



Guia de Laboratório para o ensino de Química

Instalação - Montagem - Operação

2022



Guia de Laboratório para o Ensino de Química: instalação, montagem e operação

São Paulo, julho de 2022

3ª edição

Comissão Técnica de Ensino Técnico

Guia de Laboratório para o Ensino de Química: instalação, montagem e operação

O trabalho de revisão e adaptação da 3ª edição deste guia foi elaborado pelos seguintes membros da Comissão Técnica de Ensino Técnico do CRQ-IV:

Aislan Renato Balza
Andrea de Batista Mariano
Celia Maria Alem de Oliveira
Daniel Fontanesi Rossi
Denise Moreira dos Santos
Edina Maria Uzelin
Jorge Luiz Mendes
Juliana Rodrigues Pena de Carvalho
Júlio Cesar Moreira
Kátia Folgoni Cardoso
Keila Schützer Mendes Ferreira
Lissa Alem Rosa de Oliveira
Luis Henrique Sassa
Maria de Lourdes Feitosa
Marta Eliza Bérgamo
Silvia Helena Mussolini de Oliveira
Solange Cristina Centurion
Wagner Luiz Pires Affonso

Apresentação

Devido à grande aceitação deste Guia pelos profissionais da educação, os integrantes da Comissão de Ensino Técnico do CRQ-IV fizeram nova atualização do material, que se baseou nas mais recentes normas sobre o assunto.

Gostaríamos de agradecer aos profissionais abaixo relacionados, responsáveis pelas as duas primeiras edições deste trabalho:

Autores da primeira edição – Publicada em 2007

Celia Maria Alem de Oliveira

José Carlos Mancilha

Lígia Maria Sendas Rocha

Luís Henrique Sassa

Márcio Alves de Mello

Mário de Campos Sanvido

Marta Eliza Bergamo

Milton Del Rey

Paulo Cesar Aparecido de Oliveira

Wagner Aparecido Contrera Lopes

Participação especial de Antonio Verga, da Isolab Consultoria e Treinamento Ltda.

Autores da segunda edição – Publicada em 2012

Andrea de Batista Mariano

Anália Christina Pereira Caires

Celia Maria Alem de Oliveira

Dagoberto Baebaio

Edna Marta Uzelin

José Carlos Mancilha

Luís Henrique Sassa

Márcio Alves de Mello

Marta Eliza Bergamo

Milton Del Rey

Priscilla Podadera

Sumário

1 INTRODUÇÃO	7
2 PROJETO	8
2.1 EDIFICAÇÃO	8
2.1.1 PISOS	8
2.1.2 PAREDES	9
2.1.3 TETO	10
2.1.4 PORTAS E JANELAS	11
2.1.4.1 Portas	11
2.1.4.2 Janelas e vitrôs	11
2.1.5 SALA DE ARMAZENAGEM DE REAGENTES	12
2.2 INSTALAÇÕES	14
2.2.1 ELÉTRICA	14
2.2.2 ILUMINAÇÃO	16
2.2.3 HIDRÁULICA	16
2.2.4 ARMAZENAGEM E MANUSEIO DE CILINDROS DE GASES	17
2.2.5 PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO	18
2.2.6 VENTILAÇÃO E EXAUSTÃO	19
2.2.6.1 Capelas e Coifas	19
2.2.6.2 Manutenção e testes das capelas	20
2.2.6.3 Considerações sobre o uso das capelas	20
2.2.7 SALA OU ÁREA “QUENTE”	21
2.2.8 BANCADAS DE TRABALHO	22
2.2.9 MOBILIÁRIO	24
2.2.10 INSTRUMENTOS E MATERIAIS AUXILIARES	24
3 SEGURANÇA	25
3.1 SINALIZAÇÃO	25
3.1.1 SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA	26
3.1.2 FORMAS DE SINALIZAÇÃO	26
3.2 EQUIPAMENTOS DE EMERGÊNCIA E DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL - EPIs	27
3.2.1 EQUIPAMENTOS DE EMERGÊNCIA	27
3.2.1.1 CHUVEIRO E “LAVA-OLHOS”	28
3.2.1.2 EXTINTORES DE INCÊNDIO	28
3.2.1.3 MANTA CORTA-FOGO	29
3.2.2 EPIs – EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL	29
3.2.2.1 PROTEÇÃO PARA OS OLHOS	29
3.2.2.2 PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA	30
3.2.2.3 PROTEÇÃO PARA MÃOS E BRAÇOS:	30



3.2.2.4 <i>PROTEÇÃO PARA PERNAS E PÉS</i>	31
3.2.2.5 <i>PROTEÇÃO DO TRONCO E BRAÇOS</i>	31
3.3 SAÍDA DE EMERGÊNCIA	31
<u>4 ARMAZENAGEM DE PRODUTOS QUÍMICOS</u>	<u>32</u>
4.1 RECOMENDAÇÕES GERAIS	32
4.2 RÓTULOS DE SOLUÇÕES	33
<u>5 DESCARTE DE RESÍDUOS E EFLUENTES QUÍMICOS</u>	<u>33</u>
<u>6 ORIENTAÇÕES PARA A UTILIZAÇÃO DO LABORATÓRIO</u>	<u>33</u>
6.1. <i>DE ORDEM PESSOAL</i>	33
6.2 <i>REFERENTES AO LABORATÓRIO</i>	34
6.3 <i>LIMPEZA DE VIDRARIA</i>	36
6.4 <i>EMERGÊNCIA</i>	36
6.5 <i>PROCEDIMENTOS EM CASOS DE INCÊNDIOS</i>	37
6.6 <i>RISCOS COM EQUIPAMENTOS E INSTRUMENTOS</i>	37
<u>7 IMPORTÂNCIA DO RESPONSÁVEL TÉCNICO</u>	<u>39</u>
<u>ANEXOS</u>	<u>40</u>
ANEXO A - TABELA DE RESISTÊNCIA QUÍMICA DE LUVAS	40
ANEXO B - ESTRUTURA PARA FUNCIONAMENTO DE UM LABORATÓRIO DE ENSINO TÉCNICO DA ÁREA DE QUÍMICA	401
ANEXO C - GRUPOS PRINCIPAIS DE SUBSTÂNCIAS	434
ANEXO D - INCOMPATIBILIDADE DE PRODUTOS E AS REAÇÕES PROVOCADAS	435
<u>REFERÊNCIAS</u>	<u>456</u>

1 INTRODUÇÃO

O objetivo deste guia é orientar as instituições de ensino na construção, montagem, instalação e operação de laboratórios destinados às aulas práticas de disciplinas como química e bioquímica, entre outras. Seu conteúdo é resultado de pesquisas na legislação vigente e em literaturas técnicas, além da grande vivência de alguns profissionais do ensino de Química.

A montagem do laboratório de ensino é uma das fases mais críticas do processo de implantação de cursos da área da Química, já que em grande parte dos casos as instituições de ensino se estabelecem em instalações civis que não foram originariamente construídas para esse fim. Não são poucas as escolas que se instalaram em locais onde, no passado, funcionavam fábricas ou escritórios. Um laboratório antigo, mesmo que tenha sido construído em acordo com as normas vigentes da época, poderá ter dificuldade para atender às normas de segurança atuais. Em caso de construção, reforma ou adequação do laboratório químico é imprescindível que haja orientação e acompanhamento, em todas as etapas, de um profissional da química.

