



Universidade Estadual do Rio Grande do Sul

Manual de Boas Práticas ✓ de Laboratório

Marcos Barreira de Oliveira
Organizador

Porto Alegre, dezembro 2018.



COLABORADORES

Venho por meio deste agradecer o apoio, colaboração e incentivo no trabalho realizado a todos os funcionários e professores da Uergs em especial aos que diretamente foram envolvidos na produção deste manual.

- William Herrera Steigleder – Diretor Administrativo Reitoria - Uergs
- Dr. Professor Alexandro Cagliari – Coordenador de Áreas das Ciências da Vida e do Meio Ambiente – SUPLAN (Superintendência de Planejamento Uergs)
- Dra. Professora Francine Tramontina – Responsável laboratório Unidade Bento Gonçalves
- Mes. Professora Daniela Mueller - Responsável laboratório Unidade Soledade
- Dra. Professora Andréa Teixeira - Responsável laboratório Unidade Cachoeira do Sul
- Mes. Professora Fernanda Stallivieri - Responsável laboratório Unidade Caxias do Sul
- Christiane Faccin – Chefe da Unidade Encantado
- Dr. Professor André Cardoso - Responsável laboratório Unidade Erechim
- Dra. Professora Lilian Hickert – Professora Unidade Novo Hamburgo
- Mes. Professora Cristiane Pibernat - Responsável laboratório Unidade Novo Hamburgo
- Dra. Professora Lúcia Allenbrandt – Professora Unidade Novo Hamburgo
- Dr. Professor Gerônimo Prado - Responsável laboratório Unidade Sananduva
- Dra. Professora Evelise Fonseca - Responsável laboratório Unidade Santa Cruz do Sul
- Dra. Professora Simone Terra - Responsável laboratório Unidade Santana do Livramento
- Dr. Professor José Rodrigo Caresani - Responsável laboratório Unidade São Borja
- Dr. Professor Marcelo Migiolini - Responsável laboratório Unidade São Luiz Gonzaga
- Mes. Professora Daniela Limberger - Responsável laboratório Unidade Tapes
- Dra. Professora Fabiana Fonseca - Responsável laboratório Unidade Vacaria

- Laboratorista Eloisa Lovison – Unidades São Francisco de Paula/ Caxias do Sul/ Encantado/ Bento Gonçalves/ Vacaria
- Laboratorista Ricardo Dill – Unidades Cruz Alta/ Erechim/ Sananduva/ Soledade
- Laboratorista Hardi Weirich – Unidades Três Passos/ São Luiz Gonzaga

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo de rótulo para soluções	188
Figura 2 - Quadro de Sinalização e simbologia em laboratório	25
Figura 3 - Esquema do diagrama de Hommel	26
Figura 4 - Óculos de proteção.....	28
Figura 5 - Óculos de proteção ampla visão	28
Figura 6 - Óculos de proteção de sobreposição.....	29
Figura 7 - Protetor auricular tipo plug	29
Figura 8 - Luva de proteção térmica.....	30
Figura 9 - Luva nitrílica de procedimento	30
Figura 10 - Luva látex para procedimento	31
Figura 11 - Luva de látex natural	31
Figura 12 - Máscara de proteção facial	32
Figura 13 - Máscara respiradora PFF1	32
Figura 14 - Máscara respirador PFF2	33
Figura 15 - Máscara respirador N95.....	33
Figura 16 - Máscara respirador facial inteiro	34
Figura 17 - Cartucho químico.....	34
Figura 18 - Jaleco de algodão	35
Figura 19 - Chuveiro e Lava-olhos.....	37
Figura 20 - Capela de exaustão.....	37
Figura 21 - Capela de fluxo laminar.....	38
Figura 22 - Manta corta-fogo.....	38

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Lista de produtos químicos e suas incompatibilidades	177
Quadro 2 - Código de cores para válvulas no laboratório	20
Quadro 3 - Características de alguns gases	20
Quadro 4 - Relação de produtos químicos e substâncias incompatíveis	41
Quadro 5 - Propriedades Físico-Químicas de alguns Solventes.....	44
Quadro 6 - Misturas Perigosas.....	45
Quadro 7 - Classificação resíduos segundo RDC nº 306/2004 – ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária).	46

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
1.1 ORIENTAÇÕES GERAIS	7
1.1.1 Recomendações para evitar acidentes no laboratório:	9
2 PROJETO	12
2.1 CONSTRUÇÃO.....	12
2.1.1 Pisos	12
2.1.2 Paredes	12
2.1.3 Teto	13
2.1.4 Portas e Janelas	13
2.1.4.1 <i>Portas</i>	13
2.1.4.2 <i>Janelas</i>	13
2.2 ARMAZENAMENTO DE PRODUTOS QUÍMICOS, ROTULAGEM, OPERAÇÕES COM GASES E INSTALAÇÕES	14
2.2.1 Materiais que requerem considerações especiais de estoque	16
2.2.2 Incompatibilidade de produtos químicos para fins de armazenagem	17
Fonte: Guia de Laboratório para o Ensino da Química: instalação, montagem e operação, do CRQ – IV, 2009.	18
2.2.3 Rótulos de soluções	18
2.2.4 Operação com gases e armazenagem de cilindros:	19
2.2.4.1 <i>Operação com gases</i>	19
2.2.4.2 <i>Armazenagem de cilindros:</i>	20
2.2.5 Proteção contra incêndio	22
2.2.6 Ventilação e Exaustão	22
2.2.6.1 <i>Capelas e Coifas</i>	23
3 SEGURANÇA DE LABORATÓRIO	23
3.1 SINALIZAÇÃO.....	23
3.1.1 Formas de Sinalização	24
3.1.2 Diamante de Hommel – NFPA	26
3.2 EQUIPAMENTOS DE EMERGÊNCIA, EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPIS) E EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO COLETIVA (EPCS).....	26

3.2.1 Equipamentos de Emergência.....	26
3.2.1.1 <i>Extintores de incêndio</i>	27
3. 2. 2 EPIs – Equipamentos de Proteção Individual.....	27
3.2.3 Exemplos de EPCs – Equipamentos de proteção coletiva.....	36
.....	37
3.2.4 Sala ou Área “Quente”	39
3.2.5 Bancadas de Trabalho.....	39
3.2.6 Mobiliário.....	40
4 INFORMAÇÕES SOBRE PRODUTOS QUÍMICOS: INCOMPATIBILIDADES; MISTURAS PERIGOSAS; PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE ALGUNS SOLVENTES.....	40
5 MEIO AMBIENTE, RESÍDUOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS	46
5.1 RESÍDUOS BIOLÓGICOS.....	46
5.2 RECOMENDAÇÕES GERAIS PARA DESCARTE.....	48
5.2.1 Resíduos que podem ser descartados diretamente na pia ou no lixo comum.....	49
5.2.2 Coleta e segregação dos resíduos químicos dentro do laboratório	50
5.2.3 Solventes orgânicos e soluções de compostos orgânicos.....	51
5.2.4 Resíduos sólidos de orgânicos perigosos	52
5.2.5 Resíduos aquosos com metais pesados (opcional)	52
5.3 SELECIONANDO O RECIPIENTE	52
5.4 TRATAMENTO E DESCARTE DE RESÍDUOS NO LABORATÓRIO	53
6 PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS DE LABORATÓRIO – PGRQL.....	64
7 LEGISLAÇÃO PERTINENTE.....	65
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	70

1 INTRODUÇÃO

Este manual objetiva fornecer um guia geral de regras básicas consideradas mínimas para o funcionamento seguro dos laboratórios de química ou que contenham reagentes químicos.

Em um laboratório químico é necessário que se adotem algumas medidas de precauções para as operações a serem realizadas. Atividades práticas realizadas em laboratórios apresentam riscos e estão sujeitas a acidentes, porém muitos acidentes podem ser evitados se o profissional que exerce suas funções neste local tiver conhecimento sobre as normas de segurança e colocá-las em prática. Além disso, temas como armazenamento e descarte de materiais químicos também serão abordados visando auxiliar os laboratoristas e professores sobre a melhor forma possível para fazê-los.

Portanto, é com o intuito de conscientizar os usuários dos laboratórios de ensino de química sobre a importância do uso das normas de segurança que desenvolvemos este manual. Para segurança no desenvolvimento das suas atividades, observe todas as informações presentes neste manual. Auxilie seus colegas e esclareça todas as suas dúvidas com o coordenador do laboratório.

Algumas orientações constantes deste manual tomam como base as Normas Regulamentadoras (NR's) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), aprovadas pela Portaria nº 3.214, de 08-06-1978 e suas atualizações, e Normas (NBRs), da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e demais legislações pertinentes.

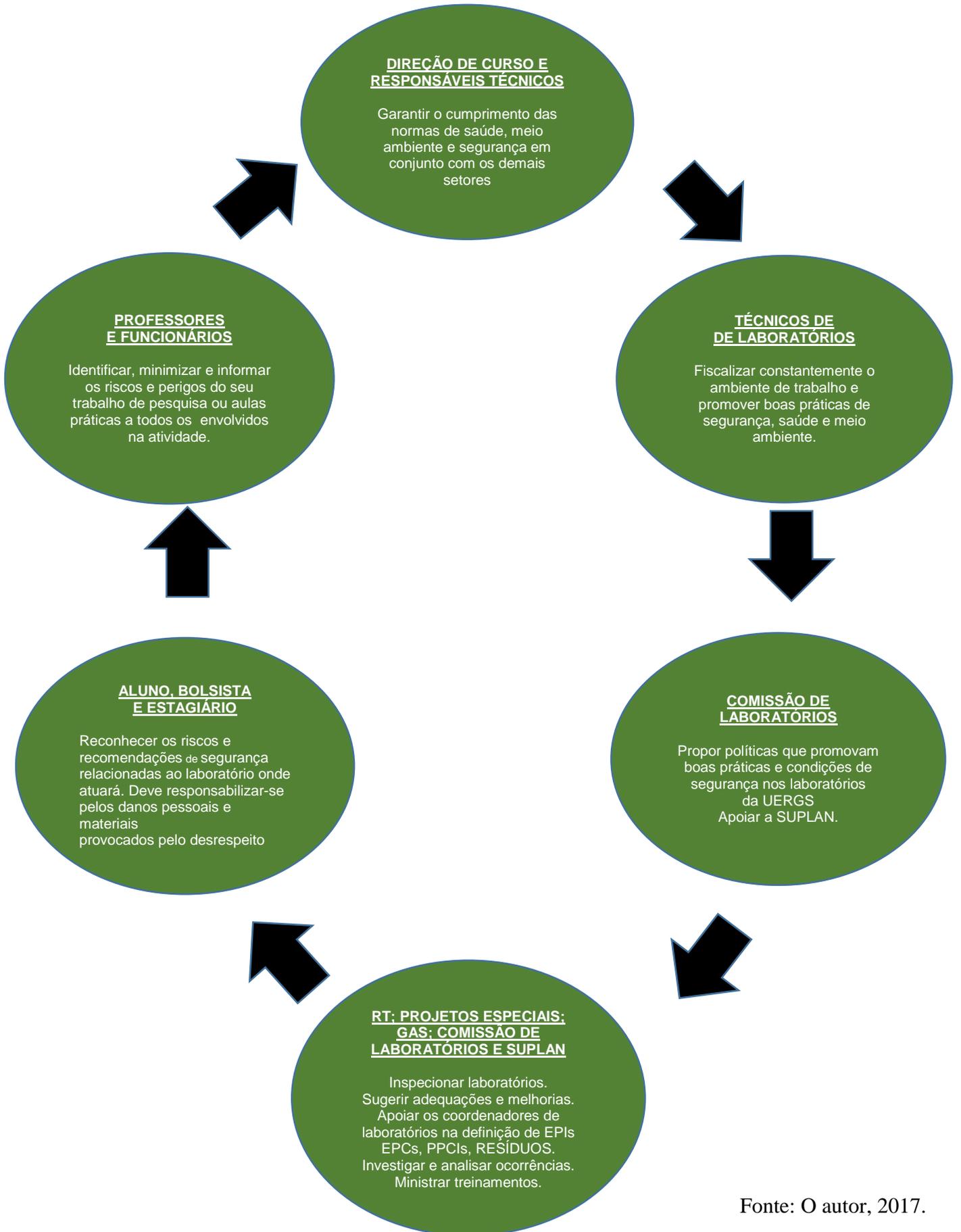
1.1 ORIENTAÇÕES GERAIS

Conforme o Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho (2013, p. 7):

Este manual não tem a pretensão de esgotar todos os aspectos e riscos relacionados à segurança de um laboratório. Caso alguma prática não esteja aqui contemplada, a omissão não poderá ser usada como justificativa para isenção da responsabilidade.

A gerência e comunicação dos riscos em laboratório é de responsabilidade de todos!

