 mg/l B
Benzeno:	0,01 mg/l
Benzo-a-pireno:	0,00001 mg/l
Cádmio:	0,01 mg/l Cd
Cianetos:	0,2 mg/l CN
Chumbo:	0,05 mg/l Pb
Cloretos:	250 mg/l Cl
Cobalto:	0,2 mg/l Co
Cobre:	0,5 mg/l Cu
Cromo Trivalente:	0,5 mg/l Cz
Cromo Hexavalente:	0,05 mg/l Cz
1,1 dicloroetano:	0,0003 mg/l
1,2 dicloroetano:	0,01 mg/l
Estanho:	2,0 mg/l Sn
Índice de Fenóis:	0,3 mg/l C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH

Ferro solúvel:	5,0 mg/l Fe
Fluoretos:	1,4 mg/l F
Fosfato total:	0,025 mg/l P
Lítio:	2,5 mg/l Li
Manganês:	0,5 mg/l Mn
Mercúrio:	0,002 mg/l Hg
Níquel:	0,025 mg/l Ni
Nitrato:	10 mg/l N
Nitrito:	1,0 mg/l N
Nitrogênio amoniacal:	1,0 mg/l N
Prata:	0,05 mg/l Ag
Pentaclorofenol:	0,01 mg/l
Selênio:	0,01 mg/l Se
Sólidos dissolvidos totais:	500 mg/l
Substâncias tenso-ativas que reagem com azul de metileno:	0,5 mg/l LAS
Sulfatos:	250 mg/l SO <sub>4</sub>
Sulfatos(como H <sub>2</sub> S não dissociado):	0,3mg/l S
Tetracloroetano:	0,01 mg/l
Tricloroetano:	0,03 mg/l
Tetracloroeto de Carbono:	0,003 mg/l
2,4,6 triclorofenol:	0,01 mg/l
Urânio total:	0,02 mg/l U
Vanádio:	0,1 mg/l V
Zinco:	5,0 mg/l Zn
Aldrin:	0,03 ug/l
Clordano:	0,3 ug/l
DDT:	1,0 ug/l
Diedrin:	0,03 ug/l
Endrin:	0,2 ug/l
Endossulfan:	150 ug/l
Epóxido de Heptacoloro:	0,1 ug/l
Heptacoloro:	0,1 ug/l
Lindano(gama-BHC):	3,0 ug/l
Lindano(gama-BHC):	3,0 ug/l
Metóxicloro:	30,0 ug/l
Dodecacloro + Nonacoloro:	0,001 ug/l
Befenilas Policloradas (PCB's)	0,001 ug/l
Toxafeno:	5,0 ug/l
Demeton:	14,0 ug/l
Gution;	0,005 ug/l
Malation:	100,0 ug/l
Paration:	35,0 ug/l
Cabaril:	70,0 ug/l
Compostos organofosforados e carbamatos totais em	
Paration:	100,0 ug/l
2,4 D	20,0 ug/l
2,4,5 TP	10,0 ug/l
2,4,5 T	2,0 ug/l

Art. 7.º - Para as águas de Classe 4, são estabelecidos os limites ou condições seguintes:

- materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;
- odor e aspecto: não objetáveis;
- óleos e graxas: toleram-se iridicências;
- substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: virtualmente ausentes;

- e) índice de fenóis até 1,0 mg/l C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH;
- f) OD superior a 2,0 mg/l O<sub>2</sub> em qualquer amostra;
- g) Ph: 6 a 9

### **ÁGUAS SALINAS**

Art. 8.º - Para as águas de Classe 5, são estabelecidos os limites ou condições seguintes:

- a) materiais flutuantes: virtualmente ausentes;
- b) óleos e graxas: virtualmente ausentes;
- c) substâncias que produzem odor e turbidez : virtualmente ausentes;
- d) corantes artificiais: virtualmente ausentes;
- e) substâncias que formem depósitos objetáveis: virtualmente ausentes;
- f) coliformes: para o uso de recreação de contato primário deverá ser obedecido o Art. 26.º desta Resolução. Para o uso de criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana e que serão ingeridas cruas, não deverá ser excedida uma concentração média de 14 coliformes fecais por 100 mililitros, com não mais de 10% das amostras excedentes 43 coliformes fecais por 100 mililitros. Para os demais usos não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes fecais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês; no caso de não haver, na região, meios disponíveis para o exame de coliformes totais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês;
- g) DBO5 dias a 20º C até 5 mg/l O<sub>2</sub>;
- h) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/l O<sub>2</sub>;
- i) Ph: 6,5 à 8,5 não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidade;
- j) substâncias potencialmente prejudicadas (teores máximos):

Alumínio:	1,5 mg/l Al
Amônia não ionizável:	0,4 mg/l NH <sub>3</sub>
Arsênio:	0,05 mg/l As
Bário:	1,0 mg/l Ba
Berílio:	1,5 mg/l Be
Boro:	5,0 mg/l B
Cádmio:	0,005 mg/l Cd
Chumbo:	0,01 mg/l Pb
Cianetos:	0,005 mg/l CN
Cloro residual:	0,01 mg/l Cl
Cobre:	0,05 mg/l Cu
Cromo hexavalente:	0,05 mg/l Cr
Estanho:	2,0 mg/l Sn
Índice de fenóis:	0,001 mg/l C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
Ferro:	0,3 mg/l Fe
Fluoretos:	1,4 mg/l F
Manganês:	0,1 mg/l Mn
Mercúrio:	0,0001 mg/l Hg
Níquel:	0,1 mg/l Ni
Nitrato:	10,0 mg/l N
Nitrito:	1,0 mg/l N

Prata:	0,005 mg/l Ag
Selênio:	0,01 mg/l Se
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno:	
0,5 mg/l LAS	
Sulfatos como H <sub>2</sub> S	0,002 mg/l S
Urânio total:	0,05 mg/l U
Zinco:	0,17 mg/l Zn
Aldrin:	0,003 ug/l
Clordano:	0,004 ug/l
DDT:	0,001 ug/l
Dieldrin:	0,003 ug/l
Endrin:	0,004 ug/l
Endossulfan:	0,034 ug/l
Epóxido de Heptacoloro:	0,001 ug/l
Heptacoloro:	0,001 ug/l
Lindano(gama-BHC):	0,004 ug/l
Metóxicloro:	0,03 ug/l
Dodecacoloro + Nonacoloro:	0,001 ug/l
Toxafeno:	0,005 ug/l
Demeton:	0,1 ug/l
Gution:	0,01 ug/l
Malation:	0,1 ug/l
Compostos organofosforados: e carbamatos totais em Paration	10,0 ug/l
2,4 D	10,0 ug/l
2,4,5 TP	10,0 ug/l
2,4,5 T	10,0 ug/l