A montagem do laboratório deve incluir todos os requisitos de segurança. Para tanto, é fundamental a elaboração de um projeto detalhado para que haja funcionalidade, eficiência, segurança e se minimizem futuras alterações. Assim, não podem ser desprezados itens como a topografia do terreno, orientação solar, ventos, segurança do edifício e do pessoal, bancadas, capelas, estufas, muflas, tipo de piso, materiais de revestimento das paredes, iluminação e ventilação do ambiente. Deve-se levar em consideração, ainda, a legislação referente aos portadores de necessidades especiais, conforme a LDB – Lei nº 9.394, de 20-12-96, capítulo V, artigos 58 a 60.

As orientações deste Guia tomam como base as Normas Regulamentadoras (NR's) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), aprovadas pela Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978, e Normas (NBRs) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Devemos salientar, ainda, que a indicação de um profissional da área da química, a fim de assumir a Responsabilidade Técnica pelos laboratórios da instituição de ensino é de suma importância, uma vez que este profissional possui o conhecimento técnico necessário para garantir a segurança das atividades desenvolvidas, além de assegurar o cumprimento de todas as normas vigentes relacionadas ao correto funcionamento dos laboratórios de ensino e de todas outras medidas que são relatadas nesse guia.

2 PROJETO

O projeto de um laboratório químico e sua execução possui várias etapas, com diversos profissionais envolvidos, sendo que é fundamental que em todas as fases do projeto haja a supervisão e orientação de um profissional da área da Química.

2.1 Edificação

A NR-8, do MTE [11], dispõe sobre as especificações para edificações de ambientes de trabalho, e a NBR 13035 da ABNT [22], dispõe sobre o planejamento e instalação de laboratórios para análises e controle de águas.

Os setores da edificação devem ser agrupados de acordo com suas funções e fluxos de trabalho, minimizando a circulação de pessoal, materiais, insumos e amostras, bem como a retirada dos resíduos produzidos [22].

Recomenda-se que as instalações laboratoriais sejam no piso térreo.

No caso específico de laboratórios de ensino devem ser observados os itens abaixo.

2.1.1 Pisos

O piso não deve apresentar saliências nem depressões que prejudiquem a circulação de pessoas ou a movimentação de materiais, e deve apresentar as seguintes características:

- retardante ao fogo;
- impermeabilidade;
- antiderrapante;
- resistência mecânica e química;
- facilidade de manutenção;
- espessura mínima de 3mm e rodapés meia cana [25];
- ser fosco.



Figura 1: Exemplo de adequação do piso. Fonte: Daniel F. Rossi

Quando houver ralos, estes devem ser sifonados. Recomenda-se utilizar piso frio e nunca o encerar.

Em laboratórios com máquinas pesadas, recomenda-se contrapiso com pintura epóxi.

2.1.2 Paredes

As paredes devem ser de alvenaria, em cores claras, foscas ou semi-foscas [25], impermeáveis, resistentes ao fogo e a substâncias químicas, de fácil manutenção e limpeza.

NR-8 – Item 8.3.3 – Proteção contra intempéries:

“8.3.3.1 - As partes externas, bem como todas as que separem unidades autônomas de uma edificação, ainda que não acompanhem sua estrutura, devem, obrigatoriamente, observar as normas técnicas oficiais relativas à resistência ao fogo, isolamento térmico, isolamento e condicionamento acústico, resistência estrutural e impermeabilidade.” [11]

Não é recomendado o uso de revestimentos, exceto em áreas específicas de lavagem de vidrarias.

No caso de utilização de divisórias de fórmica, deverá ser tomado cuidado com os equipamentos que serão colocados próximos, bem como instalações elétricas.

Levando em consideração a segurança, recomenda-se que a parte superior das divisórias seja de vidro.

2.1.3 Teto

O teto deve atender às necessidades do laboratório quanto à passagem de tubulações, luminárias, grelhas, isolamento térmico e acústico, estática. Não deve apresentar reentrâncias e/ou saliências que facilitem acúmulo de sujeiras.

NR 8 – item 8.3.1 – “Os locais de trabalho devem ter a altura do piso ao teto, pé-direito, de acordo com o código de obras local ou posturas municipais, atendido o previsto em normas técnicas oficiais e as condições de segurança, conforto e salubridade, estabelecidas em Normas Regulamentadoras”.

NR 13035 – item 5.3 – “Deve ser considerada altura mínima de 3,0 m, tendo-se como referência a distância entre piso e forro (pé-direito)”

O forro deve ficar entre 25 e 30 cm abaixo da laje, para facilitar a manutenção, e pode servir de passagem para as tubulações de utilidades.

Acima da laje, com acesso para manutenção, pode ser construído o chamado piso técnico, apresentando espaço suficiente para, pelo menos, uma pessoa

fazer a manutenção. Neste piso técnico podem ficar os motores das capelas e as tubulações das utilidades.

2.1.4 Portas e Janelas

As janelas e portas devem ser amplas e distribuídas de tal forma que permitam bom fluxo de entrada e saída e boa iluminação e arejamento do laboratório [25].

2.1.4.1 Portas

Considerando a NR-23, do MTE [15], que regulamenta a 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.

As portas deverão ter mola retrátil, altura de 2,10 m e largura mínima de 1,20m, com sentido de abertura para a parte externa do local de trabalho. Recomenda-se:

- O uso de visores em portas e onde mais for possível.
- Portas em material impermeável e que retardem o fogo.
- A instalação de, no mínimo, 2 portas, uma que corresponda à entrada principal e outra que será a saída de emergência do laboratório. Ambas sinalizadas.
- Portas duplas, que permitam a passagem de caixas, equipamentos etc.
- Uso de grelhas de ventilação nas partes inferiores, quando necessário.

2.1.4.2 Janelas e vitrôs

Recomendam-se janelas basculantes, por apresentarem maior segurança e por serem facilmente abertas e fechadas com um só comando de mão.

Orienta-se que as janelas e vitrôs sejam localizados acima de bancadas e equipamentos, numa altura aproximada de 1,20 m 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, películas protetoras e *breezes*, (que são anteparos externos instalados nas janelas que impedem a entrada de raios solares, mas não impedem a entrada de claridade). Sob nenhuma hipótese deverão ser instaladas cortinas de material combustível.

Os caixilhos devem ser amplos, facilmente manipuláveis, resistentes a ataques de agentes químicos e às intempéries. As janelas devem estar afastadas das áreas de trabalho e dos equipamentos, tais como cabines de segurança biológica, balanças e capelas de exaustão química, entre outros que podem ser afetados pela circulação de ar.

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.

2.1.5 Sala de Armazenagem de Reagentes

Critérios rígidos devem ser seguidos para armazenar produtos químicos variados. Deve-se levar em conta que produtos químicos podem ser: voláteis, tóxicos, corrosivos, inflamáveis, explosivos e peroxidáveis. Assim sendo, o local de armazenagem deve ser amplo, bem ventilado, preferencialmente com exaustão, dotado de prateleiras largas, seguras e instalações elétricas à prova de explosões. Quando houver necessidade de armazenar líquidos inflamáveis com pontos de fulgor abaixo de 36°C, o refrigerador ou câmara de refrigeração deverá ser à prova de explosões, isto é, isento de faiscamentos elétricos na parte interna.



Figura 2: Armários de reagentes

Fontes: Wikimedia Commons: U5680336, CC BY-SA 4.0 e Cygaretko.

Recomenda-se utilizar timer para acionamento automático do exaustor.

Produtos químicos devem ser acondicionados nas prateleiras em bandejas, respeitando os critérios de compatibilidade. Produtos Incompatíveis, como os listados abaixo, devem ser estocados em áreas separadas [25].