Fluxograma de responsabilidades



1.1.1 Recomendações para evitar acidentes no laboratório¹:

- Não se deve fumar, manter e/ou ingerir alimentos ou bebidas nos laboratórios, sob o risco de contaminação e da distração.
- Evitar o uso lentes de contato.
- Deve-se lavar muito bem as mãos antes e após qualquer atividade laboratorial.
- Utilize os EPIs (Equipamentos de proteção individual) e EPCs (Equipamentos de proteção coletiva) adequados para cada atividade, conforme orientação da comissão de laboratórios, técnicos de laboratório e responsáveis técnicos da Uergs.
- Para proteger os pés contra respingos de produtos químicos e cortes por vidraria, utilize sempre calçados fechados e sem salto.
- Os cabelos compridos devem ser mantidos sempre presos, para evitar que prendam em materiais ou equipamentos, ou até mesmo, que sejam atingidos por produtos químicos ou fogo.
- Evite o uso de adornos pessoais, como brincos, pulseiras, anéis e colares, pois, além do risco de ficarem presos a algum equipamento, também são pontos favoráveis à retenção de microrganismos e produtos químicos.
- Todos os produtos químicos devem estar devidamente rotulados,
- Os produtos químicos devem ser manuseados e armazenados conforme descrição na FISPQ – Ficha de Inspeção e Segurança de Produtos Químicos.
- Devem ser mantidas no laboratório as FISPQs (Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos) de todos os produtos manuseados. Os alunos devem ser orientados a consultá-las antes de qualquer atividade com produtos químicos.
- Ao utilizar o bico de Bunsen, verifique a validade das mangueiras e, para evitar incêndios, certifique-se de que foram afastados todos os materiais e produtos químicos inflamáveis.
- Evite o uso de adornos pessoais, como brincos, pulseiras, anéis e colares, pois, além do risco de ficarem presos a algum equipamento, também são pontos favoráveis à retenção de micro-organismos e produtos químicos.
- Não acumule materiais, que não estejam em uso sobre bancadas. Um ambiente de trabalho bem organizado evita acidentes.

¹ Algumas das recomendações foram tiradas do *Manual de Segurança para Laboratórios da PUCRS*.

- O armazenamento de vidrarias em mezaninos, prateleiras e armários deve ser limitado a uma altura que não implique uso de escadas para alcançá-las, evitando-se acidentes.
- Inspeccione constantemente as vidrarias utilizadas. Em caso de constatação de trincas, bolhas ou material excessivamente arranhado, não utilize o material e descarte-o adequadamente.
- Ao sair do laboratório no final do dia, verifique se todos os equipamentos foram desligados e se não há reações químicas em andamento.
- Observe sempre o local de trabalho, a fim de verificar se apresenta condições seguras, principalmente no que se refere à infraestrutura: piso, instalações elétricas, mobiliário, vidros, etc. Em caso de irregularidade, comunique-a ao responsável pelo laboratório.
- Jamais promova improvisações em instalações ou equipamentos: essa prática pode causar graves acidentes.
- Não faça reparos em equipamentos ou na infraestrutura do laboratório, contate o setor responsável para tais serviços.
- É indispensável o uso de avental longo, em tecido de algodão, sobre a roupa.
- Dúvidas devem ser solucionadas antes de começar o trabalho, lendo-se atentamente o roteiro, organizando as vidrarias e os produtos químicos a serem utilizados.
- Sempre que necessário, dependendo do risco e da periculosidade, o experimento ou parte dele deverá ser conduzido em capela, utilizando-se EPIs como: luvas, máscaras e óculos de proteção.
- Deve-se fazer uso de luvas e capela com exaustão para descarte e pré-lavagem de recipiente com produtos químicos. Em caso de não existência de capela, usar avental de PVC, protetor facial, e desenvolver a tarefa em local ventilado e seguro.
- O manuseio de produtos químicos tóxicos e corrosivos deve ser feito em capela com exaustão ligada e o uso de luvas e óculos de proteção facial é necessário.
- Devem ser usadas luvas isolantes e frascos apropriados no transporte de nitrogênio líquido.
- Devem ser lidos atentamente os rótulos dos frascos de reagentes, antes de utilizá-los, pois neles há informações importantes para a sua manipulação segura.
- Quando da realização de atividades de risco (perigo de explosão, geração de material tóxico, etc.) deve-se avisar ao professor e aos demais colegas do laboratório.
- Trabalhar em capela com boa exaustão, retirando todo tipo de material não necessário à atividade desenvolvida, como, por exemplo, líquidos inflamáveis.

- Manter um extintor por perto, com bico destravado.
- Em caso de derramamento de líquidos, o local deverá ser imediatamente limpo, utilizando-se os cuidados necessários para cada tipo de produto.
- Para maior segurança não se deve provar qualquer produto químico ou solução;
- Nem inalar gases, vapores desconhecidos ou reagentes.
- Quando do aquecimento de substâncias ou soluções em tubos de ensaio, estes deverão ser direcionados de tal forma que os usuários do laboratório não possam ser atingidos no caso de projeção de material.
- Os materiais de vidro devem ser utilizados com cuidado, pois se rompem facilmente e quando isso ocorrer devem ser trocados imediatamente. Para manipulação de artefatos de vidro, recomenda-se utilizar luvas contra cortes para proteção das mãos, quando das operações de corte de tubos e, também, quando da conexão destes com outros artefatos, como rolhas e tubos de borracha, além de fazer uso de lubrificantes apropriados para facilitar a conexão dos tubos de vidros com outros materiais.
- Deverá haver cuidado especial ao trabalhar com sistemas sob vácuo ou pressão. Dessecadores sob vácuo devem ser protegidos com fita adesiva e colocados em grades de proteção próprias.
- Jamais deverão ser pipetados líquidos com a boca; deverá ser utilizada pêra de borracha ou trompa de vácuo.
- Não deverá ser utilizada a mesma pipeta para medir soluções diferentes durante a realização de um experimento, a fim de evitar contaminações e/ou acidentes.
- Quando houver sobras de soluções, estas nunca deverão ser retornadas ao frasco de origem.
- Deverá ser dada atenção especial às operações onde seja necessário realizar aquecimento.
- As operações com nitrogênio líquido ou gelo seco requerem particular cuidado, a fim de evitar queimaduras ao usuário do laboratório.
- Quando do manuseio de gases, as válvulas dos cilindros devem ser abertas lentamente com as mãos ou usando chaves apropriadas. Nunca deverão ser forçadas as válvulas com martelos ou outras ferramentas.
- No caso em que o usuário do laboratório tenha que se ausentar de sua bancada ou, ainda, de experimentos que permaneçam em andamento após o encerramento da aula prática, deverá ser deixada uma ficha visível e próxima ao experimento, constando

informações sobre a reação em andamento, nome dos responsáveis, além de informações de como proceder em casos de acidentes, falta d'água ou eletricidade e o professor e os demais colegas deverão ser avisados. O funcionário responsável pelo laboratório deverá estar ciente do processo em andamento.

- Ao realizar misturas exotérmicas em água (ácidos e álcalis concentrados), nunca deverá ser adicionada água ao produto químico, mas sim o inverso e lentamente.
- Após o encerramento do experimento, todos os materiais utilizados deverão ser limpos e guardados em local apropriado.
- Resíduos de produtos químicos não devem ser descartados na pia. Seguir as orientações dispostas neste manual.
- Materiais perfurocortantes devem ser descartados em recipientes adequados (caixas coletoras). A pessoa que utiliza este material é responsável pelo seu descarte.

2 PROJETO

2.1 CONSTRUÇÃO²

A Norma Regulamentadora-8 (NR-8), do Ministério do Trabalho (MTE), dispõe sobre as especificações para edificações de ambientes de trabalho. No caso específico de laboratórios de ensino devem ser observados os itens abaixo.

2.1.1 Pisos

O piso deve ser impermeável, antiderrapante, resistente mecânica e quimicamente e, além disso, não deve apresentar saliências nem depressões que possam prejudicar a circulação de pessoas ou a movimentação de materiais.

2.1.2 Paredes

² O *Guia de Laboratório para o Ensino da Química: instalação, montagem e operação*, do CRQ – IV, foi utilizado como referência principal do tópico 2.1.

As paredes devem ser claras, foscas e impermeáveis, revestidas com material que permita o desenvolvimento das atividades em condições seguras, sendo resistentes ao fogo e a substâncias químicas, além de oferecer facilidade de limpeza.

2.1.3 Teto

O teto deve atender às necessidades do laboratório quanto à passagem de tubulações, luminárias, grelhas, isolamento térmico e acústico, estática.

2.1.4 Portas e Janelas

2.1.4.1 Portas

Considerando a NR-23, do MTE, que regulamenta sobre proteção contra incêndios, os locais de trabalho deverão dispor de saídas em número suficiente, de modo que aqueles que se encontrarem nesses locais possam abandoná-los com rapidez e segurança em caso de emergência. A largura mínima das aberturas de saídas deverá ser de 1,20m e com sentido de abertura da porta para a parte externa do local de trabalho.

Recomenda-se o uso de visores em divisórias, paredes, portas e onde mais for possível. Os acabamentos das portas devem ser em material que retarde o fogo.

2.1.4.2 Janelas

Orienta-se que sejam localizadas acima de bancadas e equipamentos, numa altura aproximada de 1,20m do nível do piso e que a área de ventilação/iluminação seja proporcional à área do recinto, numa relação mínima de 1:5 (um para cinco). Deverá haver sistema de controle de raios solares, como persianas metálicas ou *breezes* (anteparos externos instalados nas janelas que impeçam a entrada de raios solares, mas não impeçam a entrada de claridade). Porém, sob nenhuma hipótese deverão ser instaladas cortinas de material combustível.

Devem ser empregados materiais de construção e acabamentos que retardem o fogo, que proporcionem boa vedação, sejam lisos, não porosos, de fácil limpeza e manutenção. As janelas devem ser dotadas de dispositivos de abertura, sempre que necessário.

2.2 ARMAZENAMENTO DE PRODUTOS QUÍMICOS, ROTULAGEM, OPERAÇÕES COM GASES E INSTALAÇÕES

Sempre que possível deve ser destinada uma sala, em separado, para armazenagem de reagentes, para que estes não sejam conservados na área de trabalho, evitando congestionamento das bancadas e possíveis acidentes.

Critérios rígidos devem ser seguidos para a armazenagem de produtos químicos variados. Deve-se levar em consideração o tipo de produto a ser armazenado: corrosivos, voláteis, tóxicos, inflamáveis, explosivos e peroxidáveis, bem como a incompatibilidade química.³

É necessário alertar que se devem comprar apenas quantidades limitadas de reagentes químicos, somente para uso imediato. Não é aconselhável guardar reagentes químicos por períodos de tempo muito longos por risco de perder suas propriedades físico-químicas.

O correto processo de armazenagem de produtos químicos inicia com NUNCA os armazenar sem o devido símbolo – que muitas vezes já vem no frasco do produto – onde irá constar qual o risco este apresenta a quem irá utilizá-lo. O armazenagem de forma errônea junto com o não planejamento e controle podem propiciar acidentes pessoais e prejuízos materiais.

Outras recomendações para armazenagem de produtos químicos e resíduos no laboratório:⁴

- o local de armazenagem deve ser amplo, ventilado e, se possível, possuir um sistema de exaustão adequado para suas dimensões;
- os reagentes compatíveis devem ser estocados, separado por classes;
- produtos inflamáveis e explosivos deverão ser mantidos a grandes distâncias de produtos oxidantes;
- não devem ser estocados produtos voláteis em locais que incida luz solar direta;
- as vidrarias não devem ser armazenadas junto aos reagentes;

³ Guia de Laboratório para o Ensino da Química: instalação, montagem e operação, do CRQ – IV. Disponível em https://www.crq4.org.br/sms/files/file/Guia%20de%20Laborat%C3%B3rio_2012.pdf;

⁴ O *Manual De Segurança e Boas Práticas de Laboratório (BPL)*, da Universidade Federal de Paraíba, foi utilizado como referência principal. Disponível em: <http://www.ctdr.ufpb.br/ctdr/contents/documentos/pdf/manual-de-seguranca-do-lab-de-processo-e-operacoes-unitarias/view>

- não deve ser permitida a armazenagem de produtos não identificados, bem como o armazenamento de produtos sem data de validade;
- deve-se manter um controle de estoque de almoxarifado. As condições dos materiais estocados devem ser verificadas anualmente. Materiais que não estejam mais sendo utilizados devem ser descartados o mais rápido possível;
- não estocar reagentes químicos ou frascos de resíduos próximos a fontes de calor ou água ou diretamente sob a luz solar. Usar refrigeração no ambiente caso a temperatura ultrapasse 38°C;
- não se devem estocar reagentes inflamáveis na geladeira. Quando necessário, deve ser feito por períodos muito curtos;
- conforme Portaria nº 46/2014 - C.E.R, de 29 de agosto de 2014, a qual dispõe sobre o uso dos laboratórios do Campus Experimental de Registro, da UNESP⁵, metais reativos (sódio, potássio) são estocados com segurança, em pedaços pequenos, imersos em hidrocarbonetos (hexano, benzeno) secos – **NÃO DEVEM ENTRAR EM CONTATO COM ÁGUA – RISCO DE EXPLOSÃO**. Por esta razão não devem ficar próximos a pias, por exemplo;
- as prateleiras para estoque devem ser apropriadas para conter os frascos de reagentes e serem feitas de material resistente aos produtos químicos a serem guardados; é aconselhável que as prateleiras devem ser confeccionadas em materiais não combustíveis, que possuam uma borda ou algo equivalente que evite que os frascos possam escorregar e cair das prateleiras;
- não armazenar produtos químicos em prateleiras elevadas; garrafas grandes devem ser colocadas no máximo a 60 cm do piso;
- segundo o Manual de Segurança e Boas Práticas de Laboratório (BPL), da Faculdade de Medicina do ABC, reagentes perigosos em frascos quebráveis como materiais altamente tóxicos (cianetos, neurotoxinas), inflamáveis (dietil-éter, acetona), líquidos corrosivos (ácidos) ou materiais sensíveis a impactos (percloratos) devem ser estocados de tal maneira que o risco de quebra seja minimizado. É aconselhável que reagentes químicos em frascos de vidro ou pesando mais de 500 gramas não sejam estocados a mais de dois metros do chão;
- não armazenar produtos químicos dentro da capela, nem no chão do laboratório;

⁵ Disponível em: www.registro.unesp.br/Home/laboratorios/portaria46_2014_cex.pdf

- se for utilizado armário fechado para armazenagem, que este tenha aberturas laterais ou na parte superior, para ventilação, evitando-se acúmulo de vapores;
- as áreas (prateleiras) ou os armários de armazenagem devem ser rotulados de acordo com a classe do produto que contém. Estocar os líquidos mais perigosos nas partes mais baixas das prateleiras;
- **Não fumar no local de armazenagem.**

2.2.1 Materiais que requerem considerações especiais de estoque

Segundo o Manual de Boas Práticas e Segurança para Utilização dos Laboratórios de Ensino, Pesquisa e Extensão⁶, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, os materiais que requerem observações especiais em relação ao estoque são os seguintes:

- ácido pícrico: inspecionar mensalmente e manter imerso em água destilada. Secar apenas a quantidade necessária para uso imediato. O ácido pícrico seco é sensível a choques;
- substâncias formadoras de peróxidos: os materiais formadores de peróxidos devem ser datados quando sua embalagem for aberta pela primeira vez e descartados quando o tempo limite de estoque recomendado for atingido:

Após três meses: éter isopropílico, di-vinil-acetileno, cloreto de vinilideno, butadieno, cloropreno, tetrafluoroetileno.