Art. 9.º - Para as águas da Classe 6, são estabelecidos os limites ou condições seguintes:

- a) materiais flutuantes: virtualmente ausentes;
- b) óleos e graxas: toleram-se iridicências;
- c) substâncias que produzem odor e turbidez : virtualmente ausentes;
- d) corantes artificiais: virtualmente ausentes;
- e) substâncias que formem depósitos objetáveis: virtualmente ausentes;
- f) coliformes: não deverá ser excedido um limite de 4.000 coliformes fecais por 100 ml em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês; no caso de não haver na região meio disponível para o exame de coliformes fecais, o índice limite será de 20.000 coliformes totais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês;
- g) DBO5 dias a 20º C até 10 mg/l O<sub>2</sub>;
- h) OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/l O<sub>2</sub>;
- i) Ph : 6,5 a 8,5, não devendo haver uma mudança do Ph natural maior do que 0,2 unidades;

### ÁGUAS SALOBRAS

Art. 10.º - Para as águas de Classe 7, são estabelecidos os limites ou condições seguintes:

- a) DBO5 dias a 20º até 5 mg/l O<sub>2</sub>;

- b) OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/l O<sub>2</sub>;
- c) Ph : 6,5 a 8,5; d) óleos e graxas: virtualmente ausentes;
- e) materiais flutuantes: virtualmente ausentes;
- f) substâncias que produzem cor, odor e turbidez: virtualmente ausentes;
- g) substâncias que formem depósitos objetáveis: virtualmente ausentes;

h) coliformes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecido o Art.26.º desta Resolução. Para o uso de criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana e que serão ingeridas cruas, não deverá ser excedido uma concentração média de 14 coliformes fecais por 100 mililitros com não mais de 10 % das amostras excedentes 43 coliformes fecais por 100 mililitros. Para os demais usos não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes fecais por 100 mililitros em 80 % ou mais de pelo menos 5 amostras mensais. Colhidas em qualquer mês; no caso de não haver na região, meios disponíveis para o exame de coliformes fecais, o índice limite será de até 5.000 coliformes totais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais, colhidas em qualquer mês;

- i) substâncias potencialmente prejudiciais (teores máximos):

Amônia não ionizável:	0,4 mg/l NH <sub>3</sub>
Arsênio:	0,05 mg/l As
Cádmio:	0,005 mg/l Cd
Cianetos:	0,005 mg/l CN
Chumbo:	0,01 mg/l Pb
Cobre:	0,05 mg/l Cu
Cromo hexavalente:	0,05 mg/l Cr
Índice de fenóis:	0,001 mg/l C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
Fluoretos:	1,4 mg/l F
Mercúrio:	0,0001 mg/l Hg
Níquel:	0,1 mg/l Ni
Sulfatos como H <sub>2</sub> S	0,002 mg/l S
Zinco:	0,17 mg/l Zn
Aldrin:	0,003 ug/l
Clordano:	0,004 ug/l
DDT:	0,001 ug/l
Dieldrin:	0,003 ug/l
Endrin:	0,004 ug/l
Endossulfan:	0,034 ug/l
Epóxido de Heptacloro:	0,001 ug/l
Heptacloro:	0,001 ug/l
Lindano(gama-BHC):	0,004 ug/l
Metóxicloro:	0,03 ug/l
Dodecacloro + Nonacloro:	0,001 ug/l
Toxafeno:	0,005 ug/l
Demeton:	0,1 ug/l
Gution:	0,01 ug/l
Malation:	0,1 ug/l
Paration:	0,4 ug/l
Compostos organofosforados: e carbamatos totais em Paration	10,0 ug/l
2,4 D	10,0 ug/l
2,4,5 TP	10,0 ug/l
2,4,5 T	10,0 ug/l

Art. 11 - Para as águas de Classe 8, são estabelecidas os limites ou condições seguintes:

- a) ph : 5 a 9;

b) OD, em qualquer amostra, não inferior a 3,0 mg/l O<sub>2</sub>;

c) óleos e graxas: toleram-se iridências;

d) materiais flutuantes: virtualmente ausentes;

e) substâncias que produzem cor, odor e turbidez: virtualmente ausentes.

f) substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: virtualmente ausentes;

g) coliformes: não deverá ser excedido um limite de 4.000 coliformes fecais por 100 ml em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês; no caso de não haver, na região, meios disponíveis para o exame de coliformes fecais, o índice será de 20.000 coliformes totais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês;

Art. 12.º - Os padrões de qualidade das águas estabelecidos nesta Resolução constituem-se em limites individuais para cada substância. Considerando eventuais ações sinérgicas entre as mesmas, estas ou outras não especificadas, não poderão conferir às águas características capazes de causarem efeitos letais ou alteração de comportamento, reprodução ou fisiologia da vida.

Parágrafo 1.º - As substâncias potencialmente prejudiciais a que se refere esta Resolução, deverão ser investigadas sempre que houver suspeita de sua presença.

Parágrafo 2.º - Considerando as limitações de ordem técnica para a quantificação dos níveis dessas substâncias, os laboratórios dos organismos competentes deverão estruturar-se para atenderem às condições propostas. Nos casos onde a metodologia analítica disponível for insuficiente para quantificar as concentrações dessas substâncias nas águas, os sedimentos e/ou biota aquática deverão ser investigados quanto a presença eventual dessas substâncias.

Art. 13.º - Os limites de DBO, estabelecidos para as Classes 2 e 3, poderão ser elevados, caso o estudo da capacidade de autodepuração do corpo receptor demonstre que os teores mínimos de OD, previstos, não serão desobedecidos em nenhum ponto do mesmo, nas condições críticas de vazão (QCRIT. = Q<sub>7,10</sub>, onde Q<sub>7,10</sub> é a média das mínimas de 7 (sete) dias consecutivos em 10 (dez) anos de recorrência de cada seção do corpo receptor).

Art. 14.º - Para os efeitos desta Resolução, consideram-se entes, cabendo aos órgãos de controle ambiental, quando necessário, quantificá-los para cada caso.