Substância Química	Incompatível com (usar maiúsculas na 1ª palavra
Acetileno	Bromo, cloro, flúor, cobre, prata, mercúrio e seus compostos
Acetona	Ácido sulfúrico e nítrico concentrados
Ácido acético	Ácido nítrico, peróxidos, permanganatos, etilenoglicol, compostos hidroxilados, ácido perclórico e ácido crômico.
Ácido crômico	Ácido acético glacial, cânfora, glicerina, naftaleno, terebentina, álcoois de baixo peso molecular e muitos líquidos inflamáveis
Ácido fluorídrico	Amônia (aquosa ou anidra)
Ácido nítrico (concentrado)	Ácido acético, sulfeto de hidrogênio, líquidos e gases inflamáveis, ácido crômico e anilina.
Ácido perclórico	Anidrido acético, bismuto e suas ligas, álcoois, papel, madeira e outros materiais orgânicos
Amônia anidra	Mercúrio, fluoreto de hidrogênio, hipoclorito de cálcio, cloro e bromo.
Anilina	Ácido nítrico e peróxido de hidrogênio
Bromo, Cloro	Amônia, gases de petróleo, hidrogênio, sódio, benzeno e metais finamente divididos

Carvão ativado	Hipoclorito de cálcio e todos os agentes oxidantes
Clorato de potássio	Ácido sulfúrico e outros ácidos e qualquer material orgânico
Cloratos	Sais de amônio, ácidos, metais em pó, enxofre e substâncias orgânicas finamente divididas ou combustíveis
Cobre	Acetileno e peróxido de hidrogênio
Hidrocarbonetos (propano, benzeno, gasolina)	Flúor, cloro, bromo, peróxido de sódio e ácido crômico
Iodo	Acetileno, amônia e hidrogênio
Líquidos Inflamáveis	Nitrato de amônio, ácido crômico, peróxido de sódio, ácido nítrico e os halogênios
Mercúrio	Acetileno e amônia
Metais alcalinos	Tetracloro de carbono (é provável agente cancerígeno para o homem), dióxido de carbono, água e halogênios.
Metais alcalinos (alumínio ou magnésio em pó)	Tetracloro de carbono ou outro hidrocarboneto clorado, halogênios e dióxido de carbono
Nitrato de amônio	Ácidos, líquidos inflamáveis, metais em pó, enxofre, cloratos, qualquer substância orgânica finamente dividida ou combustível.
Oxigênio	Óleos, graxas, hidrogênio, líquidos inflamáveis, sólidos e gases
Pentóxido de fósforo	Água
Permanganato de potássio	Ácido sulfúrico, glicerina e etilenoglicol
Peróxido de hidrogênio	A maioria dos metais e seus sais, álcoois, substâncias orgânicas e quaisquer substâncias inflamáveis.
Prata	Acetileno, compostos de amônia, ácido oxálico e ácido tartárico
Sulfeto de hidrogênio	Gases oxidantes e ácido nítrico fumegante

2.2 Instalações

2.2.1 Elétrica

O projeto de instalações elétricas deve obedecer às normas de segurança e atender ao estabelecido na NR-10. No caso específico de laboratórios químicos, as instalações devem ser externas às paredes, a fim de facilitar a manutenção, e as tomadas diferenciadas para voltagens 110V e 220V. Recomendam-se colorações para tomadas de diferentes voltagens, e a disposição de uma tomada para cada grupo no laboratório. [25]

Por motivos de segurança, as luminárias devem ser embutidas no forro do laboratório, e as lâmpadas devem ter proteção para evitar queda sobre a bancada, piso, ou usuários do laboratório. Quanto ao tipo de lâmpada, recomenda-se o uso de lâmpadas fluorescentes. A coloração das tubulações de eletroduto deve ser cinza-escuro, conforme NBR 6.493 [2].

Os circuitos elétricos devem ser protegidos contra umidade e agentes corrosivos, por meio de eletrodutos emborrachados e flexíveis. Os eletrodutos devem ser dimensionados com base no número de equipamentos que serão utilizados e suas respectivas potências, além de contemplar futuras ampliações.

O quadro de força deve ficar em local visível e de fácil acesso, em uma área fora da sala. É recomendável a instalação de um painel provido de um sistema que permita a interrupção imediata do fornecimento de energia elétrica em caso de emergência em vários pontos do laboratório, ou seja, que possua circuitos independentes e disjuntores identificados.

A fiação deve ser isolada com material que apresente propriedade antichama, com bitola adaptada à demanda [22].

A instalação elétrica do laboratório deve incluir sistema de aterramento para segurança e evitar choques em aparelhos como banhos termostáticos etc.

Os pontos que alimentarão as bancadas deverão ser deixados a 60 cm do piso, isto é, sempre abaixo dos tampos das bancadas. As tomadas sobre as bancadas devem estar a mais ou menos 1,0 m distantes entre si, sendo que em cada ponto (em cada caixa do tipo pedestal) deverá haver uma tomada 110V e uma 220V (onde houver tais tensões).

Nas áreas onde se manipulam produtos explosivos ou inflamáveis, toda instalação elétrica (eletrodutos, caixas de passagem, tomadas, interruptores e luminárias) deverá ser à prova de explosão. As tomadas 110V e 220V deverão ter plaquetas de identificação indicando a voltagem. [25]

Para equipamentos mais sensíveis utilizar estabilizador ou *no break*.

2.2.2 Iluminação

A Portaria/MTP n° 423, de 07 de outubro de 2021, do Ministério do Trabalho e Previdência [14], que aprova a nova redação da NR 17, estabelece no subitem 17.8.3, que os níveis mínimos de iluminação são os estabelecidos pela Norma de Higiene Ocupacional n° 11 (NHO 11), da FUNDACENTRO [1]:

17.8.3 Em todos os locais e situações de trabalho internos, deve haver iluminação em conformidade com os níveis mínimos de iluminação a serem observados nos locais de trabalho estabelecidos na Norma de Higiene Ocupacional n° 11 (NHO 11) da Fundacentro - Avaliação dos Níveis de Iluminação em Ambientes Internos de Trabalho, versão 2018. [14]

Recomenda-se iluminação na faixa de intensidade de 500 a 1000 lux com luz branca natural, devendo ser evitada a incidência de reflexos ou focos de luz nas áreas de trabalho.

As luminárias devem ser embutidas no forro e as lâmpadas fluorescentes devem ter proteção para evitar queda sobre a bancada ou o piso do laboratório. É necessária iluminação de emergência, em boas condições de funcionamento. Realizar testes periódicos, segundo o plano de manutenção.

2.2.3 Hidráulica

A tubulação para distribuição interna da água e escoamento dos efluentes diluídos deve ser projetada considerando os produtos que serão manuseados e a vazão necessária. A tubulação de esgoto deve ser em material resistente e inerte. Todas as redes de água devem dispor de uma válvula de bloqueio, do tipo fechamento rápido, de fácil acesso, para se ter agilidade quando houver necessidade de interromper o suprimento de água.

As cubas, canaletas, bojos e sifões devem ser de material quimicamente resistente às substâncias utilizadas, sendo recomendada ao menos uma cuba com profundidade para limpeza de bureta.

Os resíduos concentrados de características tóxicas, corrosivas, inflamáveis e reativas não devem ser descartados diretamente na rede de esgoto.

Estes deverão ser recolhidos em recipientes específicos, identificados com símbolos de risco e, posteriormente, neutralizados ou encaminhados para seu destino final, atendendo a legislação ambiental.

2.2.4 Armazenagem e manuseio de cilindros de gases

Cilindros de gases oferecem altos riscos em caso de vazamentos ou quedas, o que exige cuidados especiais.