Após 12 meses: éter etílico, tetrahidrofurano, dioxano, acetaldeído, éter vinílico, diacetileno, metil-acetileno, ciclohexano

- outros materiais sensíveis a choques, que devem ser adquiridos sempre em pequenas quantidades: compostos nítricos, nitratos orgânicos, acetilenos, azidas, diazometano;
- peróxidos orgânicos: comprar sempre pequenas quantidades, manter sob refrigeração e descartar 12 meses após ter sido aberto. Exemplos: benzilperóxido, ácido peracético;

⁶ Disponível em: <http://www.utfpr.edu.br/apucarana/estrutura-universitaria/diretorias/dirgrad/dafis-departamento-academico-de-fisica-campus-apucarana/documentos/manual-de-boas-praticas-e-seguranca-apucarana/>

- materiais reativos com água: exemplos: metais de sódio e potássio, pentóxido de fósforo, cloreto de alumínio, cloreto de titânio;
- materiais que reagem com o ar (pirogênicos): Exemplos: alquil – compostos de lítio, reagente de Grignard, fósforo branco;
- Agentes Oxidantes: são exemplos os peróxidos, nitratos, bromatos, cromatos, cloratos, dicromatos, percloratos e permanganatos.

2.2.2 Incompatibilidade de produtos químicos para fins de armazenagem

Quadro 1 - Lista de produtos químicos e suas incompatibilidades

Reagente	Incompatível com:
Acetileno	Cloro, Bromo, Flúor, Cobre, Prata e Mercúrio.
Acetonitrila	Ácido Sulfúrico, oxidantes fortes (percloratos / nitratos) e redutores (Na e Mg (metálicos)).
Ácido Acético	Ácido Nítrico conc., Ácido Perclórico, Ac. Sulfúrico conc., Ácido Crômico, Peróxidos, Permanganatos e Nitratos.
Ácido Fosfórico	Bases fortes, Cloratos, Nitratos e Carbetto de Cálcio.
Ácido Nítrico concentrado	Bases fortes, anilinas, compostos nitro-aromáticos, Sulfeto de Hidrogênio, Ácido Acético, Éter Etílico, líquido e gases inflamáveis.
Ácido Perclórico	Enxofre, Bismuto e suas ligas, Álcoois, Anidrido ou ácido Acético, solventes e combustíveis, papel / madeira.
Ácido Sulfúrico	Cloratos, Percloratos, Permanganatos de Potássio (e de Lítio e Sódio), Bases, Picratos, Nitratos, pós metálicos e solventes.
Anilina	Ácido nítrico, Peróxido de Hidrogênio.
Bromo	Hidróxido de Amônio, Benzeno, benzina de petróleo, propano, butadienos, acetileno, Hidrogênio e pós metálicos.
Carvão ativo	Dicromatos, permanganatos, Hipoclorito de Cálcio, Ácidos nítrico e sulfúrico.
Cianetos	Ácidos
Cloratos e Percloratos	Sais de amônio, metais em pó, matérias orgânicas particuladas, enxofre, ácidos fortes, álcoois e combustíveis.
Cloreto Mercúrico (Hg-II)	Sulfitos, Hidrazina, aminas, ácidos fortes, bases fortes, fosfatos e carbonatos
Cloro	Idem Bromo
Cobre (metálico)	Peróxido de Hidrogênio, Acetileno.
Dicromato de Potássio	Alumínio, materiais orgânicos inflamáveis, Acetona, Hidrazina, Enxofre e Hidroxilamina
Éter etílico	Ácidos (nítrico e perclórico), Peróxido de Sódio, Cloro e Bromo
Etileno glicol	Ácido Perclórico, Ácido Crômico, Permanganato de Potássio, Nitratos, Bases fortes e Peróxido de Sódio
Formaldeído	Peróxidos e oxidantes fortes, Bases fortes e ácidos
Fósforo	Enxofre, Compostos Oxigenados (Nitratos, Permanganatos, Cloratos e Percloratos)
Hidrocarbonetos (Hexano, Tolueno, GLP etc.)	Ácido Crômico, Peróxidos, Flúor, Cloro, Bromo, Percloratos e outros oxidantes fortes.
Hidróxido de Amônio	Ácidos, Oxidantes fortes, Peróxidos, Cloro e Bromo
Hidróxido de Sódio	Ácidos, Solventes Clorados, oxidantes fortes

Hidróxido de Potássio	Ácidos, Solventes Clorados, anidrido maleico e acetaldeído
Iodeto de Potássio	Clorato de Potássio, Bromo, Oxidantes fortes, Sais de diazônio
Iodo	Acetileno, Hidróxido de Amônio e Hidrogênio
Líquidos Inflamáveis (álcoois, cetonas etc.)	Ácido Nítrico, Nitrato de Amônio, Peróxidos, Hidrogênio, Flúor, Cloro, Bromo e Óxido de Cromo (VI)
Nitrato de Amônio	Ácidos, pós metálicos e pós orgânicos, cloretos, Enxofre, Hipoclorito e Perclorato de Sódio, Dicromato de Potássio.
Óxido de Cromo (VI)	Ácido Acético, Glicerina, Líquidos Inflamáveis e Naftaleno
Prata Metálica	Acetileno, Ácido Oxálico e Ácido Tartárico
Peróxido de Hidrogênio	Álcoois, Anilina, Cloreto Estanhoso, Cobre, Cromo, Ferro, sais metálicos, Nitrometano e líquidos inflamáveis
Peróxido de Sódio	Ácido ou Anidrido Acético, Etanol, Metanol, Etileno glicol, Acetatos orgânicos, Benzaldeído e Furfural
Permanganato de Potássio	Glicerina, Etileno glicol, Benzaldeído, Ácido Sulfúrico e solventes orgânicos
Tetracloro de Carbono	Metais (Al, Be, Mg, Na, K e Zn), Hipoclorito de Cálcio, Álcool Alílico, Dimetilformamida e Água (forma gases tóxicos).

Fonte: Guia de Laboratório para o Ensino da Química: instalação, montagem e operação, do CRQ – IV, 2009.

2.2.3 Rótulos de soluções

Recomenda-se para soluções químicas que sejam utilizados alguns itens mínimos, conforme Figura 1.

Figura 1 - Modelo de rótulo para soluções

	ROTULAGEM DE PRODUTO QUÍMICO				
	NOME DO PRODUTO:				
Unidade:					
Laboratório:					
Fórmula Molecular:					
Concentração:					
Data de fabricação:					
Data de validade:					
Corrosivo	Tóxico	Inflamável	Explosivo	Reativo	
Responsável:					
OBS:					

2.2.4 Operação com gases e armazenagem de cilindros:

2.2.4.1 Operação com gases

Muitos equipamentos de laboratório utilizam gases, como espectrofotômetros de absorção atômica, cromatografia gasosa, etc. Por isso, cada vez mais é importante o conhecimento sobre os riscos gerados pelos gases, sua classificação, a observação das incompatibilidades, assim como os cuidados com a instalação.

É importante que os usuários dos laboratórios estejam familiarizados com o código de cores usado nas tubulações, válvulas e cilindro de gás para caracterizar os tipos de fluidos, temperatura de uso e inflamabilidade. Os quadros 2 e 3 demonstram, respectivamente, os códigos de cores empregado em válvulas e exemplos das características de alguns gases.

- Grupos de Risco dos Gases:

Os gases são classificados em grupos, numerados de I a VI:

Grupo I: Não inflamáveis, não corrosivos e de baixa periculosidade.

Ex: Ar sintético, Argônio, Hélio, Neônio, Dióxido de carbono, Nitrogênio, Óxido Nitroso, Oxigênio.

Grupo II: Inflamáveis não-corrosivos e de baixa toxidez.

Ex: Acetileno, Butano, Cloreto de metila, Hidrogênio, Metano, Propano, Gás natural, Etano, Cloreto de vinila, Deutério, Isobutano.

Grupo III: Inflamáveis, corrosivos e tóxicos.

Ex: Sulfeto de hidrogênio, Monóxido de carbono, Brometo de metila, Dimetilamina, Óxido de etileno, Cloreto de metila, Metilmercaptana.

Grupo IV: Tóxicos e/ou corrosivos e não inflamáveis.

Ex: Amônia, Cloro, Flúor, Tetracloro de Boro, Brometo de Hidrogênio, Cloreto de hidrogênio, Dióxido de Enxofre, Flúoreto de Hidrogênio, Iodeto de Hidrogênio.

Grupo V: Espontaneamente inflamável.

Ex: Silano

Grupo VI: Muito venenosos.

Ex: Arsina, Cloreto de nitrosila, Fosfina, Óxido nítrico, Cianogênio, Dióxido de Nitrogênio, Fosgênio, Seleneto de Hidrogênio.

- Compatibilidade dos gases:

Como regra geral, dois gases cuja soma dos grupos for igual a 5, poderão ser guardados juntos. Por exemplo, se tivermos um gás do grupo I, segundo a relação acima, e um gás do grupo IV, a soma será 5. Estes gases podem ser estocados juntos. Igualmente se juntarmos um gás do grupo II com um do grupo III, ou apenas os do grupo V.

O Quadro 2 ilustra os tipos de cor utilizados em válvulas de gases.

Quadro 2 - Código de cores para válvulas no laboratório

Código de cores dos volantes das válvulas		
Fluído	Volante	Miolo
Água fria	Verde	Azul
Água quente	Verde	Vermelho
Vapor	Vermelho	Vermelho
Gás GLP	Amarelo	Amarelo
Gás acetileno	Amarelo	Vermelho
Gás hidrogênio	Amarelo	Vermelho
Gás nitrogênio	Amarelo	Verde
Ar comprimido	Azul	Cinza
Vácuo	Cinza	Cinza

Fonte: Guia de Laboratório para o Ensino da Química: instalação, montagem e operação, do CRQ – IV, 2009.

O Quadro 3 ilustra algumas características de gases utilizados em laboratórios.

Quadro 3 - Características de alguns gases

Características	Exemplos
Inertes	Nitrogênio, Hélio, Argônio etc.
Inflamáveis	GLP, Hidrogênio, Acetileno etc.
Corrosivos	Fluorídrico, Cloro etc.
Asfixiantes	Monóxido de Carbono, cianídrico etc.
Irritantes	Gás Clorídrico, Amônia etc.
Anestésicos	Butano, Propano, Eteno etc.

Fonte: Guia de Laboratório para o Ensino da Química: instalação, montagem e operação, do CRQ – IV, 2009.

2.2.4.2 Armazenagem de cilindros⁷:

Os cilindros devem ser armazenados em áreas externas e fechadas, especificamente designada e construída para esse fim, cobertas e bem ventiladas e devem ser mantidas secas,

⁷ Manual de Segurança e Boas Práticas em Laboratórios Químicos, da Universidade Federal de São Paulo, 2008. Disponível em: http://natepe.diadema.sites.unifesp.br/images/2017/documentos/manual_seguranca.pdf

isoladas de materiais e vapores corrosivos, protegendo os cilindros da chuva e raios solares, possuindo entrada de fácil acesso aos cilindros e permitindo rapidez na saída de seu interior.

Deverão ser observadas e dado cuidados especiais quanto a incompatibilidade de armazenamento de gases, como por exemplo: cilindro contendo oxigênio for armazenado com hidrogênio, deverá existir uma parede corta fogo separando completamente os dois gases.

Os cilindros em uso ou fora de uso devem estar devidamente fixados com corrente de segurança, cinta de segurança ou cabo de aço abrangendo um terço de sua parte superior e providos com o capacete de segurança. Os cilindros que apresentem válvulas emperradas ou defeituosas devem ser devolvidos ao fornecedor.

Para cilindros de gás acetileno as tubulações devem ser de aço inox; nunca de cobre, devido ao risco de explosão.