Art. 15.º - Órgãos de controle ambiental poderão acrescentar outros parâmetros ou tornar mais restritivos os estabelecidos nesta Resolução, tendo em vista as condições locais.

Art. 16.º - Não há impedimento no aproveitamento de águas de melhor qualidade em usos menos exigentes, desde que tais usos não prejudiquem a qualidade estabelecida para essas águas.

Art. 17.º - Não será permitido o lançamento de poluentes no mananciais sub- superficiais.

Art. 18.º - Nas águas de Classe Especial não serão tolerados lançamentos de águas residuárias, domésticas e industriais, lixo e outros resíduos sólidos, substâncias potencialmente tóxicas, defensivos agrícolas, fertilizantes químicos e outros poluentes, mesmo tratados. Caso sejam utilizadas para o abastecimento doméstico deverão ser submetidas a uma inspeção sanitária preliminar.

Art. 19.º - Nas águas das Classes 1 a 8 serão tolerados lançamentos de despejos, desde que, além de atenderem ao disposto no Art. 21.º desta Resolução, não venham a fazer com que os limites estabelecidos para as respectivas classes sejam ultrapassados.

Art. 20.º - Tendo em vista os usos fixados para as Classes, os órgãos competentes enquadrarão as águas e estabelecerão programas de controle de poluição para a efetivação dos respectivos enquadramentos, obedecendo ao seguinte:

a) o corpo de água que, na data de enquadramento, apresentar condições em desacordo com a sua classe (qualidade inferior à estabelecida), será objeto de providências com prazo determinado visando a sua recuperação, excetuados os parâmetros que excedem aos limites devido às condições naturais;

b) o enquadramento das águas federais na classificação será procedido pela SEMA, ouvidos o Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas CEEIBH e outras entidades públicas ou privadas;

c) o enquadramento das águas estaduais será efetuado pelo órgão estadual competente, ouvidas outras entidades públicas ou privadas interessadas;

d) os órgãos competentes definirão as condições específicas de qualidade dos corpos de água intermitentes;

e) os corpos de água já enquadrados na legislação anterior, na data da publicação desta Resolução, serão objetos de reestudo a fim de a ela se adaptarem;

f) enquanto não forem feitos os enquadramentos, as águas doces serão consideradas Classe 2, as salinas Classe 5 e as salobras Classe 7, porém, aquelas enquadradas na legislação anterior permanecerão na mesma classe até o reenquadramento;

g) os programas de acompanhamento da condição dos corpos de água seguirão normas e procedimentos a serem estabelecidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA.

Art. 21.º - Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direto ou indiretamente, nos corpos de água desde que obedeçam às seguintes condições:

a) pH entre 5 a 9;

b) temperatura: inferior a 40º C, sendo que a elevação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 30º C;

c) materiais sedimentáveis: até ml/litro de teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausente;

d) regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vezes a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor;

e) óleo e graxas; - óleos minerais até 20 mg/l; - óleos vegetais e gorduras animais até 50 mg/l; f) ausência de materiais flutuantes;

g) valores máximos admissíveis das seguintes substâncias:

Amônia:	5,0 mg/l N
Arsênio total:	0,5 mg/l As
Bário:	5,0 mg/l Ba
Boro:	5,0 mg/l B
Cádmio:	0,2 mg/l Cd
Cianetos:	0,2 mg/l CN
Chumbo:	0,5 mg/l Pb
Cobre:	1,0 mg/l Cu
Cromo hexavalente:	0,5 mg/l Cr
Cromo trivalente:	2,0 mg/l Cr
Estanho:	4,0 mg/l Sn
Índice de fenóis:	0,5 mg/l C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
Ferro solúvel:	15,0 mg/l Fe
Fluoretos:	10,0 mg/l F
Manganês solúvel:	1,0 mg/l Mn
Mercúrio:	0,01 mg/l Hg
Níquel:	2,0 mg/l Ni
Prata:	0,1 mg/l Ag
Selênio:	0,05 mg/l Se
Sulfetos:	1,0 mg/l S
Sulfitos:	1,0 mg/l SO <sub>3</sub>
Zinco:	5,0 mg/l Zn
Composto organofosforados e carbomatos totais:	1,0 mg/l em Paration
Sulfeto de Carbono:	1,0 mg/l
Tricloroeteno:	1,0 mg/l
Clorofórmio:	1,0 mg/l
Tetracloroeto de Carbono:	1,0 mg/l
Dicloroetano:	1,0 mg/l
Dicloretoano:	
Composto organoclorados não listados acima (pesticidas, solventes, etc):	0,05 mg/l
outras substâncias em concentrações que poderiam ser prejudiciais: de acordo com limites a serem fixados pelo CONAMA.	

h) tratamento especial, se provierem de hospitais e outros estabelecimentos nos quais haja despejos infectados com microorganismos patogênicos.

Art. 22.º - Não serão permitida a diluição de efluentes industriais com águas não poluídas, tais como água de abastecimento, água de mar e água de refrigeração.

Parágrafo Único - Na hipótese de fonte de poluição geradora de diferentes despejos ou emissões individualizadas, os limites constantes desta regulamentação aplicar-se-ão a cada um deles ou ao conjunto após a mistura, a critério do órgão competente.

Art. 23.º - Os efluentes não pederão conferir ao corpo receptor características em desacordo com o seu enquadramento nos termos desta Resolução.

Parágrafo Único - Resguardados os padrões de qualidade do corpo receptor, demonstrado por estudo de impacto ambiental realizado pela entidade responsável pela emissão, o órgão competente poderá autorizar lançamentos acima dos limites estabelecidos no Art. 21.º, fixando o tipo de tratamento e as condições para esse lançamento.

Art. 24.º - Os métodos de coleta e análise das águas devem ser os especificados nas normas aprovadas pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO ou, na ausência delas, Standard Methods dor the Examination of Water and Wastewater ALPHA-AWWA-WPCF, última edição, ressalvado o disposto no Art. 12.º. O índice de fenóis deverá ser determinado conforme o método 510 B do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 16ª edição, de 1985.

Art. 25.º - As indústrias que, na data da publicação desta resolução, possuírem instalações ou projetos de tratamento de seus despejos, aprovados por Órgão integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA, que atendam a legislação anteriormente em vigor, terão prazo de três anos, prorrogáveis até cinco anos, a critério do órgão estadual local, para se enquadrarem nas exigências desta Resolução. No entanto, as citadas instalações de tratamento deverão ser mantidas em operação com a capacidade, condições de funcionamento e demais características para as quais foram aprovadas, até que se cumpram as disposições desta Resolução.