O transporte dos cilindros de gases deve ser feito em carrinhos, seguindo normas de segurança de gases. Durante o seu uso ou estocagem devem ser mantidos presos à parede com correntes e cadeados. Os cilindros devem ser armazenados, preferencialmente, em depósito externo, localizado próximo ao laboratório. Após sua utilização, desligar a saída de gás no cilindro. O ideal é sempre ter um cilindro de reserva.

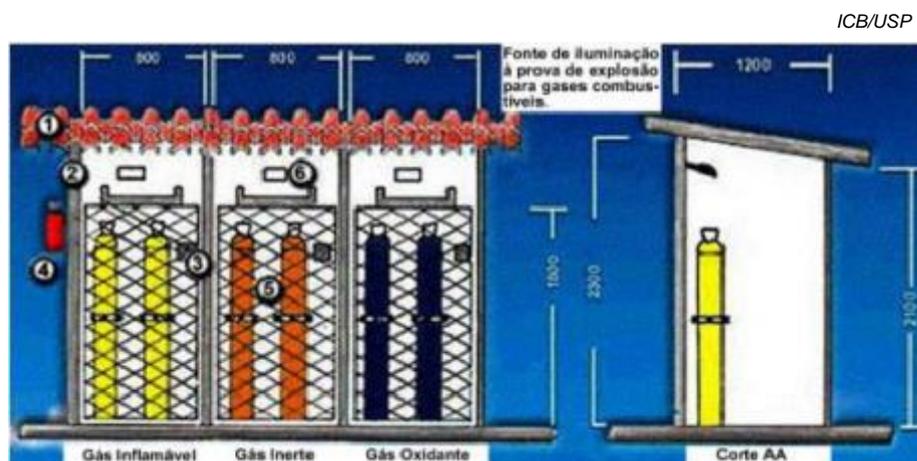


Figura 3: Exemplo da construção para armazenamento de cilindros de gases. 1: Cobertura; 2: Separação do ambiente externo; 3: Parede "Corta-fogo"; 4: Extintor de incêndio; 5: Correntes de fixação; 6: Identificação dos gases e seus riscos

Recomenda-se a instalação de sensores de alerta de vazamento e válvula de bloqueio no segundo estágio. Os cilindros que apresentarem válvulas emperradas ou defeituosas devem ser devolvidos ao fornecedor.

As válvulas e tubulações de acetileno e gases corrosivos devem ser de aço inox. As tubulações para o GLP devem atender à norma 15.358: 2017, da ABNT [3].

2.2.5 Proteção contra incêndio

Todos os laboratórios de ensino deverão possuir instalações e equipamentos de proteção contra incêndio, em atendimento à NR-23, do MTE [15], devendo-se observar os procedimentos de proteção próprios para trabalhos com produtos químicos perigosos e líquidos inflamáveis.

Em operações de aquecimento evitar, sempre que possível, a utilização de queimadores de gás de chama. É recomendável utilizar sistemas de aquecimento, tais como mantas elétricas, aquecimento a vapor, banho de areia e outros, quando houver vapores inflamáveis provenientes de líquidos que possam entrar em ignição ou explodir. Os trabalhos com líquidos inflamáveis devem ser feitos sob exaustão, em capelas, e os recipientes devem ser mantidos em bandejas de contenção, prevenindo derramamento.

Os extintores de incêndio devem ser compatíveis com os materiais e equipamentos que estão sendo utilizados no laboratório. Para definição da quantidade e tipos de extintores, sugere-se que seja consultado o Corpo de Bombeiros na elaboração do projeto.



Figura 4 - Sistemas de proteção contra incêndio. Fonte: Daniel F. Rossi

Na execução de trabalhos com substâncias explosivas, estas devem ser realizadas dentro de capela, com a janela abaixada à meia altura. Os operadores devem utilizar EPI's adequados como, por exemplo, luvas, óculos e protetor facial.

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-condicionados, 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 permitir a concentração 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 de profissional habilitado da área de ventilação industrial.

2.2.6.1 Capelas e Coifas

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.

No projeto do laboratório, as capelas devem estar em locais afastados das portas e saídas de emergência [4], e de locais de trânsito intenso de pessoas, pois podem fazer com que os contaminantes sejam arrastados de dentro da capela (para fora) pelo deslocamento de ar, assim como podem dificultar a evacuação da área, quando necessário.

As capelas 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 a exaustão dos gases e vapores de solventes.

As capelas devem dispor de sistemas de: iluminação, gás, vácuo, ar comprimido, instalações elétricas e hidráulicas adequadas, todos acionáveis pelo lado externo. Devem possuir, ainda, janelas de vidro de segurança (temperado) do tipo

corrediço ou “guilhotina”. A velocidade facial do ar deve ser mantida num nível próximo de $0,5 \text{ m.s}^{-1}$ [18].

A altura das chaminés das capelas deve ser de 2 a 3 metros 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.

2.2.6.2 Manutenção e testes das capelas

As capelas devem estar em perfeito estado de funcionamento e conservação e sofrer avaliação de desempenho, no mínimo, uma vez por ano. A verificação deve incluir:

- Medição da velocidade facial do ar, que deve estar em torno de $0,4$ a $0,5 \text{ m.s}^{-1}$ [18];
- Sistema de iluminação;
- Vedações e outros dispositivos devem ser inspecionados no tocante à corrosão e vazamento;
- Nível de ruído, que deve ser mantido em até 85 decibéis, para uma exposição diária máxima de 8h [13];
- Nas capelas com janelas verticais (guilhotina), os cabos e roldanas dos contrapesos devem ser verificados com respeito a danos ou corrosão;
- Troca de vidros trincados;
- Limpeza dos dutos e o adequado funcionamento do sistema de exaustão.

2.2.6.3 Considerações sobre o uso das capelas

As propriedades do fluxo de ar e a qualidade da proteção conferidas por uma capela são invariavelmente afetadas pela maneira como esta é utilizada. Para maximizar a proteção oferecida, o usuário do laboratório deve considerar o seguinte:

- Para que os contaminantes sejam removidos com maior eficiência, o sistema de circulação do ar da capela não deve ser obstruído por vidrarias, frascos ou qualquer objeto/equipamento desnecessário ao trabalho.
- Equipamentos de grandes dimensões colocados próximos à entrada da capela causarão variações significativas no fluxo de ar. Em geral, devem-se colocar tais equipamentos afastados das paredes da capela, sobre um suporte, para permitir a passagem do ar pela parte inferior do equipamento e garantir o bom desempenho.
- Deve ser evitado o armazenamento de substâncias na capela.

Foto: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Moseley_Hall_Chemistry_Lab.jpg

Wikimedia Commons



Figura 5 - Capelas de laboratório.

2.2.7 Sala ou Área “Quente”

A sala ou área “quente” são onde no laboratório estão localizados os 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 aos

altos riscos 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.

Deve-se ficar atento à instalação do bico de *Bunsen* para evitar vazamentos de gás. É recomendável utilizar mangueiras certificadas, observar as datas de fabricação e validade e utilizar abraçadeiras adequadas.

2.2.8 Bancadas de Trabalho

De acordo com a disposição ou colocação das bancadas no laboratório, pode-se classificá-las em 4 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”** – a bancada está totalmente anexada a uma parede, deixando apenas um de seus lados para os usuários. É quase sempre usada 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 [11];

- Tenham a superfície revestida com materiais impermeáveis, lisos, sem emendas ou ranhuras e resistentes a substâncias químicas. [9].

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, compensado naval e aço inox.

- Possuam profundidade aproximada de 0,70 m, altura aproximada de 0,90m, para trabalhos que exijam posição de pé e de 0,75m, para trabalhos que exijam posição sentada [9];
- Possuam cubas com profundidades adequadas ao uso, com o mínimo de 0,25m [9].