Para os gases oxigênio e óxido nítrico, as tubulações devem ser rigorosamente lavadas e secas internamente para ficarem isentas de graxas e óleos, caso contrário haverá alto risco de explosão.

As tubulações para o gás GLP não podem correr em canaletas fechadas, ou postas em espaços confinados atrás de bancadas. Devem sempre percorrer espaços ventilados, serem pintadas na cor amarela e atender a norma NBR 13.932, da ABNT. É recomendável que o depósito externo dos gases seja o mais próximo possível do local de uso no laboratório.

Na área de armazenagem deve haver avisos de: proibido fumar; provocar faíscas ou chamas; gás inflamável - não fume; todos em lugares visíveis que abranjam toda a área.

Transporte De Cilindros

Os cilindros não devem, em hipótese alguma, ser movimentados sem o capacete ou copo. Os capacetes removíveis só podem ser retirados quando já posicionado para uso, forem receber a conexão para abastecimento ou fornecimento de gás.

O transporte de cilindros deve ser feito exclusivamente com o uso de carrinhos apropriados, estando o(s) cilindro(s) preso(s) ao carrinho por cabos, cintas ou correntes. Não é permitido em hipótese alguma que os cilindros sejam rolados na posição horizontal.

Gases Utilizados em Laboratórios

Para o atendimento às normas legais referentes a instalação, sinalização e outras informações sobre a utilização de gás em laboratório poderá ser feito através das NBRs 13523 e 13932.

Riscos associados aos gases laboratoriais:

- Inflamabilidade;
- Asfixia;
- Lesões por baixa temperatura;
- Queda de cilindros;
- Alta pressão;
- Oxidação;
- Vazamentos.

2.2.5 Proteção contra incêndio

Seguir PPCI (Plano de prevenção contra incêndio) do Corpo de Bombeiro conforme Lei Complementar 14.376 de 26 de dezembro de 2013. Dúvidas entrar em contato com o setor de Projetos Especiais da Uergs, responsável pela elaboração e cumprimento as normas legais.

2.2.6 Ventilação e Exaustão

Todo laboratório necessita de um sistema de exaustão e ventilação corretamente projetado para as atividades realizadas, incluindo capelas, coifas, ar condicionado, exaustores e ventiladores. A manutenção deve ser periódica, para garantir a eficiência das instalações.

O projeto de ventilação geral deve contemplar a troca contínua do ar fornecido ao laboratório de forma a não aumentar as concentrações de substâncias odoríferas e/ou tóxicas no transcorrer da jornada de trabalho. Por se tratar da parte mais complexa na montagem de um laboratório, recomenda-se seguir as orientações dos setor de Projetos Especiais da Universidade.

2.2.6.1 Capelas e Coifas⁸

As capelas têm por finalidade permitir a execução de experimentos que geram gases ou vapores tóxicos sem contaminar o ar do laboratório. Elas devem ser construídas com material quimicamente resistente, possuir sistema de exaustão, com no mínimo dois pontos de captação de gases e vapores (um inferior ao nível do tampo e um superior ao nível do teto) e potência para promover exaustão dos gases e vapores de solventes.

As capelas devem dispor de sistema de iluminação, gás, vácuo, ar comprimido, instalações elétricas e hidráulicas adequadas - todos eles operando do lado externo, para que seja desnecessário abrir a janela para ligá-los ou desligá-los.

A altura das chaminés das capelas deve ser de 2 a 3 m acima do telhado, para que, em situações normais, os gases emitidos sejam diluídos no ar. Em caso de risco de contaminação das imediações (estacionamentos, escritórios e residências) recomenda-se a instalação de lavador de gases.

As coifas são destinadas à captação de vapores, névoas, fumos e pós dispersos no ambiente. Recomenda-se a instalação de coifas em cubas de lavagem de vidrarias.

A instalação de coifas ou capelas deve ser convenientemente situada para assegurar que as operações perigosas não sejam desenvolvidas em bancadas abertas. As operações que envolvam risco de incêndio ou explosão ou possam liberar gases e vapores tóxicos, corrosivos ou agentes biológicos patogênicos devem ser sempre conduzidas em capelas próprias para cada caso.

3 SEGURANÇA DE LABORATÓRIO

3.1 SINALIZAÇÃO⁹

O fluxo de saída e circulação de pessoal deve estar sinalizado de acordo a NR-26, do MTE.

⁸ Guia de Laboratório para o Ensino da Química: instalação, montagem e operação, do CRQ – IV, 2012.

⁹ COSTALONGA et al., 2010.

O Mapa de Risco do laboratório deve ser elaborado de acordo com o anexo IV, da NR-5, do MTE, regulamentado pela Portaria nº. 25, de 29 de dezembro de 1994 e ser fixado no local de trabalho para dar conhecimento dos riscos envolvidos no local.

Os laboratórios químicos devem seguir as normas de sinalização por cores, que servem para identificação de equipamentos de segurança, delimitação de áreas de risco e canalizações empregadas para a condução de líquidos e gases.

Sempre que for necessária a identificação por cores, esta deve ser acompanhada por sinais convencionais ou palavras através do Sistema Harmonizado Global (GHS) para a identificação e rotulagem de produtos químicos.

3.1.1 Formas de Sinalização

A sinalização deve ser permanente para:

- Proibições;
- Avisos;
- Obrigações;
- Meios de salvamento ou de socorro;
- Equipamento de combate a incêndios;
- Assinalar recipientes e tubulações;
- Riscos de choque ou queda;
- Vias de circulação;
- Telefones de emergência;
- Saída de emergência.

A sinalização deve ser temporária para:

- Isolar locais de acidentes;
- Delimitar área de procedimentos de riscos.

Se o grau de eficácia for igual, será necessário optar entre:

- Uma cor de segurança ou um pictograma para assinalar riscos;
- Sinais luminosos, acústicos ou comunicações verbais;
- Uma comunicação verbal ou um sinal gestual (para se fazer compreender caso a distância seja considerável).

Certas formas de sinalização podem ser utilizadas em conjunto:

- Sinais luminosos e sinais acústicos;
- Sinais luminosos e comunicação verbal;
- Sinais gestuais e comunicação verbal.

A sinalização por cores de segurança deve obedecer às seguintes características:

- Corresponder às especificações definidas na Norma ABNT, NBR 6493, de outubro de 1994, sobre o uso de cores para identificação de tubulações, contendo a classificação das cores de segurança pelo sistema Munsell;
- Serem simples e resistentes;
- Serem visíveis e compreensíveis;
- Serem retiradas quando o risco desaparecer.

A figura 2 ilustra a simbologia utilizada para sinalizar os laboratórios conforme os tipos de produtos químicos utilizados.

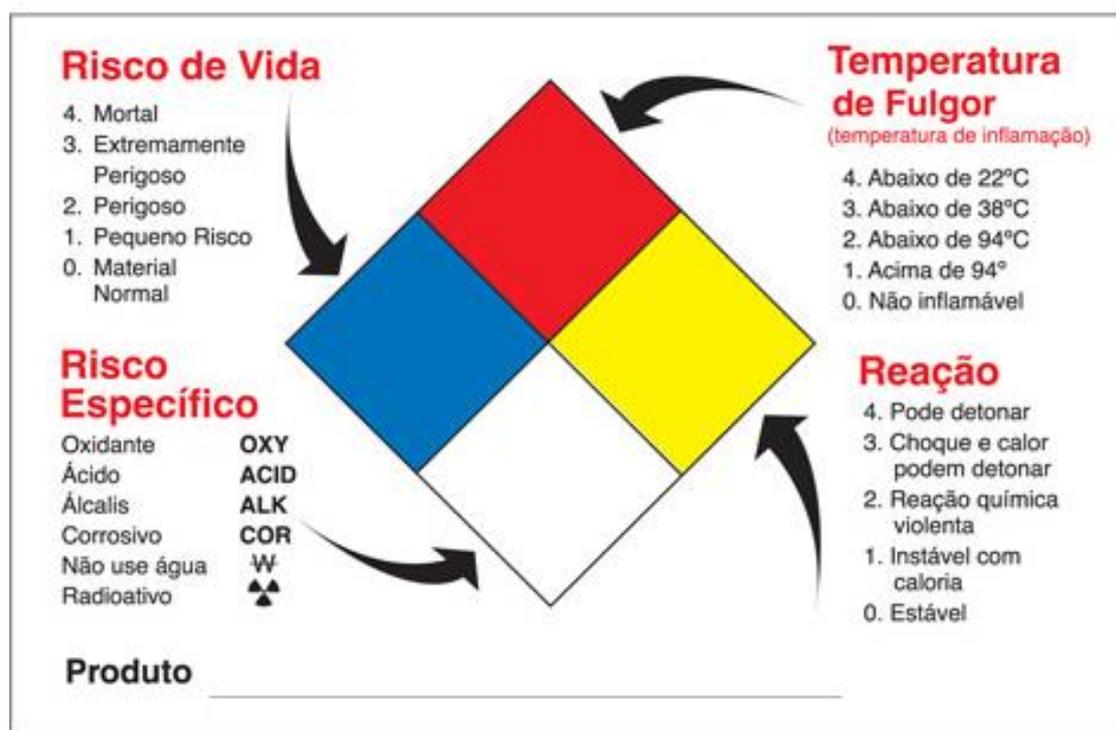
Figura 2 - Quadro de Sinalização e simbologia em laboratório

Símbolo de Segurança	Descrição	Símbolo de Segurança	Descrição
	Risco biológico		Presença de resíduos infectantes
	Radiação ionizante		Substância tóxica
	Substância explosiva		Substância inflamável
	Oxidante/ Peróxido orgânico		Substância irritante
	Substância corrosiva		Substância nociva
	Perigoso para o meio ambiente		Gás sob pressão
	Radiação laser		

3.1.2 Diamante de Hommel – NFPA

O diagrama de Hommel é uma simbologia empregada pela Associação Nacional para Proteção contra Incêndios (NFPA), dos Estados Unidos da América. Nela, são utilizados quadrados que expressam tipos de risco em graus que variam de 0 a 4, cada qual especificado por uma cor (branco, azul, amarelo e vermelho), que representam, respectivamente, riscos específicos, risco à saúde, reatividade e inflamabilidade. O Diamante de Hommel (Figura 3) não informa qual é a substância, mas qualifica e quantifica os riscos envolvendo o produto químico em questão.

Figura 3 - Esquema do diagrama de Hommel



Fonte: Sistema GHS

3.2 EQUIPAMENTOS DE EMERGÊNCIA, EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPIS) E EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO COLETIVA (EPCS)¹⁰

3.2.1 Equipamentos de Emergência

¹⁰ Guia de Laboratório para o Ensino da Química: instalação, montagem e operação, do CRQ – IV, 2012.

São equipamentos de uso em laboratório que permitem executar operações em ótimas condições de segurança tanto para o operador como para as demais pessoas. Devem permanecer em local de fácil acesso e todos devem ser treinados para sua utilização.

3.2.1.1 Extintores de incêndio

Mencionado no item 2.2.3

3. 2. 2 EPIs – Equipamentos de Proteção Individual

Equipamentos destinados a proteger o usuário do laboratório em operações com risco de exposição em que se podem ter emanações de produtos químicos, risco de quebras ou explosões de aparelhos de vidro, cortes com vidrarias, lâminas, ferramentas perfurocortantes etc. Os EPIs devem ser de boa qualidade e proporcionar o mínimo desconforto possível, sem tirar a liberdade de movimento do usuário.

Os EPIs também poderão ser utilizados em situações ocasionais, como:

- Em casos de emergência, ou seja, quando a rotina do trabalho é quebrada por qualquer anormalidade e se torna necessário o uso de proteção complementar e temporária. Um exemplo típico é no caso de derramamento de produtos químicos.
- Provisoriamente, em período de instalação, reparos ou substituição dos meios que impedem o contato do trabalhador com o produto ou objeto agressivo.

De acordo com a NR-6, do MTE, somente poderão ser utilizados EPIs com a indicação do C.A. (Certificado de Aprovação) expedido pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho do Ministério do Trabalho e Emprego. São citados na sequência os principais EPIs utilizados em laboratórios de ensino.

Óculos de Proteção: A Figura 4 é um modelo de óculos de proteção.

Figura 4 - óculos de proteção



Quando usar: Sempre que trabalhar no laboratório.

Visa proteger os olhos da projeção de partículas sólidas e líquidas.

Higienização: Água e sabão neutro.

Critério para substituição: Sempre que avariar, ou quando for necessário.

Óculos de Proteção Ampla Visão: a Figura 5 ilustra um modelo de óculos de proteção ampla visão.

Figura 5 - óculos de proteção ampla visão



Quando usar: No trabalho com produtos químicos voláteis, para proteger-se dos vapores.

Higienização: Água e sabão neutro.

Critério para substituição: Sempre que avariar, ou quando for necessário.

Óculos de Proteção de Sobreposição: a Figura 6 ilustra um modelo de óculos de proteção de sobreposição.

Figura 6 - óculos de proteção de sobreposição



Quando usar: Sobre óculos de grau, para proteção contra partículas sólidas e líquidas.

Higienização: Água e sabão neutro.

Critério para substituição: Sempre que avariar, ou quando for necessário.

Protetor Auricular Tipo Plug: a Figura 7 ilustra um modelo de protetor auricular tipo plug.