## **BALNEABILIDADE**

Art. 26.º - As águas doces, salobras e salinas destinadas à balneabilidade (recreação de contato primário) serão enquadradas e terão sua condição avaliada nas categorias EXCELENTE, MUITO BOA, SATISFATÓRIA e IMPRÓPRIA, da seguinte forma:

a) EXCELENTE (3 estrelas): Quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das 5 semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 250 coliformes totais por 100 mililitros ou 1250 coliformes totais por 100 mililitros;

b) MUITO BOAS (2 estrelas): Quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das 5 semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 500 coliformes totais por 100 mililitros ou 2500 coliformes totais por 100 mililitros;

c) SATISFATÓRIAS (1 estrela): Quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das 5 semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 1000 coliformes totais por 100 mililitros: ou 5000 coliformes totais por 100 mililitros;

d) IMPRÓPRIAS: Quando ocorrer, no trecho considerado, qualquer uma das seguintes circunstâncias:

1. não enquadramento em nenhuma das categorias anteriores, por terem ultrapassado os índices bacteriológicos nelas admitidos;

2. ocorrência, na região, de incidência relativamente elevada ou anormal de enfermidades transmissíveis por via hídrica, a critério das autoridades sanitárias;

3. sinais de poluição por esgotos, perceptíveis pelo olfato ou visão;

4. recebimento regular, intermitente ou esporádico, de esgotos por intermédio de valas, corpos d' água ou canalizações, inclusive galerias de águas pluviais, mesmo que seja de forma diluída;

5. presença de resíduos ou desejos, sólidos ou líquidos, inclusive óleos, graxas e outros substâncias, capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável a recreação;

6. pH menor que 5 ou maior que 8,5;

7. presença, na água, de parasitas que afetam o homem ou a constatação da existência de seus hospedeiros intermediários infectados;

8. presença, nas águas doces, de moluscos transmissores potenciais de esquistossomo , caso em que os avisos de interdição ou alerta deverão mencionar especificamente esse risco sanitário;

9. outros fatores que contra indiquem, temporariamente ou permanentemente, o exercício de recreação de contato primário.

Art. 27.º - No acompanhamento da condição das praias ou balneários as categorias EXCELENTE, MUITO BOA e SATISFATÓRIA poderão ser reunidas numa única categoria denominada PRÓPRIA. Art. 28.º - Se a deterioração de qualidade das praias ou balneários ficar caracterizada como decorrência da lavagem de vias públicas pelas águas da chuva, ou como conseqüência de outra causa qualquer, essa circunstância deverá ser mencionada no Boletim de condição das praias e balneários.

Art. 29.º - A coleta de amostras será feita, preferencialmente, nos dias de maior afluência do público às praias ou balneários.

Art. 30.º - Os resultados dos exames poderão, também, se referir a períodos menores que 5 semanas, desde que cada um desses períodos seja especificado e tenham sido colhidas e examinadas, pelo menos, 5 amostras durante o tempo mencionado.

Art. 31.º - Os exames de colimetria , previstos nesta Resolução, sempre que possível, serão feitos para a identificação e contagem de coliformes fecais, sendo permitida a utilização de índices expressos em coliformes totais, se a identificação e contagem forem difíceis ou impossíveis.

Art. 32.º - À beira mar, a coleta de amostra para determinação do número de coliformes fecais ou totais deve ser, de preferencia, realizada nas condições de maré que apresentem, costumeiramente, no local, contagens bacteriológicas mais elevadas.

Art. 33.º - As praias e outros balneários deverão ser interditados se o órgão de controle ambiental, em qualquer dos seus níveis ( Municipal, Estadual ou Federal), constatar que a má qualidade das águas de recreação primária justifica a medida.

Art. 34.º - sem prejuízo do disposto no artigo anterior, sempre que houver uma afluência ou extravasamento de esgotos capaz de oferecer sério perigo em praias ou outros balneários, o trecho afetado deverá ser sinalizado, pela entidade responsável, com bandeiras vermelhas constando a palavra POLUÍDA em cor negra.

## **DISPOSIÇÕES GERAIS**

Art. 35.º - Aos órgãos de controle ambiental compete a aplicação desta Resolução, cabendo-lhes a fiscalização para o cumprimento da legislação, bem como a aplicação das penalidades previstas, inclusive a interdição de atividades industriais poluidoras.

Art. 36.º - Na inexistência de entidade estadual encarregada do controle ambiental ou se, existindo, apresentar falhas, omissões ou prejuízo sensíveis aos usos estabelecidos para as águas, a Secretaria Especial do Meio Ambiente poderá agir diretamente, em caráter supletivo.

Art. 37.º - Os órgãos estaduais de controle ambiental manterão a Secretaria Especial do Meio Ambiente informada sobre os enquadramentos dos corpos de água que efetuarem, bem como das normas e padrões complementares que estabelecerem.

Art. 38.º - Os estabelecimentos industriais, que causam ou possam causar poluição das águas, devem informar ao órgão de controle ambiental, o volume e o tipo de seus efluentes, os equipamentos e dispositivos antipoluidores existentes, bem como seus planos de ação de emergência, sob pena das sanções cabíveis, ficando o referido órgão obrigado a enviar cópia dessas informações ao IBAMA, à STI (MIC), ao IBGE (SEPLAN) e ao DNAEE (MME).

Art. 39.º - Os Estados, Territórios e o Distrito Federal, através dos respectivos órgãos de controle ambiental, deverão exercer sua atividade orientadora, fiscalizadora e punitiva das atividades potencialmente poluidoras instaladas em seu território, ainda que os corpos de água prejudicados não seja de seu domínio ou jurisdição.

Art. 40.º - O não cumprimento ao disposto nesta Resolução acarretará aos infratores as sanções previstas na Lei n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981, e sua regulamentação de Decreto n.º 88.351, de 01 de junho de 1983.

Art. 41.º - Esta Resolução entrará em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

Deni Lineu Schwartz

## **ANEXO 6 : RESOLUÇÃO CONAMA N° 430, de 13 de maio de 2011**

Correlações:

- Complementa e altera a Resolução nº 357/2005.

Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, no uso das competências que lhe são conferidas pelo inciso VII do art. 8º da Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto no 99.274, de 6 de junho de 1990 e suas alterações, tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, Anexo à Portaria no 168, de 13 de junho de 2005, resolve:

Art. 1º Esta Resolução dispõe sobre condições, parâmetros, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de água receptores, alterando parcialmente e complementando a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA.

Parágrafo único. O lançamento indireto de efluentes no corpo receptor deverá observar o disposto nesta Resolução quando verificada a inexistência de legislação ou normas específicas, disposições do órgão ambiental competente, bem como diretrizes da operadora dos sistemas de coleta e tratamento de esgoto sanitário.

Art. 2º A disposição de efluentes no solo, mesmo tratados, não está sujeita aos parâmetros e padrões de lançamento dispostos nesta Resolução, não podendo, todavia, causar poluição ou contaminação das águas superficiais e subterrâneas.

Art. 3º Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis.

Parágrafo único. O órgão ambiental competente poderá, a qualquer momento, mediante fundamentação técnica:

I - acrescentar outras condições e padrões para o lançamento de efluentes, ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições do corpo receptor; ou

II - exigir tecnologia ambientalmente adequada e economicamente viável para o tratamento dos efluentes, compatível com as condições do respectivo corpo receptor.

### **CAPÍTULO I**

#### **DAS DEFINIÇÕES**

Art. 4º Para efeito desta Resolução adotam-se as seguintes definições, em complementação àquelas contidas no art. 2º da Resolução CONAMA no 357, de 2005:

I - Capacidade de suporte do corpo receptor: valor máximo de determinado poluente que o corpo hídrico pode receber, sem comprometer a qualidade da água e seus usos determinados pela classe de enquadramento;

II - Concentração de Efeito Não Observado-CENO: maior concentração do efluente que não causa efeito deletério estatisticamente significativo na sobrevivência e reprodução dos organismos, em um determinado tempo de exposição, nas condições de ensaio;

III - Concentração do Efluente no Corpo Receptor-CECR, expressa em porcentagem:

a) para corpos receptores confinados por calhas (rio, córregos, etc): 1.  $CECR = [(vazão\ do\ efluente) / (vazão\ do\ efluente + vazão\ de\ referência\ do\ corpo\ receptor)] \times 100$ .

b) para áreas marinhas, estuarinas e lagos a CECR é estabelecida com base em estudo da dispersão física do efluente no corpo hídrico receptor, sendo a CECR limitada pela zona de mistura definida pelo órgão ambiental;

IV - Concentração Letal Mediana-CL50 ou Concentração Efetiva Mediana-CE50: é a concentração do efluente que causa efeito agudo (letalidade ou imobilidade) a 50% dos organismos, em determinado período de exposição, nas condições de ensaio;

V - Efluente: é o termo usado para caracterizar os despejos líquidos provenientes de diversas atividades ou processos;

VI - Emissário submarino: tubulação provida de sistemas difusores destinada ao lançamento de efluentes no mar, na faixa compreendida entre a linha de base e o limite do mar territorial brasileiro;

VII - Esgotos sanitários: denominação genérica para despejos líquidos residenciais, comerciais, águas de infiltração na rede coletora, os quais podem conter parcela de efluentes industriais e efluentes não domésticos;

VIII - Fator de Toxicidade-FT: número adimensional que expressa a menor diluição do efluente que não causa efeito deletério agudo aos organismos, num determinado período de exposição, nas condições de ensaio;

IX - Lançamento direto: quando ocorre a condução direta do efluente ao corpo receptor;

X - Lançamento indireto: quando ocorre a condução do efluente, submetido ou não a tratamento, por meio de rede coletora que recebe outras contribuições antes de atingir o corpo receptor;

XI - Nível trófico: posição de um organismo na cadeia trófica;

XII - Parâmetro de qualidade do efluente: substâncias ou outros indicadores representativos dos contaminantes toxicologicamente e ambientalmente relevantes do efluente;

XIII - Testes de ecotoxicidade: métodos utilizados para detectar e avaliar a capacidade de um agente tóxico provocar efeito nocivo, utilizando bioindicadores dos grandes grupos de uma cadeia ecológica; e

XIV - Zona de mistura: região do corpo receptor, estimada com base em modelos teóricos aceitos pelo órgão ambiental competente, que se estende do ponto de lançamento do efluente, e delimitada pela superfície em que é atingido o equilíbrio de mistura entre os parâmetros físicos e químicos, bem como o equilíbrio biológico do efluente e os do corpo receptor, sendo específica para cada parâmetro.

## **CAPÍTULO II**

### **DAS CONDIÇÕES E PADRÕES DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES**

#### **Seção I**

##### **Das Disposições Gerais**

Art. 5º Os efluentes não poderão conferir ao corpo receptor características de qualidade em desacordo com as metas obrigatórias progressivas, intermediárias e final, do seu enquadramento.

§ 1º As metas obrigatórias para corpos receptores serão estabelecidas por parâmetros específicos.

§ 2º Para os parâmetros não incluídos nas metas obrigatórias e na ausência de metas intermediárias progressivas, os padrões de qualidade a serem obedecidos no corpo receptor são os que constam na classe na qual o corpo receptor estiver enquadrado.

Art. 6o Excepcionalmente e em caráter temporário, o órgão ambiental competente poderá, mediante análise técnica fundamentada, autorizar o lançamento de efluentes em desacordo com as condições e padrões estabelecidos nesta Resolução, desde que observados os seguintes requisitos:

I - comprovação de relevante interesse público, devidamente motivado;

II - atendimento ao enquadramento do corpo receptor e às metas intermediárias e finais, progressivas e obrigatórias;

III - realização de estudo ambiental tecnicamente adequado, às expensas do empreendedor responsável pelo lançamento;

IV - estabelecimento de tratamento e exigências para este lançamento;

V - fixação de prazo máximo para o lançamento, prorrogável a critério do órgão ambiental competente, enquanto durar a situação que justificou a excepcionalidade aos limites estabelecidos nesta norma; e

VI - estabelecimento de medidas que visem neutralizar os eventuais efeitos do lançamento excepcional.

Art. 7o O órgão ambiental competente deverá, por meio de norma específica ou no licenciamento da atividade ou empreendimento, estabelecer a carga poluidora máxima para o lançamento de substâncias passíveis de estarem presentes ou serem formadas nos processos produtivos, listadas ou não no art. 16 desta Resolução, de modo a não comprometer as metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final, estabelecidas para enquadramento do corpo receptor.