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.



Figura 6 – Exemplo de Bancada para Laboratório de Ensino. Fonte: Daniel F. Rossi

2.2.9 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 [14].

A quantidade de móveis no laboratório de ensino deverá ser a mínima necessária para atender à 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.

2.2.10 Instrumentos e materiais auxiliares

A legislação consultada não estabelece qual a infraestrutura mínima para funcionamento de um laboratório de ensino. Por essa razão, o responsável por sua implantação e manutenção deverá definir quais os equipamentos e materiais mínimos para sua operação, levando em conta a finalidade para a qual se destina.

De acordo com sugestões apresentadas por profissionais com grande vivência no ensino de Química foi elaborada uma relação contendo a estrutura para funcionamento de um laboratório de Ensino Técnico da Área de Química (**Anexo B**).

3 SEGURANÇA

É recomendado que em cada laboratório estejam disponibilizadas instruções, procedimentos e normas de segurança, em local visível. E que cada usuário (professores, alunos, instrutores e outros) tenha conhecimento de seu conteúdo.

3.1 Sinalização

O fluxo de saída e circulação de pessoal deve estar sinalizado de acordo com a NR-26, do MTE [16].

O Mapa de Risco tem como objetivos reunir as informações necessárias para estabelecer o diagnóstico da situação de segurança e saúde na área de trabalho e possibilitar, durante a sua elaboração, a troca e divulgação de informações entre os usuários, bem como estimular sua participação nas atividades de prevenção.

Este mapa 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 [17] e ser afixado no local de trabalho para conhecimento dos riscos envolvidos.

Dentro de um programa institucional de biossegurança, a sinalização é uma das primeiras ações a serem desenvolvidas pelos profissionais responsáveis. O emblema internacional indicando risco biológico deve estar afixado nas portas de acesso aos laboratórios, para restringir o acesso e inibir a entrada de pessoas que não tenham relação direta com o trabalho ali desenvolvido.

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 deve ser acompanhada por sinais convencionais ou palavras.

3.1.1 Sinalização de Segurança

Os sinais de aviso devem possuir as seguintes características:

- Forma triangular;
- Pictograma negro sobre fundo amarelo, margem negra (a cor amarela deve cobrir pelo menos 50% da superfície da placa).

3.1.2 Formas de Sinalização

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

- Corresponder às especificações da Portaria SIT 229/2011 [23] e a 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 (26);
- Ser simples e resistentes;
- Ser visíveis e compreensíveis;
- Ser retiradas quando o risco desaparecer.

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.



Figura 7 – Sinais de aviso – Locais de trabalho – Diretiva nº 92/58-CEE – Fonte: <https://www.wondercom.pt/2019/02/12/wondernews-janeiro-19-conhece-a-sinalizacao-de-seguranca/>

3.2 Equipamentos de Emergência e de Proteção Individual - EPIs

3.2.1 Equipamentos de Emergência

Equipamentos de emergência são dispositivos 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.

É recomendável que periodicamente sejam realizados testes de funcionamento e manutenção nos equipamentos.

3.2.1.1 Chuveiro e “Lava-olhos”

Chuveiro e “lava-olhos” são equipamentos imprescindíveis aos laboratórios em que se manipulam produtos químicos. Os “lava-olhos” poderão estar acoplados ou não ao chuveiro de emergência.

O chuveiro de emergência deve ter o crivo de aproximadamente 30 cm de diâmetro. Seu acionamento deve ser por meio de alavancas acionadas pelas mãos ou pelo sistema de plataforma. Deve ser instalado em local de fácil acesso de qualquer ponto do laboratório e com espaço livre demarcado de 1 m².

Wikimedia Commons



Figura 8 - Chuveiro e Lava-olhos

3.2.1.2 Extintores de incêndio

Conforme mencionado no item 2.2.5 - Proteção contra incêndio.

3.2.1.3 Manta corta-fogo

Mantas corta-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 se dá por abafamento. As mantas devem ser fabricadas com tecido não combustível.

3.2.2 EPIs – Equipamentos de Proteção Individual

São equipamentos destinados a proteger o usuário do laboratório em operações com risco de exposição em que se podem ter emissões 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 ou aluno com o produto ou objeto agressivo.

De acordo com a NR-6, do MTE [10], 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.

3.2.2.1 Proteção para os olhos

Óculos de segurança: a proteção dos olhos é imprescindível em operações que envolvem emissões de vapores ou névoas, fumos, espirros ou respingos de produtos químicos.

Os óculos de segurança devem ser de boa anatomia para oferecer conforto necessário para utilização por horas a fio, não devendo interferir no campo de visão do analista. Diversos modelos são oferecidos pelas empresas de segurança, cada um para um determinado fim. As estruturas podem ser em plásticos (tipo policarbonatos) especiais mais recomendadas por serem leves, duráveis e anatômicas.

Óculos de proteção (óculos de ampla visão com tirante de elástico), com Certificado de Aprovação (CA): Recomendado para trabalhos com líquidos corrosivos e concentrados (ácidos e álcalis).

3.2.2.2 Proteção respiratória

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 fora da capela devem ser feitas com uso de máscara de proteção com filtro adequado.

Nos casos mais específicos e/ou de maior periculosidade, deverá ser consultado um profissional habilitado na área de segurança ou higiene ocupacional. A instituição de ensino também poderá recorrer ao órgão oficial que possui pessoal especializado nessa área. Um exemplo de instituição nessa área é a Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (Fundacentro).

3.2.2.3 Proteção para mãos e braços:

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 da negligência. Nestas operações é recomendável o uso de luvas contra cortes (malha de aço ou kevlar® ou similar).

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.

As luvas devem ser constituídas de materiais que tenham resistência suficiente para manter íntegra a barreira de proteção da pele, sob as diversas espécies de tensão a que sejam submetidas. Devem ser consideradas as condições físicas e químicas da operação, antes da definição do tipo de luva mais adequado ao uso.

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

É evidente que apenas um tipo de luva não será satisfatório para todos os usos. Mesmo nos laboratórios mais modestos, pode ser necessário dispor de pelo menos quatro ou cinco tipos de luvas protetoras para uso cotidiano. Para a seleção dos tipos mais adequados devem ser consultadas as tabelas de resistência química de luvas (**Anexo A**) e efetuado o teste em uma amostra do fabricante.

3.2.2.4 Proteção para pernas e pés

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

3.2.2.5 Proteção do tronco e braços

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

3.3 Saída de Emergência

De acordo com a NR-23, do MTE [15], que trata de Proteção contra Incêndios, os locais de trabalho deverão dispor de saídas em número suficiente e dispostas de modo que aqueles que se encontrem nesses locais possam abandoná-los com rapidez e segurança. As portas deverão possuir largura mínima de 1,20m (um

metro e vinte centímetros) e ter o sentido de abertura para fora, não devendo ser fechadas à chave ou aferrolhadas durante as horas de trabalho.

As portas de saída devem ser dispostas de maneira a serem visíveis, sendo proibido qualquer obstáculo, mesmo ocasional, que entrave o seu acesso ou a sua vista. É recomendável que sejam dotadas de visor.

4 ARMAZENAGEM DE PRODUTOS QUÍMICOS

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 o congestionamento das bancadas e possíveis acidentes.

No armazenamento de produtos químicos deve-se levar em consideração o tipo do produto a ser armazenado: voláteis, corrosivos, tóxicos, inflamáveis, explosivos e peroxidáveis, bem como a incompatibilidade entre produtos (**vide Anexos C e D**).