Figura 7 - protetor auricular tipo plug



Quando usar: Na operação de equipamentos ruidosos, como mixers (misturadores), por exemplo.

Higienização: Água e sabão neutro.

Critério para substituição: Trimestralmente, ou quando avariar.

Luvas de Proteção Térmica: a Figura 8 ilustra um modelo de luva de proteção térmica.

Figura 8 - luva de proteção térmica



Quando usar: No manuseio de materiais aquecidos ou resfriados, como estufas, autoclaves, fornos e ultrafreezers. Tipo: luvas de fio de kevlar tricotado. Protegem em trabalhos a temperaturas até 25°C.

Higienização: Água e sabão neutro. Higienizar com frequência a parte externa.

Critério para substituição: Sempre que avariar.

Luvas Nitrílicas para Procedimentos: a Figura 9 ilustra um modelo de luva nitrílica para procedimento.

Figura 9 - luva nitrílica de procedimento



Quando usar: No manuseio de amostras e em procedimentos com produtos químicos, inclusive no preparo de soluções.

Higienização: Não deve ser higienizada.

Critério para substituição: Descartável.

Luvas de Látex para Procedimentos: a Figura 10 ilustra um exemplo de luva de látex para procedimento.

Figura 10 - luva látex para procedimento



Quando usar: No manuseio de amostras e em procedimentos com material biológico, sem a presença de produtos químicos.

Higienização: Não deve ser higienizada.

Critério para substituição: Descartável.

Luvas de Látex Natural: a Figura 11 ilustra um exemplo de luva de látex natural.

Figura 11 - luva de látex natural



Quando usar: Na lavagem de materiais e vidrarias. Protegem contra produtos químicos e umidade. Por serem mais espessas, promovem maior proteção contra cortes.

Higienização: Água e sabão neutro.

Critério para substituição: Sempre que avariar.

Protetores Faciais: a Figura 12 ilustra um dos tipos de máscara de proteção facial utilizada em laboratórios com produtos químicos.

Figura 12 - máscara de proteção facial



Quando usar: No manuseio de produtos corrosivos, como ácidos e bases fortes, em processos de grande geração de respingos, como em caso de fracionamento de embalagens.

Higienização: Água e sabão neutro.

Critério para substituição: Sempre que avariar.

Respirador PFF1: a Figura 13 ilustra um modelo de respirador PFF1.

Figura 13 - máscara respiradora PFF1



Quando usar: Para proteção respiratória durante a manipulação de produtos químicos e em processos que podem gerar poeira.

Higienização: Sem manutenção. Para aumentar sua vida útil, quando não estiver em uso, deve ser guardado em um saco plástico.

Respirador PFF2: a Figura 14 ilustra um modelo de respirador PFF1.

Figura 14 - máscara respirador PFF2



Quando usar: Para proteção contra aerodispersóides biológicos, inclusive tuberculose.

Higienização: Sem manutenção. Para aumentar sua vida útil, quando não estiver em uso, deve ser guardado em um saco plástico.

Respirador N95: a Figura 15 ilustra um modelo de respirador N95.

Figura 15 - máscara respirador N95



Quando usar: Para proteção contra aerodispersóides biológicos, inclusive tuberculose.

Higienização: Sem manutenção. Para aumentar sua vida útil, quando não estiver em uso, deve ser guardado em um saco plástico.

Respirador Facial Inteiro: a Figura 16 ilustra um modelo de respirador facial inteiro.

Figura 16 - máscara respirador facial inteiro



Quando usar: Em casos específicos, com exposição a produtos químicos voláteis, conforme orientação. Antes do uso, deve ser realizado o teste de vedação.

Higienização: Água e sabão neutro (sempre retirar os cartuchos antes da higienização).

Critério para substituição: Sempre que avariar.

Cartucho Químico (Respirador Semifacial e Facial Inteiro com Manutenção): a Figura 17 ilustra um modelo de cartucho químico (refil) utilizado no respirador facial inteiro.

Figura 17 - Cartucho químico



Quando usar: Acoplado ao respirador semifacial ou facial inteiro, para proteção respiratória durante a manipulação de produtos químicos voláteis. Cada cartucho é específico para um grupo de produtos; consulte o técnico do seu laboratório para verificar o tipo de cartucho indicado para sua atividade.

Higienização: Sem manutenção.

Critério para substituição: Sempre que for detectado cheiro do contaminante, ou quando perceber dificuldade de respirar. Para aumentar sua vida útil, quando não estiver em uso, deve ser guardado em um saco plástico.

Jaleco: a Figura 18 ilustra um modelo de jaleco de algodão branco utilizado em práticas laboratoriais.

Figura 18 - Jaleco de algodão



Quando usar: Em todas as atividades no interior do laboratório. Deve ser confeccionado em tecido com pelo menos 67% algodão, as mangas devem ser longas, com punhos e fechamento com velcro ou botões de pressão, para facilitar a abertura em situação de emergência.

Higienização: Lavagem convencional em separado do vestuário geral, ou conforme o indicado pelo laboratório.

Critério para substituição: Sempre que avariar

A seleção dos equipamentos deverá levar em consideração os produtos químicos e a concentração a que o usuário do laboratório estará exposto. Sendo assim, as operações com

exalação de produtos tóxicos foram da capela devem ser feitas com uso de máscara de proteção com filtro adequado.

Uma das principais fontes de acidentes em laboratórios são as operações com risco de cortes ou ferimentos, que ocorrem muitas vezes em virtude do despreparo, da aparente familiaridade e negligência. Nestas operações é recomendável o uso de luvas contra cortes. O uso de luvas é necessário em trabalhos com substâncias tóxicas absorvíveis pela pele e para proteção contra substâncias químicas perigosas, solventes, ácidos, entre outras.

No caso de laboratórios de ensino, as luvas mais utilizadas para a manipulação de ácidos e álcalis são as de látex e PVC, e para operações em fornos, muflas e estufas, são utilizadas as luvas resistentes a altas temperaturas.

Para a proteção de pernas recomenda-se o uso de calça comprida e para proteção dos pés, calçados fechados com solado de borracha, tipo *neoprene* ou similar.

Para a proteção de tronco, recomenda-se a utilização de aventais de manga longa, com comprimento na altura dos joelhos e confeccionados com tecido de algodão e sem cinto.

3.2.3 Exemplos de EPCs – Equipamentos de proteção coletiva

a) Chuveiro e Lava-olhos de Emergência:

Quando usar: Na ocorrência de acidentes com produtos químicos (Figura 19). O chuveiro é colocado em local de fácil acesso e é acionado por alavancas de mãos, cotovelos ou joelhos.

Como usar:

1. Em acidentes com respingos nos olhos: posicione o rosto próximo ao esguicho, abra as pálpebras com uma das mãos e com a outra acione a alavanca do lava-olhos. Lave por no mínimo 1 minuto. Não esfregue os olhos.

2. Em acidentes em que produtos químicos atinjam grande parte do corpo: retire as roupas contaminadas da pessoa, posicione-a embaixo do chuveiro e puxe o acionador do mesmo, deixando grande quantidade de água escorrer sobre o corpo.

Figura 19 - Chuveiro e Lava-olhos.



b) Capelas de Exaustão:

Quando usar: Na manipulação de produtos químicos voláteis. Este equipamento retira, através de exaustão artificial, os vapores dos produtos químicos (Figura 19).

Figura 20 - Capela de exaustão



c) Capelas de Fluxo Laminar (cabines de segurança biológica)

Quando usar: Na manipulação de material biológico, para proteger a amostra, o

executante da atividade e o ambiente, conforme o Nível de Biossegurança exigido para o laboratório. Este equipamento deve passar por certificação periódica (Figura 21).

Figura 21 - Capela de fluxo laminar



d) Mantacorta-fogo

São recomendadas para laboratórios que trabalham com grandes quantidades de líquidos inflamáveis e empregadas em casos de incêndios que se estendam para as roupas do operador. A extinção do fogo (Figura 22) se dá por abafamento. As mantas devem ser fabricadas com tecido não combustível.

Figura 22 - Manta corta-fogo



3.2.4 Sala ou Área “Quente”

São salas ou áreas do laboratório onde estão localizados fornos, muflas, capelas, estufas e maçaricos. Além da temperatura elevada, nestes locais há maior probabilidade da ocorrência de explosões, incêndios ou mesmo intoxicações. Devido a esses fatores, os usuários devem ser alertados quanto alto risco de acidentes e orientados a não manusear produtos inflamáveis nessas áreas.

É importante lembrar que, em grande parte dos laboratórios de ensino, os bicos de *bunsen* ficam distribuídos ao longo de todas as bancadas, ampliando o conceito e os cuidados de “área quente” para toda a instalação, dependendo do trabalho realizado na aula em questão.

3.2.5 Bancadas de Trabalho

De acordo com a disposição ou colocação das bancadas no laboratório, pode-se classificá-las em quatro tipos:

- “Ilha” – geralmente se encontra no centro da sala, com os usuários em sua volta. É totalmente isolada e quase sempre tem pias nas extremidades e uma prateleira central;
- “Península” – possui um de seus lados acoplado a uma parede e dessa forma deixa três lados para uso dos usuários;
- “Parede” – está totalmente anexada a uma parede, deixando apenas um de seus lados para os usuários. É quase sempre usado para estufas, muflas, balanças, potenciômetros, entre outros.
- “U” – é uma variação do tipo “ilha”, sendo mais utilizada para colocação de aparelhos, tais como cromatógrafos, permitindo ao laboratorista o acesso fácil à parte traseira desses aparelhos para refazer ou modificar conexões e pequenos reparos.

Considerando o disposto nas NRs 8 e 17, do MTE, que estabelecem normas sobre Edificações e Ergonomia, respectivamente, bem como literaturas técnicas consultadas, recomenda-se que as bancadas:

- Sejam constituídas de material rígido para suportar o peso de materiais e equipamentos;
- Tenham a superfícies revestidas com materiais impermeáveis, lisos, sem emendas ou ranhuras e resistentes a substâncias químicas.

Obs. Devem ser resistentes a possíveis derramamentos de reagentes, aos solventes orgânicos, ácidos, álcalis e produtos químicos usados para a descontaminação da superfície de trabalho e dos equipamentos, bem como a calor moderado. As opções mais utilizadas no mercado são granito e fórmica® ou similar.

Orienta-se, ainda, prever um espaço de aproximadamente 0,40m entre bancadas laterais e a parede e, também, no meio das bancadas centrais, a fim de permitir a instalação e manutenção de utilidades e evitar corredores muito extensos e sem saídas, para não criar áreas de confinamento.

Outros apoios, como prateleiras superiores, castelos, racks e volantes para colocação de materiais de pequeno volume e peso, devem ser utilizados apenas durante a realização dos procedimentos laboratoriais e para disponibilizar soluções de uso contínuo.

Para evitar ofuscamentos e cansaço visual, as bancadas devem receber iluminação de forma que os raios de luz incidam lateralmente em relação aos olhos do usuário do laboratório, e não frontalmente, ou em suas costas.

3.2.6 Mobiliário

As cadeiras, mesas, prateleiras e outros componentes do mobiliário devem atender aos conceitos de funcionalidade e ergonomia, de acordo com a NR-17, do MTE. A quantidade de móveis no laboratório de ensino deverá ser a mínima necessária para atender a proposta pedagógica da escola. Os móveis devem ser dispostos de modo a não comprometer a circulação dos usuários e manterem corredores com largura mínima de 1,5 m.

4 INFORMAÇÕES SOBRE PRODUTOS QUÍMICOS: INCOMPATIBILIDADES; MISTURAS PERIGOSAS; PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE ALGUNS SOLVENTES

O Quadro 4 contém uma relação de produtos químicos que, devido as suas propriedades químicas, podem reagir violentamente entre si, resultando numa explosão, ou podendo produzir gases altamente tóxicos ou inflamáveis.

Por esse motivo, quaisquer atividades que necessitem o transporte, o armazenamento, a utilização e o descarte devem ser executados de tal maneira que as substâncias da coluna da esquerda, acidentalmente, não entrem em contato com as correspondentes substâncias químicas na coluna do lado direito.

Quadro 4 - Relação de produtos químicos e substâncias incompatíveis

Substância	Incompatível com
Acetileno	Cloro, bromo, flúor, cobre, prata, mercúrio.
Acetona	Bromo, cloro, ácido nítrico e ácido sulfúrico.
Ácido acético	Etileno glicol, compostos contendo hidroxilas, óxido de crômio IV, ácido nítrico, ácido perclórico, permanganatos e peróxidos, ácido acético, anilina, líquidos e gases combustíveis.
Ácido cianídrico	Álcalis e ácido nítrico.
Ácido crômico [Cr(VI)]	Ácido acético glacial, anidrido acético, álcoois, matéria combustível, líquidos, glicerina, naftaleno, ácido nítrico, éter de petróleo, hidrazina.
Ácido fluorídrico	Amônia (anidra ou aquosa).
Ácido fórmico	Metais em pó, agentes oxidantes.
Ácido nítrico (concentrado)	Ácido acético, anilina, ácido crômico, líquido e gases inflamáveis, gás cianídrico, substâncias nitráveis.
Ácido nítrico	Álcoois e outras substâncias orgânicas oxidáveis, ácido iodídrico, magnésio e outros metais, fósforo e etileno, ácido acético, anilina, óxido Cr(IV), ácido cianídrico.
Ácido oxálico	Prata, sais de mercúrio-prata, agentes oxidantes.
Ácido perclórico	Anidrido acético, álcoois, bismuto e suas ligas, papel, graxas, madeira, óleos ou qualquer matéria orgânica, clorato de potássio, perclorato de potássio, agentes redutores.
Ácido pícrico	amônia aquecida com óxidos ou sais de metais pesados e fricção com agentes oxidantes
Ácido sulfídrico	Ácido nítrico fumegante ou ácidos oxidantes, cloratos, percloratos e permanganatos de potássio.
Água	Cloreto de acetilo, metais alcalinos terrosos seus hidretos e óxidos, peróxido de bário, carbonetos, ácido crômico, oxiclureto de fósforo, pentaclureto de fósforo, pentóxido de fósforo, ácido sulfúrico, trióxido de enxofre.
Alumínio e suas ligas (principalmente em pó)	Soluções ácidas ou alcalinas, persulfato de amônio e água, cloratos, compostos clorados nitratos, Hg, Cl, hipoclorito de Ca, I ₂ , Br ₂ , HF.
Amônia	Bromo, hipoclorito de cálcio, cloro, ácido fluorídrico, iodo, mercúrio e prata, metais em pó.
Amônio nitrato	Ácidos, metais em pó, substâncias orgânicas ou combustíveis finamente divididos.