§ 1o O órgão ambiental competente poderá exigir, nos processos de licenciamento ou de sua renovação, a apresentação de estudo de capacidade de suporte do corpo receptor.

§ 2o O estudo de capacidade de suporte deve considerar, no mínimo, a diferença entre os padrões estabelecidos pela classe e as concentrações existentes no trecho desde a montante, estimando a concentração após a zona de mistura.

§ 3o O empreendedor, no processo de licenciamento, informará ao órgão ambiental as substâncias que poderão estar contidas no efluente gerado, entre aquelas listadas ou não na Resolução CONAMA no 357, de 2005 para padrões de qualidade de água, sob pena de suspensão ou cancelamento da licença expedida.

§ 4o O disposto no § 3o não se aplica aos casos em que o empreendedor comprove que não dispunha de condições de saber da existência de uma ou mais substâncias nos efluentes gerados pelos empreendimentos ou atividades.

Art. 8o É vedado, nos efluentes, o lançamento dos Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs), observada a legislação em vigor. Parágrafo único. Nos processos nos quais possam ocorrer a formação de dioxinas e furanos deverá ser utilizada a tecnologia adequada para a sua redução, até a completa eliminação.

Art. 9o No controle das condições de lançamento, é vedada, para fins de diluição antes do seu lançamento, a mistura de efluentes com águas de melhor qualidade, tais como as águas de abastecimento, do mar e de sistemas abertos de refrigeração sem recirculação.

Art. 10. Na hipótese de fonte de poluição geradora de diferentes efluentes ou lançamentos individualizados, os limites constantes desta Resolução aplicar-se-ão a cada um deles ou ao conjunto após a mistura, a critério do órgão ambiental competente.

Art. 11. Nas águas de classe especial é vedado o lançamento de efluentes ou disposição de resíduos domésticos, agropecuários, de aquicultura, industriais e de quaisquer outras fontes poluentes, mesmo que tratados.

Art. 12. O lançamento de efluentes em corpos de água, com exceção daqueles enquadrados na classe especial, não poderá exceder as condições e padrões de qualidade de água estabelecidos para as respectivas classes, nas condições da vazão de referência ou volume disponível, além de atender outras exigências aplicáveis. Parágrafo único. Nos corpos de água em processo de recuperação, o lançamento de efluentes observará as metas obrigatórias progressivas, intermediárias e final.

Art. 13. Na zona de mistura serão admitidas concentrações de substâncias em desacordo com os padrões de qualidade estabelecidos para o corpo receptor, desde que não comprometam os usos previstos para o mesmo. Parágrafo único. A extensão e as concentrações de substâncias na zona de mistura deverão ser objeto de estudo, quando determinado pelo órgão ambiental competente, às expensas do empreendedor responsável pelo lançamento.

Art. 14. Sem prejuízo do disposto no inciso I do parágrafo único do art. 3º desta Resolução, o órgão ambiental competente poderá, quando a vazão do corpo receptor estiver abaixo da vazão de referência, estabelecer restrições e medidas adicionais, de caráter excepcional e temporário, aos lançamentos de efluentes que possam, dentre outras consequências:

- I - acarretar efeitos tóxicos agudos ou crônicos em organismos aquáticos; ou
- II - inviabilizar o abastecimento das populações.

Art. 15. Para o lançamento de efluentes tratados em leito seco de corpos receptores intermitentes, o órgão ambiental competente poderá definir condições especiais, ouvido o órgão gestor de recursos hídricos.

## **Seção II**

### **Das Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes**

Art. 16. Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente no corpo receptor desde que obedeçam as condições e padrões previstos neste artigo, resguardadas outras exigências cabíveis:

- I - condições de lançamento de efluentes:
  - a) pH entre 5 a 9;
  - b) temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura;
  - c) materiais sedimentáveis: até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;
  - d) regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vez a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor, exceto nos casos permitidos pela autoridade competente;
  - e) óleos e graxas: 1. óleos minerais: até 20 mg/L; 2. óleos vegetais e gorduras animais: até 50 mg/L;
  - f) ausência de materiais flutuantes; e
  - g) Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO 5 dias a 20°C): remoção mínima de 60% de DBO sendo que este limite só poderá ser reduzido no caso de existência de estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor;

- II - Padrões de lançamento de efluentes:

TABELA I	
Parâmetros inorgânicos	Valores máximos
Arsênio total	0,5 mg/L As
Bário total	5,0 mg/L Ba
Boro total (Não se aplica para o lançamento em águas salinas)	5,0 mg/L B
Cádmio total	0,2 mg/L Cd
Chumbo total	0,5 mg/L Pb
Cianeto total	1,0 mg/L CN
Cianeto livre (destilável por ácidos fracos)	0,2 mg/L CN
Cobre dissolvido	1,0 mg/L Cu
Cromo hexavalente	0,1 mg/L Cr <sup>+6</sup>
Cromo trivalente	1,0 mg/L Cr <sup>+3</sup>
Estanho total	4,0 mg/L Sn
Ferro dissolvido	15,0 mg/L Fe
Fluoreto total	10,0 mg/L F
Manganês dissolvido	1,0 mg/L Mn
Mercurio total	0,01 mg/L Hg
Níquel total	2,0 mg/L Ni
Nitrogênio amoniacal total	20,0 mg/L N
Prata total	0,1 mg/L Ag
Selênio total	0,30 mg/L Se
Sulfeto	1,0 mg/L S
Zinco total	5,0 mg/L Zn
Parâmetros Orgânicos	Valores máximos
Benzeno	1,2 mg/L
Clorofórmio	1,0 mg/L
Dicloroeteno (somatório de 1,1 + 1,2cis + 1,2 trans)	1,0 mg/L
Estireno	0,07 mg/L
Etilbenzeno	0,84 mg/L
fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,5 mg/L C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
Tetracloroeto de carbono	1,0 mg/L
Tricloroeteno	1,0 mg/L
Tolueno	1,2 mg/L
Xileno	1,6 mg/L

§ 1o Os efluentes oriundos de sistemas de disposição final de resíduos sólidos de qualquer origem devem atender às condições e padrões definidos neste artigo.

§ 2o Os efluentes oriundos de sistemas de tratamento de esgotos sanitários devem atender às condições e padrões específicos definidos na Seção III desta Resolução.