4.1 Recomendações gerais

- O local de armazenagem deve ser amplo, ventilado e, se possível, possuir um sistema de exaustão adequado para suas dimensões.
- As instalações elétricas deverão ser à prova de explosão quando for necessário armazenar inflamáveis.
- Os reagentes compatíveis devem ser estocados e separados por classes.
- Produtos inflamáveis e explosivos deverão ser mantidos a grandes distâncias de produtos oxidantes.
- Não devem ser estocados produtos químicos voláteis em locais em que incida a luz solar direta.
- As vidrarias não devem ser estocadas junto aos reagentes.
- Não armazenar produtos não identificados, nem produtos sem data de validade.
- Fazer a verificação permanente dos prazos de validade dos produtos e a remoção dos reagentes vencidos.
- Evitar o armazenamento de reagentes em lugares altos e de difícil acesso.

- Manter disponíveis e com fácil acesso as FISPQ - Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos (*) – NBR-14725 dos reagentes para consultas.

4.2 Rótulos de soluções

Recomenda-se para soluções químicas preparadas no laboratório a adoção de alguns critérios básicos:

1. Conter no mínimo: nome da solução, fórmula química da substância, concentração, data de preparação e nome do responsável pela preparação.
2. Os resíduos devem ser igualmente rotulados com todas as informações de identificação e segurança.

5 DESCARTE DE RESÍDUOS E EFLUENTES QUÍMICOS

De acordo com a Legislação Ambiental, os efluentes devem ser descartados conforme parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 [08] e Resolução CONAMA nº 430/2011 [24], e os resíduos sólidos devem obedecer ao estabelecido na norma ABNT, NBR ISO 10.004/2004 [5]

Os resíduos e efluentes devem ser segregados e armazenados em recipientes adequados, em local ventilado, rotulados e afastados de áreas de circulação.

6 ORIENTAÇÕES PARA A UTILIZAÇÃO DO LABORATÓRIO

Os alunos deverão ser orientados desde a primeira aula sobre a necessidade de seguirem as normas e regras de segurança.

6.1. De ordem pessoal

- Não se deve fumar, manter e/ou ingerir alimentos e bebidas nos laboratórios, sob o risco de contaminação e de distração.
- São proibidos o uso de sandálias, chinelos e shorts durante trabalhos laboratoriais.

- É recomendável que se mantenham sempre os cabelos presos e, se necessário, que se faça o uso de touca. No caso de cabelos compridos, estes devem ser presos em coque.
- Não se devem usar ornamentos: colares, pulseiras, braceletes, anéis, correntes, brincos piercings, gargantilhas e outros.
- Não deverão ser utilizadas lentes de contato.
- Deve-se lavar muito bem as mãos, antes e após qualquer atividade laboratorial. Recomenda-se que seja usado um sabonete líquido neutro e as mãos devem ser enxugadas com papel toalha.
- Não provar e inalar qualquer produto químico ou solução, gases ou vapores.

6.2 Referentes ao laboratório

- Os alunos deverão realizar somente os experimentos autorizados pelo professor.
- É indispensável, sobre a roupa, o uso de avental longo com mangas compridas, preferencialmente com punho fechado, confeccionado em tecido de algodão.
- Não é permitido o acesso às áreas de laboratórios (e anexas) trajando camiseta tipo regata, bermudas, bonés, saias em qualquer comprimento, calça tipo “destroyed” de qualquer área/volume, além de chinelos e sandálias de qualquer formato.
- O calçado deverá proteger todo o pé, devidamente coberto por meia e sem deixar nenhuma área dos pés expostas
- Quanto à ocupação dos laboratórios, orienta-se a relação de 3 m² por aluno, de modo a permitir a segurança nas operações e na circulação dos usuários durante as aulas.
- Ler atentamente o procedimento da atividade. Dúvidas devem ser solucionadas antes de começar o trabalho.
- Selecionar e organizar as vidrarias e os produtos químicos a serem utilizados.
- Utilizar EPI's (conforme item 3.2.2).
- Dependendo do risco e da periculosidade, o experimento ou parte dele deverá ser conduzido em capela.

- Devem ser lidos atentamente os rótulos dos frascos de reagentes antes de utilizá-los, pois neles há informações importantes para a sua manipulação segura.
- Devem-se manter no laboratório as FISPQ (*) de todos os produtos manuseados, em formato impresso ou virtual de fácil acesso. Os alunos devem ser orientados a consultá-las antes de qualquer atividade com produtos químicos.
- Em caso de derramamento de líquidos, o local deverá ser imediatamente limpo, utilizando-se os cuidados necessários para cada tipo de produto.
- Peças aquecidas (acessórios, vidrarias, equipamentos e outros) deverão ser corretamente identificadas ou destinadas a locais específicos.
- Deverá ser dada atenção especial às operações em que seja necessário realizar aquecimento:
 - Não utilizar o aquecimento em chama direta ou indireta (por via bico de *Bunsen*, *Becker*, maçaricos e outros) com produtos inflamáveis.
 - Quando do aquecimento de substâncias ou soluções em tubos de ensaios, estes deverão ser direcionados de tal forma que as pessoas que se encontram próximas não sejam atingidas pela projeção de material, e para isso os tubos devem ser apontados para o lado oposto ao dos participantes.
- 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 quando houver conexão destes com outros materiais, como rolhas e tubos de borracha.
 - Fazer uso de lubrificantes apropriados para facilitar a conexão dos tubos de vidros com outros materiais (por exemplo vaselina sólida/pasta).
- Deverá haver cuidado especial ao trabalhar com sistemas sob vácuo ou pressão.
- Utilizar sempre pipetador ou pera de borracha ao transferir/medir líquidos.
- Não utilizar a mesma vidraria para medir soluções diferentes durante a realização de um experimento, a fim de evitar contaminações e/ou acidentes.
- Nunca retornar sobras de soluções e/ou reagentes aos frascos de origem.

- As válvulas dos cilindros de gases devem ser abertas lentamente com as mãos ou usando chaves apropriadas e nunca serem forçadas com martelos ou outras ferramentas.
- Caso o operador necessite ausentar-se, ele deverá deixar uma ficha em local visível e próxima ao experimento, constando todas as informações sobre o processo.
- Ao realizar misturas exotérmicas em água (ácidos e álcalis concentrados), sempre deverá ser adicionado, lentamente, o produto químico à água – nunca o contrário.
- Após o encerramento do experimento, todos os materiais utilizados deverão ser limpos e guardados em local apropriado.

6.3 Limpeza de Vidraria

- Recomenda-se o uso de solução 5% de KOH ou NaOH em álcool etílico ou isopropílico. Deve-se proceder da seguinte maneira:
 - Deixar a vidraria de molho na solução de KOH ou NaOH em álcool por 5 minutos.
 - Lavar abundantemente em água corrente.
 - Enxaguar com solução de HCl 0,01 M.
 - Finalizar a lavagem com água destilada e deixar secar.
- O uso de soluções sulfocrômicas não é recomendado para limpeza de vidrarias.

6.4 Emergência

- Em qualquer situação de emergência manter a calma e comunicar imediatamente ao professor.
- Se necessário, acionar o serviço de emergência médica.
- Cortes ou ferimentos, mesmo leves, devem ser lavados com água em abundância.
- Queimaduras com fogo, material quente ou produtos químicos devem ser lavadas com água em abundância.
- Nos casos de substâncias em contato com os olhos, estes deverão ser lavados com água em abundância no “lava-olhos”, por no mínimo 15 minutos.

6.5 Procedimentos em casos de incêndios

Todos os envolvidos com as atividades laboratoriais devem ser treinados para os procedimentos de combate a incêndio e de evacuação do laboratório, começando pelos alunos e portadores de necessidades especiais.