Anilina	Ácido nítrico, peróxido de hidrogênio, nitrometano, agentes oxidantes.
Bismuto e suas ligas	Ácido perclórico.
Bromo	acetileno, amônia, butadieno, butano e outros gases de petróleo, hidrogênio, metais finamente divididos, carbeto de sódio, terebentina.
Carbeto de cálcio ou de sódio	Umidade (no ar ou água).
Carvão ativo	Hipoclorito de cálcio, oxidantes.
Cianetos	Ácidos e álcalis, agentes oxidantes, nitritos, Hg(IV) nitratos.

Cloratos e percloratos	Ácidos, alumínio, sais de amônio, cianetos, ácidos, metais em pó, enxofre, fósforo, substâncias orgânicas oxidáveis ou combustíveis, açúcar, sulfetos.
Cloratos ou percloratos de Potássio	Ácidos ou seus vapores, matéria combustível, (especialmente solventes orgânicos), fósforo, enxofre.
Cloratos de sódio	Ácidos, sais de amônio, matéria oxidável, metais em pó, anidrido acético, bismuto, álcool, pentóxido de fósforo, papel, madeira.
Cloreto de zinco	Ácidos, matéria orgânica.
Cloro	Acetona, acetileno, amônia, benzeno, butadieno, butano e outros gases de petróleo, hidrogênio, metais em pó, carboneto de sódio, terebentina.
Cobre	Acetileno, peróxido de hidrogênio.
Crômio IV - óxido	Ácido acético, naftaleno, glicerina, líquidos combustíveis.
Dióxido de cloro	Amônia, sulfeto de hidrogênio, metano, fosfina.
Flúor	Maioria das substâncias (armazenar separado).
Enxofre	Qualquer matéria oxidante.
Fósforo	Cloratos e percloratos, nitratos e ácido nítrico, enxofre.
Fósforo branco	Ar (oxigênio) ou qualquer matéria oxidante.
Fósforo vermelho	Matéria oxidante.
Hidreto de lítio e alumínio	Ar, hidrocarbonetos cloráveis, dióxido de carbono, acetato de etila, água.
Hidrocarbonetos (benzeno, butano, gasolina, propano, terebentina, etc.)	Flúor, cloro, bromo, peróxido de sódio, ácido crômico, peróxido de hidrogênio.
Hidrogênio peróxido	Cobre, crômio, ferro, álcoois, acetonas, substâncias combustíveis.
Hidroperóxido de cumeno	Ácidos (minerais ou orgânicos).
Hipoclorito de cálcio	Amônia, carvão ativo.
Iodo	Acetileno, amônia (anidra ou aquosa), hidrogênio.
Líquidos inflamáveis	Nitrato de amônio, peróxido de hidrogênio, ácido nítrico, peróxido de sódio, halogênios.
Lítio	Ácidos, umidade no ar e água.
Magnésio (principalmente em pó)	Carbonatos, cloratos, óxidos ou oxalatos de metais pesados (nitratos, percloratos, peróxidos fosfatos e sulfatos).

Mercúrio	Acetileno, amônia, metais alcalinos, ácido nítrico com etanol, ácido oxálico.
Metais alcalinos e alcalinos ferrosos (Ca, Ce, Li, Mg, K, Na)	Dióxido de carbono, tetracloreto de carbono, halogênios, hidrocarbonetos clorados, água.
Nitrato	Matéria combustível, ésteres, fósforo, acetato de sódio, cloreto estagnoso, água, zinco em pó.
Nitrato de amônio	Ácidos, cloratos, cloretos, chumbo, nitratos metálicos, metais em pó, compostos orgânicos, compostos orgânicos combustíveis finamente divididos, enxofre, zinco.
Nitrito	Cianeto de sódio ou potássio.
Nitrito de sódio	Compostos de amônio, nitratos de amônio ou outros sais de amônio.

Nitroparafinas	Álcoois inorgânicos.
Óxido de mercúrio	Enxofre.
Oxigênio (líquido ou ar enriquecido com O ₂)	Gases inflamáveis, líquidos ou sólidos como acetona, acetileno, graxas, hidrogênio, óleos, fósforo.
Pentóxido de fósforo	Compostos orgânicos, água.
Perclorato de amônio, permanganato ou persulfato	Materiais combustíveis, materiais oxidantes tais como ácidos, cloratos e nitratos.
Permanganato de potássio	Benzaldeído, glicerina, etilenoglicol, ácido sulfúrico, enxofre, piridina, dimetilformamida, ácido clorídrico, substâncias oxidáveis.
Peróxidos	Metais pesados, substâncias oxidáveis, carvão ativado, amoníaco, aminas, hidrazina, metais alcalinos.
Peróxidos (orgânicos)	Ácido (mineral ou orgânico).
Peróxido de bário	Compostos orgânicos combustíveis, matéria oxidável, água.
Peróxido de hidrogênio a 3 %	Crômio, cobre, ferro, com a maioria dos metais ou seus sais, álcoois, acetona, substância orgânica.
Peróxido de sódio	Ácido acético glacial, anidrido acético, álcoois benzaldeído, dissulfeto de carbono, acetato de etila, etileno glicol, furfural, glicerina, acetato de etila e outras substâncias oxidáveis, metanol, etanol.
Potássio	Ar (umidade e/ou oxigênio), água.
Prata	Acetileno, compostos de amônio, ácido nítrico com etanol, ácido oxálico, ácido tartárico.
Zinco em pó	Ácidos, água.
Zircônio (principalmente em pó)	Tetracloreto de carbono, carbetos halogenados, peróxidos, bicarbonato de sódio, água.
Fonte: Disponível em: http://www.uky.edu/Agriculture/AnimalSciences/research/safety/incompchem.html	

Obs.: Além do quadro de incompatibilidade acima recomenda-se o uso das FISPQ (Ficha de Inspeção e Segurança de Produtos Químicos) obrigatória para fins de proteção, primeiros socorros, e demais propriedades físico-químicas dos reagentes e soluções no laboratório.

Quadro 5 - Propriedades Físico-Químicas de alguns Solventes

Solventes	Densidade Relativa a 20°C (água = 1)	Ponto de Ebulição (°C)	Ponto de Fulgor (V. Fechado) (°C)	Limites de Explosividade (% vol./ar)	Temp. de autoignição (°C)	Densidade Vapor 20° C (ar = 1)
Acetato de etila	0,90	77,1	-4	2,0 a 11,5	426	3,0
Acetona	0,79	56,2	-18	2,2 A 13,0	465	2,0
Acetonitrila	0,79	81,6	12,8	3 A 16	524	1,4
Benzeno	0,90	80,0	-11	1,2 A 7,8	498	2,8
n-Butanol	0,80	117,0	37,8	1,4 A 11,2	343	2,6
Ciclohexano	0,78	81,0	-20	1,3 A 8,0	245	2,9
Cloreto de metileno	1,33	39,8	não apresenta	12 a 19	556	2,9
Clorofórmio	1,48	61,7	NA	NA	+1000	4,4
Dimetilformamida	0,90	153,0	58	2,2 a 25,2	445	2,5
Etanol	0,79	78,5	12	3,3 a 19	363	1,6
Éter etílico	0,71	34,5	-45	1,8 a 36,5	160	2,6
Éter isopropílico	0,73	68,0	-28	1,4 a 21	443	3,5
Éter de petróleo	0,6 a 0,9	35 a 60	-57 a 18	1,0 a 6,0	232 a 290	-3,0
Étilenoglicol	1,11	198,0	111	3,2 a 15,3	398	2,1
Formaldeído	0,82	-19,5	NA	7,0 a 73	300	1,1
n-Hexano	0,66	69,0	-22	1,2 a 7,5	223	3,0
n-Heptano	0,70	98,4	-1,0	1,1 a 6,7	204	3,5
Isooctano	0,69	99,0	-12	1,0 a 6,0	418	3,9
Isopropanol	0,78	82,4	12	2,0 a 12	460	2,1
Metanol	0,79	64,5	12	6,0 a 36	385	1,1
Metiletilcetona	0,81	79,6	-9	1,8 a 12	404	2,5
Metilisobutilcetona	0,80	117,0	18	1,2 a 8,0	448	3,5
n-Propanol	0,80	82,5	25	2,6 a 13,5	412	2,1

Tetracloroetano	1,59	76,5	NA	NA	NA	5,3
Tetrahidrofuran	0,90	66,0	-14	2,0 a 11,8	321	2,5
Tolueno	0,86	111,0	4	1,3 a 7,1	536	1,95
Xilenos (o m p)	~0,87	~140,0	27 a 32	0,9 a 7,0	463 a 528	3,7

Fonte: Manual de Segurança e Regras Básicas em Laboratório – LTARQ IB - 2002

Obs.: NA - Não aplicável

O quadro 6 mostra a combinação de algumas substâncias perigosas quando misturadas.

Quadro 6 - Misturas Perigosas

Peróxido de hidrogênio (H_2O_2)	É decomposto com traços de Pb, Fe, Cu, Cr – com explosão.
Cloratos alcalinos ($NaClO_3$, $KClO_3$)	Oxidantes – reagem fortemente com carbono, enxofre e papel.
Permanganato de potássio ($KMnO_4$)	É um poderoso agente oxidante em meios de ácido, base ou neutro.
Ácido Nítrico	Forma nitratos instáveis com álcoois, acetona, acetonitrila.
Cloro (Cl_2)	Gás que explode se misturado a hidrogênio e hidrocarbonetos na presença de luz.
Dicromatos ($X_2Cr_2O_7$)	São poderosos oxidantes em meio ácido.
Solução Sulfocrômica ($K_2Cr_2O_7$ ou $Na_2Cr_2O_7+H_2SO_4$)	Irritantes, mutagênicos, alergênicos e carcinogênicos. <u>Não lançar no esgoto.</u>

Fonte: Manual de Segurança e Regras Básicas em Laboratório – LTARQ IB – 2002

- **Substâncias que Reagem Violentamente com Água**

Metais alcalinos: Sódio (Na), Cálcio (Ca), Cs (Césio), Rb (Rubídio), K (Potássio):

Explodem violentamente em contato com água.

Hidretos de sódio, potássio e cálcio.

Organometálicos: metil lítio, butil lítio, organomagnésio, alumínio e cádmio.

Óxido de fósforo (P_2O_5) e óxido de cálcio (CaO): Reagem violentamente liberando calor.

Anidros e cloretos de ácido

Carbeto de cálcio (CaC₂): Reagem com água liberando acetileno, que pode queimar.

Haletos de fósforo (PCl₃ e PCl₅)

Peróxidos de sódio e potássio (K₂O₂, Na₂O₂)

5 MEIO AMBIENTE, RESÍDUOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS

5.1 RESÍDUOS BIOLÓGICOS

Segundo o Manual de Segurança para Laboratórios PUCRS, a ABNT define como “lixo” ou “resíduos sólidos” os “restos das atividades humanas, considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis, podendo apresentar-se no estado sólido, semissólido ou líquido, desde que não seja passível de tratamento convencional”. O quadro 7 ilustra a classificação dos resíduos conforme Resolução RDC nº 306 de 7 de dezembro de 2004 da ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

Quadro 7 - classificação resíduos segundo RDC nº 306/2004 – ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária).

Grupo	Característica
A	Biológico
B	Químico
C	Radioativo
D	Semelhante aos domiciliares e recicláveis
E	Perfurantes, cortantes e abrasivos

Fonte: Manual de Segurança para Laboratórios PUCRS, 2013.

Resíduos Grupo A – Biológicos

São resíduos de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção:

- **Acondicionamento e Identificação:** todo recipiente para descarte de resíduo biológico deve estar identificado. A substituição do saco de lixo deve ocorrer sempre que o resíduo atingir 2/3 de sua capacidade, sendo proibido o transbordo para reaproveitamento. Nestes recipientes não é permitido descartar perfurocortantes.

Resíduos Grupo B – Químicos

São resíduos que contêm substâncias químicas e podem representar risco à saúde ou ao meio ambiente.

- **Acondicionamento e Identificação:** para evitar acidentes, deverá ser respeitada a compatibilidade química dos resíduos, os quais devem ser separados por grupo.

Conforme Plano de Gerenciamento de Resíduos Químicos de Laboratório – PGRQL.