§ 3o Os efluentes oriundos de serviços de saúde estarão sujeitos às exigências estabelecidas na Seção III desta Resolução, desde que atendidas as normas sanitárias específicas vigentes, podendo:

I - ser lançados em rede coletora de esgotos sanitários conectada a estação de tratamento, atendendo às normas e diretrizes da operadora do sistema de coleta e tratamento de esgoto sanitários; e

II - ser lançados diretamente após tratamento especial.

Art. 17. O órgão ambiental competente poderá definir padrões específicos para o parâmetro fósforo no caso de lançamento de efluentes em corpos receptores com registro histórico de floração de cianobactérias, em trechos onde ocorra a captação para abastecimento público.

Art. 18. O efluente não deverá causar ou possuir potencial para causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos no corpo receptor, de acordo com os critérios de ecotoxicidade estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

§ 1º Os critérios de ecotoxicidade previstos no caput deste artigo devem se basear em resultados de ensaios ecotoxicológicos aceitos pelo órgão ambiental, realizados no efluente, utilizando organismos aquáticos de pelo menos dois níveis tróficos diferentes.

§ 2º Cabe ao órgão ambiental competente a especificação das vazões de referência do efluente e do corpo receptor a serem consideradas no cálculo da Concentração do Efluente no Corpo Receptor-CECR, além dos organismos e dos métodos de ensaio a serem utilizados, bem como a frequência de eventual monitoramento.

§ 3º Na ausência de critérios de ecotoxicidade estabelecidos pelo órgão ambiental para avaliar o efeito tóxico do efluente no corpo receptor, as seguintes diretrizes devem ser obedecidas:

I - para efluentes lançados em corpos receptores de água doce Classes 1 e 2, e águas salinas e salobras Classe 1, a Concentração do Efluente no Corpo Receptor-CECR deve ser menor ou igual à Concentração de Efeito Não Observado-CENO de pelo menos dois níveis tróficos, ou seja:

a) CECR deve ser menor ou igual a CENO quando for realizado teste de ecotoxicidade para medir o efeito tóxico crônico; ou

b) CECR deve ser menor ou igual ao valor da Concentração Letal Mediana (CL50) dividida por 10; ou menor ou igual a 30 dividido pelo Fator de Toxicidade (FT) quando for realizado teste de ecotoxicidade para medir o efeito tóxico agudo;

II - para efluentes lançados em corpos receptores de água doce Classe 3, e águas salinas e salobras Classe 2, a Concentração do Efluente no Corpo Receptor-CECR deve ser menor ou igual à concentração que não causa efeito agudo aos organismos aquáticos de pelo menos dois níveis tróficos, ou seja:

a) CECR deve ser menor ou igual ao valor da Concentração Letal Mediana-CL50 dividida por 3 ou menor ou igual a 100 dividido pelo Fator de Toxicidade-FT, quando for realizado teste de ecotoxicidade aguda.

§ 4º A critério do órgão ambiental, com base na avaliação dos resultados de série histórica, poderá ser reduzido o número de níveis tróficos utilizados para os testes de ecotoxicidade, para fins de monitoramento.

§ 5º Nos corpos de água em que as condições e padrões de qualidade previstos na Resolução nº 357, de 2005, não incluam restrições de toxicidade a organismos aquáticos não se aplicam os parágrafos anteriores.

Art. 19. O órgão ambiental competente deverá determinar quais empreendimentos e atividades deverão realizar os ensaios de ecotoxicidade, considerando as características dos efluentes gerados e do corpo receptor.

Art. 20. O lançamento de efluentes efetuado por meio de emissários submarinos deve atender, após tratamento, aos padrões e condições de lançamento previstas nesta Resolução,

aos padrões da classe do corpo receptor, após o limite da zona de mistura, e ao padrão de balneabilidade, de acordo com normas e legislação vigentes. Parágrafo único. A disposição de efluentes por emissário submarino em desacordo com as condições e padrões de lançamento estabelecidos nesta Resolução poderá ser autorizada pelo órgão ambiental competente, conforme previsto nos incisos III e IV do art. 6º, sendo que o estudo ambiental definido no inciso III deverá conter no mínimo: I - As condições e padrões específicos na entrada do emissário;

II - O estudo de dispersão na zona de mistura, com dois cenários:

- a) primeiro cenário: atendimento aos valores preconizados na Tabela I desta Resolução;
- b) segundo cenário: condições e padrões propostos pelo empreendedor; e

III - Programa de monitoramento ambiental.

### **Seção III**

#### **Das Condições e Padrões para Efluentes de Sistemas de Tratamento de Esgotos Sanitários**

Art. 21. Para o lançamento direto de efluentes oriundos de sistemas de tratamento de esgotos sanitários deverão ser obedecidas as seguintes condições e padrões específicos:

I - Condições de lançamento de efluentes:

- a) pH entre 5 e 9;
- b) temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura;
- c) materiais sedimentáveis: até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;
- d) Demanda Bioquímica de Oxigênio-DBO 5 dias, 20°C: máximo de 120 mg/L, sendo que este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento com eficiência de remoção mínima de 60% de DBO, ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor.
- e) substâncias solúveis em hexano (óleos e graxas) até 100 mg/L; e
- f) ausência de materiais flutuantes.

§ 1º As condições e padrões de lançamento relacionados na Seção II, art. 16, incisos I e II desta Resolução, poderão ser aplicáveis aos sistemas de tratamento de esgotos sanitários, a critério do órgão ambiental competente, em função das características locais, não sendo exigível o padrão de nitrogênio amoniacal total

. § 2º No caso de sistemas de tratamento de esgotos sanitários que recebam lixiviados de aterros sanitários, o órgão ambiental competente deverá indicar quais os parâmetros da Tabela I do art. 16, inciso II desta Resolução que deverão ser atendidos e monitorados, não sendo exigível o padrão de nitrogênio amoniacal total.

§ 3º Para a determinação da eficiência de remoção de carga poluidora em termos de DBO<sub>5</sub>,20 para sistemas de tratamento com lagoas de estabilização, a amostra do efluente deverá ser filtrada.

Art. 22. O lançamento de esgotos sanitários por meio de emissários submarinos deve atender aos padrões da classe do corpo receptor, após o limite da zona de mistura e ao padrão de balneabilidade, de acordo com as normas e legislação vigentes.

Parágrafo único. Este lançamento deve ser precedido de tratamento que garanta o atendimento das seguintes condições e padrões específicos, sem prejuízo de outras exigências cabíveis:

I - pH entre 5 e 9;

II - temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura;

III - após desarenação;

IV - sólidos grosseiros e materiais flutuantes: virtualmente ausentes; e

V - sólidos em suspensão totais: eficiência mínima de remoção de 20%, após desarenação.