6.6 Riscos com equipamentos e instrumentos

- Operações com equipamentos e instrumentos deverão ser realizadas após treinamento prévio e com autorização do responsável pelo laboratório.
- Devem ser observadas as condições e voltagem dos equipamentos e instrumentos no momento de sua utilização.
- Seguir manual de operação dos equipamentos e instrumentos.

7 IMPORTÂNCIA DO RESPONSÁVEL TÉCNICO EM LABORATÓRIOS DE ENSINO

O Responsável Técnico ou Químico Responsável é o profissional da Química, registrado em CRQ, que exerce direção técnica, chefia ou supervisão do laboratório de ensino de determinada Instituição.

Como Responsável Técnico, este profissional tem o dever de conhecer e se manter atualizado em relação à legislação vigente a fim de garantir que todas as atividades desenvolvidas no laboratório de ensino estejam sendo cumpridas dentro do que é exigido por Lei.

Ao fazer cumprir a legislação, o Responsável Técnico assegurará que o ambiente do laboratório se torne o mais seguro possível, garantindo a integridade dos alunos e dos demais profissionais que desenvolvem atividades no local, como professores e técnicos de laboratórios.

É o ocupante dessa função o responsável legal por todas as atividades desenvolvidas no laboratório. Estão dentro do seu campo de atuação atividades como:

- Compra e condições de estocagem de reagentes;
- Controle de estoque de reagentes;

- Obtenção das Licenças para reagentes controlados;
- Destinação dos resíduos dos laboratórios;
- Disponibilização das FISPQ (*) dos reagentes;
- Controle das atividades que serão desenvolvidas no laboratório;
- Orientação em relação às normas de segurança que devem ser seguidas;
- Garantir que os EPIs estejam sendo utilizados;
- Garantir que as atividades desenvolvidas no laboratório sejam realizadas sob supervisão/orientação de profissionais com formação na área da química.

O CRQ-IV oferece um curso específico gratuito através do seu website, sobre responsabilidade técnica para laboratórios de ensino, onde é explicado de maneira mais detalhada os deveres, obrigações, abrangência e questões éticas relacionadas às funções do Responsável Técnico.

ANEXOS

ANEXO A - Tabela de resistência química de luvas

A norma **EN 374:2016** estabelece os requisitos para as luvas destinadas à proteção do utilizador contra os produtos químicos e/ou microrganismos. Esta norma não estabelece requisitos de proteção mecânica.

Todas as luvas são de categoria III.

Divide-se nas seguintes partes:

Código	Produto Químico	Número CAS	Classe
A	Metanol	67-56-1	Álcool Primário
B	Acetona	67-64-1	Cetona
C	Acetonitrila	75-05-8	Composto de nitrilo
D	Diclorometano	75-09-2	Hidrocarbono clorinado
E	Dissulfeto de carbono	75-15-0	Composto orgânico contendo enxofre
F	Tolueno	108-88-3	Hidrocarbono aromático
G	Dietilamina	109-89-7	Amina
H	Tetra-hidrofurana	109-99-9	Éter heterocíclico
I	Etil acetato	141-78-6	Éster
J	n-Heptano	142-82-5	Hidrocarbono saturado
K	Hidróxido de sódio 40%	1310-73-2	Base inorgânica
L	Ácido sulfúrico 96%	7664-93-9	Ácido mineral inorgânico, oxidante
M	Ácido nítrico 65%	7697-37-2	Ácido mineral inorgânico, oxidante
N	Ácido acético 99%	64-19-7	Ácido orgânico
O	Amônia 25%	1336-21-6	Nase orgânica
P	Peróxido de hidrogênio 30%	7722-84-1	Peróxido
S	Ácido fluorídrico 40%	7664-39-3	Ácido mineral inorgânico
T	Formaldeído 37%	50-00-0	Aldeído

ANEXO B - Estrutura para funcionamento de um laboratório de Ensino Técnico da Área de Química

As informações deste anexo consideram aulas laboratoriais para 30 alunos subdivididos em grupos com 5 componentes cada.

1. Utilidades

- Compressor de Ar
- Bomba de Vácuo
- Cilindros de Gás GLP (instalados na parte externa do laboratório) ou gás encanado NR 13932

2. Equipamentos, instrumentos e materiais

Equipamento	Mínimo	Ideal
Agitador magnético com aquecimento	01	06
Autoclave	01	01
Balança analítica (capacidade 200 g/precisão 0,1 mg)	01	01
Banho Maria	01	02
Bico de Bunsen ou similar	06	06
Densímetros (escalas variadas)	01/cada	06/cada
Dessecador	01	03
Centrífuga de laboratório	01	01
Chapa de aquecimento	01	02
Colorímetro ou espectrofotômetro	01	01
Contador de colônias	01	06
Cromatógrafo Líquido e/ou Gasoso	01	01/cada tipo
Destilador de água	01	01
Deionizador de água	01	01
Estufa de esterilização e secagem	01	02
Forno mufla	01	02
Geladeira com congelador	01	01
Manta aquecedora	02	06
Microscópio	01	06
pHmetro digital com eletrodo de vidro combinado	01	03
Viscosímetros	01 copo Ford	01/cada tipo

3. Vidrarias e ferragens

Item	Quantidade Mínima
Almofariz de porcelana com pistilo	6 unidades
Argola com mufa	6 unidades
Argola sem mufa	6 unidades
Balão de fundo chato (250 mL)	6 unidades
Balão de fundo redondo (250 mL)	6 unidades
Balão volumétrico (de 25 mL a 1000 mL)	6 unidades de cada
Barra magnética (tamanhos variados)	6 unidades
Bastão de vidro	6 unidades
Bureta graduada (25 mL)	6 unidades
Cápsula de porcelana	6 unidades
Cadinho de porcelana	6 unidades
Condensador	6 unidades
Copos de Béquer (50 mL, 100 mL, 250 mL e 500 mL)	6 unidades de cada
Erlenmeyer (250 mL e 500 mL)	6 unidades de cada
Espátula	6 unidades
Estante para tubos de ensaio	6 unidades
Fio de níquel-cromo	6 unidades
Frasco reagente	6 unidades
Funil de Büchner	6 unidades
Funil de separação	6 unidades
Funil de vidro	6 unidades
Furador de rolha	2 unidades
Garra com mufa para balão	6 unidades
Garra simples para bureta	6 unidades
Kitassato (500 mL e 1000 mL)	6 unidades de cada
Lima metálica	6 unidades
Mangueira de látex	18 metros
Papel de Filtro analítico (quantitativo e qualitativo)	Diversos
Papel indicador de pH – universal e papel tornassol	Diversos
Pêra de borracha em 3 vias	6 unidades
Pesa-filtro de 10 mL e 20 mL	6 unidades de cada
Pinça de madeira	6 unidades
Pinça de metal	6 unidades
Pipeta conta gotas (de Pasteur)	Várias

Item	Quantidade Mínima
Pipeta graduada (5 mL, 10 mL e 25 mL)	6 unidades de cada
Pipetas volumétricas (5 mL, 10 mL, 15 mL e 25 mL)	6 unidades de cada
Pisseta (500 mL)	6 unidades
Placa de Petri	Diversas
Proveta (50 mL, 100 mL, 250 mL e 500 mL)	6 unidades de cada
Rolhas de cortiça e de borracha (tamanhos diversos)	Várias
Suporte universal	6 unidades
Tela para aquecimento	6 unidades
Tenaz de aço	6 unidades
Termômetro (-10° C a +150° C)	6 unidades
Triângulo de porcelana	6 unidades
Tripé de ferro	6 unidades
Tubos de ensaio	60 unidades
Vareta de vidro	6 barras
Vidro de relógio (vários diâmetros)	6 unidades de cada