Resíduos Grupo C – Rejeitos radioativos

Os rejeitos radioativos são quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos. A segregação dos rejeitos radioativos deve ocorrer no momento de sua geração.

Resíduos Grupo D – Resíduos equiparados aos domiciliares e aos recicláveis

São os resíduos que não apresentam risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares.

Resíduos Grupo E – Perfurocortantes

São considerados materiais perfurocortantes: agulhas, escalpes, ampolas de vidro, brocas, limas endodônticas, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas, tubos capilares, micropipetas, lâminas e lamínulas, espátulas e todos os utensílios de vidro quebrados no laboratório (pipetas, tubos de coleta sanguínea e placas de Petri) e outros similares. Constituem o grupo E de resíduos, segundo a Resolução da Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA - RDC Nº 306/2004.

Os resíduos deste grupo devem ser segregados dos outros tipos de resíduos para evitar acidentes. As agulhas descartáveis devem ser desprezadas.

- Descarte de resíduos perfurocortantes:

Materiais perfurocortantes são objetos e instrumentos contendo cantos, bordas, pontos ou protuberâncias rígidas e agudas capazes de cortar ou perfurar. Os materiais

perfurocortantes devem ser descartados separadamente no laboratório, imediatamente após sua geração, em recipientes de paredes rígidas, resistentes à ruptura e vazamento, com tampa, devidamente identificados pela inscrição “PERFUROCORTANTE” e acrescidos dos riscos adicionais químicos e/ou radiológicos. É expressamente proibido o esvaziamento desses recipientes com a finalidade de reaproveitamento dos frascos.

O armazenamento temporário, o transporte interno e o armazenamento externo destes resíduos podem ser feitos nos mesmos recipientes utilizados para resíduos que possuem a possível presença de agentes biológicos que, por suas características, podem apresentar risco de infecção. Os resíduos perfurocortantes devem ser tratados a partir de uma avaliação prévia dos agentes de risco que possam conter. Os materiais perfurocortantes contaminados com radionuclídeos devem ser submetidos ao mesmo tempo de decaimento do material que o contaminou.

Para a Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - Uergs o procedimento que deverá ser utilizado é a autoclavagem do material biológico utilizado em aulas práticas, já que os laboratórios da Instituição não apresentam maior risco de contaminação. Portanto, após o procedimento de autoclavar os resíduos considerá-los como classe D e dispor conforme coleta seletiva do município.

5.2 RECOMENDAÇÕES GERAIS PARA DESCARTE¹¹

- Os resíduos químicos nos laboratórios devem ser segregados e armazenados em recipientes adequados, em local ventilado, rotulados e afastados de áreas de circulação.
- Sempre que possível, os resíduos poderão ser tratados no laboratório e descartados na rede de esgoto. Resíduos aquosos ácidos ou básicos, por exemplo, devem ser neutralizados antes do descarte.
- Resíduos sólidos de classe 1 (resíduos perigosos) deverão ser direcionados para aterros industriais.
- Os solventes orgânicos devem ser separados em duas classes: clorados e não clorados. Os não clorados permitem reciclagem e os clorados, em geral, devem ser encaminhados para incineração em incinerador autorizado.

¹¹ O Manual de Gerenciamento de Resíduos da FATEC de Piracicaba foi utilizado como referência principal.

- Para o descarte de metais pesados, fortemente alcalinos e outros resíduos, deverá ser consultada, antecipadamente, uma referência especializada.
- Observar as FISPQs (Ficha de Inspeção e Segurança de Produtos Químicos) para segregação, armazenamento, propriedades e incompatibilidade com outras substâncias.

5.2.1 Resíduos que podem ser descartados diretamente na pia ou no lixo comum¹²

Segundo as normas da ABNT (NBR 10004), o resíduo que não for classificado como perigoso pode ser tratado como lixo comum e, portanto, pode ser descartado no lixo ou no esgoto urbano. Entretanto, no caso de resíduos químicos toda atenção e cuidado devem ser tomados: **a melhor opção é nunca descartar em lixo ou rede de esgoto. Verifique a possibilidade de doação, reciclagem ou recuperação.** Procure sempre usar o bom senso. Se a opção de descarte na rede de esgoto ou no lixo comum for a mais adequada, algumas regras devem ser seguidas **rigorosamente**:

1. Compostos **solúveis em água** (pelo menos 0,1g ou 0,1mL/3 mL) 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 que também sejam facilmente biodegradáveis. Quantidade máxima recomendável: 100 g ou 100 mL/dia;
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 6,0 – 8,0. Submeter as soluções que estejam fora desta faixa de pH a uma neutralização; somente após este cuidado descarte o resíduo;

¹² LASSALI, Tânia A. Gerenciamento de Resíduos Químicos: normas e procedimentos gerais. Disponível em: http://www.sorocaba.unesp.br/Home/CIPA/normas_gerenciamento.pdf

6. Gases nocivos ou mal cheirosos ou substâncias capazes de criar incômodo público não podem ser descartados como resíduos não perigosos.

O descarte do resíduo químico somente poderá ser efetuado se o composto se enquadrar em **todas** as seis regras descritas. A não obediência de pelo menos uma das regras inviabilizará o descarte em lixo comum ou esgoto.

5.2.2 Coleta e segregação dos resíduos químicos dentro do laboratório¹³

Regras gerais:

- A segregação e coleta dos resíduos químicos devem ser uma atividade diária dos laboratórios, sendo, preferencialmente, realizadas imediatamente após o término de um experimento ou procedimento de rotina. A responsabilidade pela coleta e segregação dos resíduos é de quem o gerou.
- Separar os resíduos não perigosos daqueles considerados perigosos para recuperação ou destinação final correta.
- Avaliar se os resíduos não perigosos poderão ser reutilizados, reciclados ou doados. Se a única opção for o descarte em pia ou lixo comum, consultar este manual para realizar este procedimento de forma segura e correta.
- Para resíduos perigosos, verificar também a possibilidade de reutilização, reciclagem ou doação. Se a única opção for o descarte verificar a possibilidade de submetê-lo a algum tratamento químico para minimização ou eliminação completa de sua periculosidade.
- Evitar combinações químicas. Se misturar for inevitável, ser prudente e consultar tabelas de incompatibilidade química.
- Fazer o tratamento químico e descartar logo após o término do experimento que o gerou.

ATENÇÃO: EVITAR MISTURAS COMPLEXAS!!!!!!

¹³ LASSALI, Tânia A. Gerenciamento de Resíduos Químicos: normas e procedimentos gerais. São Paulo. p.10 Disponível em: http://www.sorocaba.unesp.br/Home/CIPA/normas_gerenciamento.pdf

5.2.3 Solventes orgânicos e soluções de compostos orgânicos¹⁴

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.

¹⁴ LASSALI, Tânia A. Gerenciamento de Resíduos Químicos: normas e procedimentos gerais. São Paulo. p.11
Disponível em: http://www.sorocaba.unesp.br/Home/CIPA/normas_gerenciamento.pdf

5.2.4 Resíduos sólidos de orgânicos perigosos¹⁵

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

- Sólidos orgânicos com ou sem metais pesados
- Peróxidos orgânicos

5.2.5 Resíduos aquosos com metais pesados (opcional)¹⁶

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.

Resíduos de metais preciosos ou recicláveis saís ou soluções contendo prata, ouro, platina, irídio, rutênio, etc.

5.3 SELECIONANDO O RECIPIENTE¹⁷

- Cada tipo de resíduo ou mistura de resíduos deverá ter o seu recipiente apropriado e devidamente rotulado independentemente 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 um recipiente para soluções contendo metais pesados, outro para misturas de solventes não halogenados, outro para solventes halogenados e

¹⁵ LASSALI, Tânia A. Gerenciamento de Resíduos Químicos: normas e procedimentos gerais. São Paulo. p.12
Disponível em: http://www.sorocaba.unesp.br/Home/CIPA/normas_gerenciamento.pdf

¹⁶ Idem.

¹⁷ Ibidem, p. 13.

assim sucessivamente. Sempre armazená-los considerando regras de incompatibilidade química (ver FISPQ).

- 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. 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.

5.4 TRATAMENTO E DESCARTE DE RESÍDUOS NO LABORATÓRIO¹⁸

Resíduos não perigosos e perigosos que são passíveis de destruição/neutralização serão tratados no laboratório gerador, para posterior descarte na pia, e, portanto, não devem ser acumulados. É mais fácil e menos perigoso o tratamento de pequenas quantidades de resíduos. O tratamento dos resíduos deverá ser feito no próprio laboratório que os gerou e executado por pessoas treinadas e munidas de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) ou solicitar ao responsável técnico qual o procedimento a ser tomado.

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

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.

¹⁸ LASSALI, Tânia A. Gerenciamento de Resíduos Químicos: normas e procedimentos gerais. São Paulo. p.16 Disponível em: http://www.sorocaba.unesp.br/Home/CIPA/normas_gerenciamento.pdf

- **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.

- **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.

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.



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 mol L⁻¹. Aquecer a 80°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.



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. 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 cromo (VI): ajustar o pH da solução que contém o cromo (VI) à um valor menor que 3,0, utilizando ácido sulfúrico 3,0 mol.L⁻¹. 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⁻¹. 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 cromo (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 ($\text{HCl } 0,01 \text{ mol L}^{-1}$) para neutralizar as paredes do vidro.

Sais de Cromo (III): ajustar o pH entre 9-10 com $\text{NaOH } 3,0 \text{ mol.L}^{-1}$. 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^{1+}) e cúprico (Cu^{2+}), 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.

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_2O . 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.

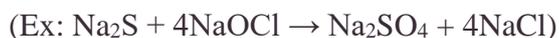
Método do sulfato ferroso: adicionar à solução tratada com NaOH, 1 g de sulfato ferroso para cada 0,2 g de cianeto utilizado, para converter o íon CN⁻ em ferrocianeto [Fe(CN)₆]⁴⁻. Adicionar HCl (até completa neutralização). Uma solução clara e um precipitado, chamado azul da Prússia, serão formados. O resíduo líquido pode ser descartado no esgoto comum. O sólido formado pode ser guardado para futura utilização como corante.



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.

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 H₂O₂. Depois disso, diluir e descartar na pia.

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.



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.

Resíduos com substâncias hidrolisáveis (haletos metálicos, 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).

Haletos e haletos ácidos 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 , $(\text{RCO})_2\text{O}$ (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 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 °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 béquer (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.

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 mol.L⁻¹ e 0,5mL de tiocianato de amônio 0,1mol.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:

Tratar pequenas quantidades (25g ou menos). 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 (FeSO_4), 6,0 mL de H_2SO_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-1^R.
- 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.

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.

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. $\{(\text{CH}_3)_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow 2\text{CH}_3\text{OH} + \text{Na}_2\text{SO}_4\}$.

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.

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.

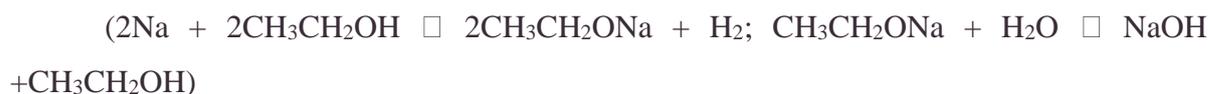
Compostos de arsênio: Usar luvas de borracha nitrílica. Na capela, dissolver o composto arsênico em água acidificada fervente (para 1 g de composto arsênico, usar 100 mL de água contendo 6 gotas de ácido clorídrico concentrado). Adicionar uma solução de tioacetamida (para cada 1 g de sal arsênico, usar 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.

Peróxido de hidrogênio: Usar luvas de borracha butílica. Para soluções concentradas preparar, em capela, uma solução diluída (5%) de peróxido através da adição cuidadosa à um grande volume de água. Gradualmente, mexendo, adicionar à 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.

Sódio metálico: Usar luvas de borracha. 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.



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) a um excesso de alvejante doméstico (25 mL de alvejante para 1 mL de formaldeído). Misturar por 20 minutos e descartar na pia.

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 KMnO_4 em meio ácido. Adicionar 0,2 mol de KMnO_4 para 0,01 mol de amina, em H_2SO_4 2,0 mol L^{-1} ; deixar em temperatura ambiente por 8-15 horas (capela). Adicionar NaHSO_4 para destruir o excesso de MnO_4^- Neutralizar com NaOH , diluir e descartar na pia sob água corrente.

Cloro ($\text{Cl}_2(\text{g})$): *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.

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 $\text{pH} = 2$. 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⁻¹. Neutralizar a solução resultante e descartar em pia.



Triaminofenol: Adicionar cuidadosamente uma solução contendo 50 mL de H₂SO₄ 3 mol L⁻¹ e 12 g de KMnO₄. Aguardar 24 h; 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.

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.

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.

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 H₂SO₄ diluído. Adicionar **lentamente** 410 mL de H₂O₂ 30%, com agitação, durante 1 hora. CUIDADO! A ordem é importante: se H₂O₂ e FeSO₄ 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.

6 PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS DE LABORATÓRIO – PGRQL

A ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas classifica por meio de sua norma NBR 10.004 os Resíduos Sólidos quanto aos seus potenciais riscos à saúde pública e ao meio ambiente, para que possam ser gerenciados adequadamente.