Art. 23. Os efluentes de sistemas de tratamento de esgotos sanitários poderão ser objeto de teste de ecotoxicidade no caso de interferência de efluentes com características potencialmente tóxicas ao corpo receptor, a critério do órgão ambiental competente.

§ 1o Os testes de ecotoxicidade em efluentes de sistemas de tratamento de esgotos sanitários têm como objetivo subsidiar ações de gestão da bacia contribuinte aos referidos sistemas, indicando a necessidade de controle nas fontes geradoras de efluentes com características potencialmente tóxicas ao corpo receptor.

§ 2o As ações de gestão serão compartilhadas entre as empresas de saneamento, as fontes geradoras e o órgão ambiental competente, a partir da avaliação criteriosa dos resultados obtidos no monitoramento.

### **CAPÍTULO III**

#### **DIRETRIZES PARA GESTÃO DE EFLUENTES**

Art. 24. Os responsáveis pelas fontes poluidoras dos recursos hídricos deverão realizar o automonitoramento para controle e acompanhamento periódico dos efluentes lançados nos corpos receptores, com base em amostragem representativa dos mesmos.

§ 1o O órgão ambiental competente poderá estabelecer critérios e procedimentos para a execução e averiguação do automonitoramento de efluentes e avaliação da qualidade do corpo receptor.

§ 2o Para fontes de baixo potencial poluidor, assim definidas pelo órgão ambiental competente, poderá ser dispensado o automonitoramento, mediante fundamentação técnica.

Art. 25. As coletas de amostras e as análises de efluentes líquidos e em corpos hídricos devem ser realizadas de acordo com as normas específicas, sob responsabilidade de profissional legalmente habilitado.

Art. 26. Os ensaios deverão ser realizados por laboratórios acreditados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial-INMETRO ou por outro organismo signatário do mesmo acordo de cooperação mútua do qual o INMETRO faça parte ou em laboratórios aceitos pelo órgão ambiental competente.

§ 1o Os laboratórios deverão ter sistema de controle de qualidade analítica implementado.

§ 2o Os laudos analíticos referentes a ensaios laboratoriais de efluentes e de corpos receptores devem ser assinados por profissional legalmente habilitado.

Art. 27. As fontes potencial ou efetivamente poluidoras dos recursos hídricos deverão buscar práticas de gestão de efluentes com vistas ao uso eficiente da água, à aplicação de técnicas para redução da geração e melhoria da qualidade de efluentes gerados e, sempre que possível e adequado, proceder à reutilização.

Parágrafo único. No caso de efluentes cuja vazão original for reduzida pela prática de reuso, ocasionando aumento de concentração de substâncias presentes no efluente para valores em desacordo com as condições e padrões de lançamento estabelecidos na Tabela I do art. 16,

desta Resolução, o órgão ambiental competente poderá estabelecer condições e padrões específicos de lançamento, conforme previsto nos incisos II, III e IV do art. 6º, desta Resolução.

Art. 28. O responsável por fonte potencial ou efetivamente poluidora dos recursos hídricos deve apresentar ao órgão ambiental competente, até o dia 31 de março de cada ano, Declaração de Carga Poluidora, referente ao ano anterior.

§ 1º A Declaração referida no caput deste artigo conterá, entre outros dados, a caracterização qualitativa e quantitativa dos efluentes, baseada em amostragem representativa dos mesmos.

§ 2º O órgão ambiental competente poderá definir critérios e informações adicionais para a complementação e apresentação da declaração mencionada no caput deste artigo, inclusive dispensando-a, se for o caso, para as fontes de baixo potencial poluidor.

§ 3º Os relatórios, laudos e estudos que fundamentam a Declaração de Carga Poluidora deverão ser mantidos em arquivo no empreendimento ou atividade, bem como uma cópia impressa da declaração anual assinada pelo administrador principal e pelo responsável legalmente habilitado, acompanhada da respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica, os quais deverão ficar à disposição das autoridades de fiscalização ambiental.

#### **CAPÍTULO IV**

#### **DAS DISPOSIÇÕES FINAIS**

Art. 29. Aos empreendimentos e demais atividades poluidoras que, na data da publicação desta Resolução, contarem com licença ambiental expedida, poderá ser concedido, a critério do órgão ambiental competente, prazo de até três anos, contados a partir da publicação da presente Resolução, para se adequarem às condições e padrões novos ou mais rigorosos estabelecidos nesta norma.

§ 1º O empreendedor apresentará ao órgão ambiental competente o cronograma das medidas necessárias ao cumprimento do disposto no caput deste artigo.

§ 2º O prazo previsto no caput deste artigo poderá ser prorrogado por igual período, desde que tecnicamente motivado.

§ 3º As instalações de tratamento de efluentes existentes deverão ser mantidas em operação com a capacidade, condições de funcionamento e demais características para as quais foram aprovadas, até que se cumpram às disposições desta Resolução.

Art. 30. O não cumprimento do disposto nesta Resolução sujeitará os infratores, entre outras, às sanções previstas na Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e em seu regulamento.

Art. 31. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 32. Revogam-se o inciso XXXVIII do art. 2º, os arts. 24 a 37 e os arts. 39, 43, 44 e 46, da Resolução CONAMA nº 357, de 2005.

**IZABELLA TEIXEIRA Presidente do Conselho**

**ESSE TEXTO NÃO SUBSTITUI O PUBLICADO NO DOU Nº 92, EM 16/05/2011, pág. 89**

- 42 – Usar equipamento de respiração adequado (fumigações).
- 43 – Usar o extintor correto em caso de incêndio.
- 44 – Em caso de mal-estar, procurar um médico (trabalho – SAST).
- 45 – Em caso de acidente, procurar um médico (Idém).
- 49 – Em caso de ingestão, procurar imediatamente um médico, levando consigo o rótulo do frasco ou o conteúdo.
- 50 – Não ultrapassar a temperatura especificada.
- 51 – Manter úmido com o produto especificado pelo fabricante.
- 49 – Não passar para outro frasco.
- 50 – Não misturar com... (especificado pelo fabricante).
- 51 – Usar em áreas ventiladas.
- 52 – Não recomendável para uso interior em áreas de grande superfície.

**Atenção:** Para sua segurança, leia a ficha toxicológica do reagente antes de começar o seu trabalho no laboratório.