Nas atividades de gerenciamento de resíduos, a NBR 10.004 é uma ferramenta imprescindível, sendo utilizada por instituições e órgãos fiscalizadores. A partir da dela, o gerador de um resíduo pode identificar qual é o potencial de risco do mesmo, bem como quais são as melhores alternativas para destinação final e/ou reciclagem. A norma classifica os resíduos em três classes distintas: Classe I (Perigosos), Classe II (Não perigosos), Classe II A (Não perigosos - não inertes) e Classe II B (Não perigosos - inertes) e também os da Classe III, que são aqueles que, ao serem submetidos aos testes de solubilização (NBR-10.007 da ABNT), não têm nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água. Isto significa que a água permanecerá potável quando em contato com o resíduo. Muitos destes resíduos são recicláveis.

Com base nessa NBR 10004 e Resolução CONAMA 357/2005 e Resolução CONSEMA 355/2017 e em visita aos 18 laboratórios de ensino de química da Uergs, e com a intenção de viabilizar economicamente, ambientalmente e facilitar a destinação e tratamento adequado dos resíduos sólidos e efluentes químicos oriundos dos laboratórios foram criados os seguintes grupos de armazenagem temporária:

- **Grupo 1 - Metais pesados:** Compostos aquosos contendo elementos como:
Exemplos: Pb; Ag; Cr; Co; Ni; Cu; Zn; Hg; Mn; Cd, entre outros.
- **Grupo 2 - Aquosos:** Substâncias aquosas diversas que não possam ser neutralizadas, descartadas diretamente na pia ou que não se enquadrem nos grupos aqui especificados.
- **Grupo 3 – Halogenados orgânicos:** Substâncias que possuem halogênios em sua composição, tais como:
Exemplos: Br; NaF; KF; clorofórmio; diclorometano; entre outros.
- **Grupo 4 – Não -Halogenados orgânicos:** Compostos orgânicos diversos e solventes.
Exemplos: acetona, éter, álcoois, Hexano, DMSO, entre outros.
- **Grupo 5 – Diversos/ desconhecidos:** Compostos com origem e procedência desconhecida ou reagentes líquidos vencidos.

- **Grupo 6 – Sólidos:** Compostos sólidos, reagentes vencidos sólidos e vidrarias quebradas contaminadas com produtos químicos.

Inicialmente os efluentes/resíduos serão armazenados temporariamente em bombonas de PEAD de 5 litros e os resíduos sólidos em sacos plásticos apropriados. Os volumes (L) e os resíduos sólidos (Kg) deverão ser anotados em planilha específica (Anexo I) a cada seis meses ou como a Unidade achar conveniente. Saliento que essa classificação foi caracterizada como base para o tratamento, coprocessamento, reaproveitamento, incineração e destinação em aterro sanitário adequado, facilitando a condição para tais processamentos.

A retirada será realizada pelo responsável técnico da Uergs com veículo licenciado para transporte de cargas perigosas em periodicidade de 6 em 6 meses ou de acordo com a necessidade pontual de cada Unidade. Os resíduos químicos dos laboratórios serão armazenados, temporariamente, em sala de armazenamento temporário de resíduos de laboratório localizada junto ao campus da Uergs Porto Alegre para posterior destinação final adequada.

A rotulagem para identificação do tipo de resíduo será conforme anexo II.

Obs.: Os efluentes/resíduos somente serão recolhidos com base na classificação acima.

7 LEGISLAÇÃO PERTINENTE

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004:** classificação de resíduos sólidos. Disponível em: <<http://www.v3.eco.br/docs/NBR-n-10004-2004.pdf>>.

_____. **NBR 12235:** armazenamento de resíduos sólidos perigosos. Disponível em: <http://wp.ufpel.edu.br/residuos/files/2014/04/nbr-12235-1992-armazenamento-de-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos-perigosos.pdf>.

_____. **NBR 16725:** Resíduo químico: informações sobre segurança, saúde e meio ambiente. Disponível em: <https://www.target.com.br/produtos/normas-tecnicas/42162/nbr16725-residuo-quimico-informacoes-sobre-seguranca-saude-e-meio-ambiente-ficha-com-dados-de-seguranca-de-residuos-quimicos-fdsr-e-rotulagem>

_____. **NBR 14619:** Transporte terrestre de produtos perigosos: Incompatibilidade química. Disponível em: <http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-14.619-Transporte-de-produtos-perigosos-Incompatibilidade-qu%C3%ADmica.pdf>

_____. **NBR 13932:** Instalações internas de gás liquefeito do petr. Disponível em: <http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-14.619-Transporte-de-produtos-perigosos-Incompatibilidade-qu%C3%ADmica.pdf>

_____. **NBR 6493:** Emprego de cores para identificação de tubulações. Disponível em: <https://www.target.com.br/produtos/normas-tecnicas/27482/nbr6493-emprego-de-cores-para-identificacao-de-tubulacoes>.

_____. **NBR 17025:** Regras gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração.
Disponível em: <http://www.smarnet.com.br/qualidade/metrologia/17025.pdf>

_____. **NBR 9735:** Conjunto de equipamentos para emergências no transporte terrestre de produtos perigosos. Disponível em: <https://www.target.com.br/produtos/normas-tecnicas/35628/nbr9735-conjunto-de-equipamentos-para-emergencias-no-transporte-terrestre-de-produtos-perigosos>

_____. **NBR 7500:** Identificação para transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos. Disponível em: <http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-7.500-Simbolos-de-Risco-e-Manuseio-Para-o-Transporte-e-Armazenamento-De-Materiais.pdf>

_____. **NBR 7503:** Transporte terrestre de produtos perigosos: ficha de emergência e envelope para o transporte – Características, dimensões e preenchimento. Disponível em: <https://www.target.com.br/produtos/normas-tecnicas/35704/nbr7503-transporte-terrestre-de-produtos-perigosos-ficha-de-emergencia-e-envelope-para-o-transporte-caracteristicas-dimensoes-e-preenchimento>

_____. **NBR 12313:** Sistema de combustão: controle e segurança para a utilização de gases combustíveis em processos de baixa e alta pressão. Disponível em:

<http://www.saviesa.org.br/mapeamento/biblioteca/NBR%2012313%20Instalacao%20de%20Gas.pdf>

_____. **NBR 13932:** Instalação interna GLP: Projeto e execução. Disponível em:

<https://www.target.com.br/produtos/normas-tecnicas/33752/nbr13932-instalacoes-internas-de-gas-liquefeito-de-petroleo-glp-projeto-e-execucao>

_____. **NBR 14725:** Produtos químicos: informações sobre segurança, saúde e meio ambiente.

Disponível em: http://www2.iq.usp.br/pos-graduacao/images/documentos/seg_2_2013/nbr147251.pdf

_____. **NBR 11174:** Armazenamento de resíduos classe II – não inertes e III – inertes.

Disponível em: <https://www.target.com.br/produtos/normas-tecnicas/39396/nbr11174-armazenamento-de-residuos-classes-ii-nao-inertes-e-iii-inertes>

_____. **NBR 14064:** Transporte rodoviário de produtos perigosos: diretrizes do atendimento à emergência. Disponível em: <https://www.target.com.br/produtos/normas-tecnicas/35596/nbr14064-transporte-rodoviario-de-produtos-perigosos-diretrizes-do-atendimento-a-emergencia>

_____. **NBR 15480:** Transporte rodoviário de produtos perigosos: plano de ação de emergência (PAE) no atendimento a acidentes. Disponível em:

<https://www.target.com.br/produtos/projetos-nbr/40527/abnt-nbr-15480-2007-transporte-rodoviario-de-produtos-perigosos-plano-de-acao-de-emergencia-pae-no-atendimento-a-acidentes>

_____. **NBR 15481:** Transporte rodoviário de produtos perigosos: requisitos mínimo de segurança. Disponível em: <https://www.target.com.br/produtos/normas-tecnicas/40384/nbr15481-transporte-rodoviario-de-produtos-perigosos-requisitos-minimos-de-seguranca>

_____. **NBR 12543:** Equipamentos de proteção respiratória: terminologia. Disponível em: <http://www.hbdh.com.br/catalogo/NBR%2012543-1999.pdf>

_____. **NBR 13716:** Máscara autônoma de ar comprimido com circuito aberto. Disponível em: https://issuu.com/afraniocs/docs/nbr_13716-1996_-_equipamentos_de_pr

_____. **NBR 13523:** Central de gás liquefeito do petróleo (GLP). Disponível em <https://www.target.com.br/produtos/normas-tecnicas/33747/nbr13523-central-de-gas-liquefeito-de-petroleo-glp>

BRASIL, **Lei nº 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a política nacional do meio ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e das outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm

BRASIL, **Lei nº 12.305**, de 02 agosto de 2010. Institui a política nacional resíduos sólidos. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>

BRASIL. **Portaria nº 3.214** de 08 de junho de 1978. Aprova as normas regulamentadoras que consolidam as leis do trabalho, relativas à segurança e medicina do trabalho. NR nº6 - Equipamento de Proteção Individual – EPI; NR nº 8 – Edificações; NR nº 15 – Atividades e operações insalubres; NR nº 17 – Ergonomia; NR nº 23 – Proteção contra incêndios; NR nº 26 – Sinalização de segurança.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 357**, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, dá outras providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>

CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONSEMA nº 355**, de 13 de julho de 2017. Dispõe sobre os critérios e padrões de emissão de efluentes líquidos para as fontes geradoras que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=346397>

CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBEINTE, **Resolução CONSEMA nº 430**, de 13 de maio de 2011. 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.

RIO GRANDE DO SUL, **Lei nº 11.520** de 03 de agosto de 2000. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências. Disponível em: <file:///C:/Users/marcos-oliveira.UERGS/Downloads/Lei%20Estadual%2011520-2000%20-%20C%C3%B3digo%20Estadual%20Meio%20Ambiente.pdf>

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAHIA. Superintendência de Vigilância e Proteção da Saúde. Diretoria de Vigilância e Controle Sanitário. Universidade Federal da Bahia. Instituto de Ciências da Saúde. **Manual de Biossegurança**. Salvador. 2001.

BRASIL, Resolução **RDC nº 306** de 07 de dezembro de 2004. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2004/res0306_07_12_2004.html>. Acesso em: 04 de setembro 2017.

BRASIL. Fundação Oswaldo Cruz. Vice-Presidência de Serviços de Referência e Ambiente. Núcleo de Biossegurança. **Sistema de Informação em Biossegurança**. BIS. Disponível em: <<http://www.fiocruz.br/presidencia/vpsra/Bis/StartBIS.htm>>. Acesso em: 12 de setembro de 2017.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Nota Técnica COREG 09/2002**.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Segurança e Saúde no Trabalho. **Certificado de Aprovação de Equipamentos**. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br>>. Acesso em: Acesso em: 12 de setembro 2017.

Boas Práticas de Laboratório (BPL): um guia operacional do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) Recife, 2012.

COSTALONGA, Ademir; et al. Normas de Armazenamento de Produtos Químicos. São Paulo: 2010.

LASSALI, Tânia A. Gerenciamento de Resíduos Químicos: normas e procedimentos gerais. Disponível em: http://www.sorocaba.unesp.br/Home/CIPA/normas_gerenciamento.pdf
Acesso em: 03 de setembro de 2018.

Manual de Gerenciamento de Resíduos da FATEC. Piracicaba. Disponível em: <http://fatecpiracicaba.edu.br/novo_cs/userfiles/downloads/manual%20residuos_.pdf>. Acesso em 28 de agosto de 2018.

OLIVEIRA JÚNIOR, FRANCISCO DE ASSIS. **Implantação do Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos:** caso Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2012. Dissertação – Programa de Pós-graduação em Agroquímica. Lavras: UFLA, 2012. 103 p. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/518/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20Implanta%C3%A7%C3%A3o%20do%20programa%20de%20gerenciamento%20de%20res%C3%ADduos%20qu%C3%ADmicos%20caso%20da%20Universidade%20Federal%20de%20Lavras.pdf>. Acesso em: 05 de setembro de 2018.

SERVIÇO ESPECIALIZADO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO. **Manual de segurança para laboratórios.** Porto Alegre, 2013.

TEIXEIRA, Cláudia Echevengúá *et al.* Concepção de um sistema de gestão de resíduos de laboratório: Estudo de caso em um Instituto de Pesquisa. **Revista Sistema & gestão**, v. 7, n.4, p. 554-568, 2012. Disponível em: <<http://www.revistasg.uff.br/index.php/sg/article/view/V7N4A4/V7N4A4>>. Acesso em: 14 de setembro de 2018.

TRAUTMANN, Ricardo. **Montagem do laboratório químico da UNIFESP:** Manual de segurança e boas práticas em laboratórios químicos (MSBPLQ). Diadema: Universidade Federal De São Paulo (CAMPUS DIADEMA), 2008.

VALE, Ana Paula. **Manual de Boas Práticas.** Viana do Castelo (Portugal): Escola Superior Agrária - Serviços Analíticos. ESAPL, 2005.

VENTURA, Maria da Anunciação Mateus, (Org.) et al. **Manual de Boas Práticas Laboratoriais - Universidade dos Açores.** Ponta Delgada (Portugal): GERLAB – Gestão De Resíduos Laboratoriais da Universidade dos Açores, 2008.

Verga Filho, Antônio Ferreira. **Segurança em laboratório químico**. Campinas: Conselho Regional De Química - IV Região (SP). Ministrante, 2008. A versão original desta apresentação, está disponível no site do CRQ-IV (www.crq4.org.br/downloads.php).