ANEXO C - Grupos Principais de Substâncias

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 concentrado, ácido perclórico, ácido crômico, peróxidos, permanganatos e nitratos.
Ácido Fosfórico	Bases fortes, anilinas, compostos nitro-aromáticos, sulfatos, sulfeto de hidrogênio, ácido acético, éter etílico, líquidos e gases inflamáveis
Ácido Perclórico	Enxofre, bismuto e suas ligas, álcoois, anidrido ou ácido acético, solventes e combustíveis, papel, madeira etc.
Ácido Sulfúrico	Cloratos, percloratos, permanganatos de potássio, de lítio e de 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, hipocloritos 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 de Mercúrio II (Hg-II)	Sulfitos, hidrazina, aminas, ácidos fortes, bases fortes, fosfatos e carbonatos.
Cloro	Hidróxido de amônio, benzeno, benzina de petróleo, propano, butadienos, acetileno, hidrogênio e pós-metálicos.
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, coratos 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, anidrido maleico e acetaldeído.
Hidróxido de Potássio	Cloreto 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).
Mercúrio	Acetileno, ácido fulmínico, amônia.
Metais Alcalinos	Água, halogênios, tetracloreto de carbono.
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.
Peróxido de Hidrogênio	Álcoois, anilina, cloreto de estanho, cobre, cromo, ferro, sais metálicos, nitrometanos 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.
Tetracloreto de Carbono	Metais (Al, Be, Mg, Na, K e Zn), hipoclorito de cálcio, álcool alílico, dimetilformamida e água (forma gases tóxicos).

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

CANEXO D - Lista de Incompatibilidade de Produtos e as Reações Provocadas

Produtos	Produtos incompatíveis	Reação exotérmica	Reação explosiva	Ignição espontânea	Formação de gás tóxico
Acetileno	Prata Mercúrio Cobre		+		
Ácidos minerais fortes	Água Bases Cianetos Azidas Sulfetos Hipocloritos	+ +			+ + + +
Bases minerais fortes	Água Ácidos fortes Fósforo	+ +			+
Bromo Cloro	Composto Insaturado Carbonilas Dietil éter Amônia Fósforo	+ +	+	+ +	
Hidretos alcalinos	Ar Oxigênio Água	+ + +		+ + +	
Mercúrio	Acetileno Amônia Halogênios Metais alcalinos Enxofre	+ + + +	+		
Metais alcalinos	Água Álcool Halogênios Haletos	+ + + +	+	+ +	
KMnO₄, O₃, H₂O₂	Composto Orgânico Insaturado. Agentes redutores	+ +	+	+ +	
Fósforo	Ar Oxigênio Bases Agentes oxidantes Halogênios	+ + +	+	+ + +	+
Organo metálicos	Água Ar Oxigênio	+ + +		+	

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

Referências

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (Brasil). **Iluminância de interiores**: NBR 5413. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (Brasil). **Emprego de cores para identificação de tubulações**: NBR 6493. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (Brasil). **Redes de distribuição interna para gases combustíveis em instalações residenciais e comerciais – Projeto e execução**: NBR 15.358. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (Brasil). **Saídas de emergência em edifícios**: NBR 9077. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.
5. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (Brasil). **Resíduos Sólidos – Classificação**: NBR 10004. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
6. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA (Brasil). Ministério do Meio Ambiente. **Resolução nº 357: Classificação dos Corpos de Água**. Brasília, 2005.
7. BRASIL. Fundação Nacional de Saúde–FUNASA. Ministério da Saúde. **Projetos Físicos de Laboratórios de Saúde Pública**. Brasília: Assessoria de Comunicação e Educação em Saúde, 2004. Disponível em: <https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_lab_saude.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2022.
8. Ministério do Trabalho e Previdência. **Portaria/MTP nº 2175, de 28 de JULHO de 2022** - NR-06. Disponível em <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/sst-portarias/2022/portaria-mtp-no-2-175-nova-nr-06.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2022.
9. Ministério do Trabalho e Previdência. **Portaria/MTP nº 2188, de 28 de JULHO de 2022** - NR-08. Disponível em <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/sst-portarias/2022/portaria-mtp-no-2-188-nr-08.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2022.
10. Ministério do Trabalho e Previdência. **Portaria/SEPRT 915, de 30 de JULHO de 2019**.- NR-10. Disponível em <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-10-nr-10>>. Acesso em: 12 ago. 2022.

11. BRASIL. Manuais de Legislação Atlas (Ed.). **Segurança e Medicina do trabalho: Atividades e Operações Insalubres.**- NR-15. Ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2007. 692 p.
12. Ministério do Trabalho e Previdência. **Portaria/MTP nº 423, de 07 de OUTUBRO DE 2021** - NR-17. Disponível em <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria/mtp-n-423-de-7-de-outubro-de-2021-351614985>>. Acesso em: 12 ago. 2022.
13. Secretária de Inspeção do Trabalho. **Portaria nº 221 de 06 de MAIO de 2011** - NR-23. Disponível em < <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-23.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2022.
14. Secretária de Inspeção do Trabalho. **Portaria nº 229 de 24 de MAIO de 2011** - NR-26. Disponível em < http://www.normaslegais.com.br/legislacao/portariasit229_2011.htm>. Acesso em: 12 ago. 2022.
15. BRASIL. SMSST. Ministério do Trabalho. **Portaria N.º 25, DE 29 DE DEZEMBRO DE 1994:** Anexo IV NR-5 - Mapa de Risco. Brasília, 1994.
16. ACGIH - AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS (EUA). **Industrial Ventilation.** 22. ed. Cincinnati - Ohio, 1995.
17. LRQ-LABORATÓRIO DE RESÍDUOS QUÍMICOS (Brasil). USP-São Carlos. **Rotulagem.** São Carlos, 2007. Disponível em: < <http://www.ccsc.usp.br/residuos/rotulagem/index.html>>. Acesso em: 12 ago. 2022.
18. CIENFUEGOS, Freddy Petricic. **Segurança no Laboratório.** Rio de Janeiro. Editora Interciência, 2001. 265 p.
19. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (Brasil). **Planejamento e instalação de laboratórios para análises e controle de águas – Procedimento:** NBR 13035. Rio de Janeiro: ABNT, 1993.
20. SECRETARIA DE INSPEÇÃO DO TRABALHO – SIT. **Portaria nº. 229 de 24 de maio de 2011** – Altera a NR-26: Sinalização de Segurança. Brasília, 2011.
21. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA (Brasil). Ministério do Meio Ambiente. **Resolução nº 430: Condições e padrões de lançamento de efluentes.** Brasília, 2011.
22. BRASIL, 1978b; OLIVEIRA et al. 2007; PINO; KRÜGER, 1997). **Manual de utilização e segurança do Laboratório de Química.** Disponível em: <https://wiki.sj.ifsc.edu.br/images/f/f4/MANUAL_LABORATORIO_DE_QUIMICA.pdf>. Acesso em: 07 mar. 2022.



23. (*) No fechamento desta edição, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) estava para abrir uma consulta nacional com o objetivo de reformular a Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ - NBR 14725). A entidade fez uma consulta, encerrada em 28/04/2022, mas devido às sugestões enviadas pelo público usuário dessas informações foi necessário submeter as mudanças à nova consulta, que poderia acontecer entre os meses de julho e agosto de 2022. Portanto, antes de aplicar as regras da NBR 14725 mencionadas neste Guia, verifique junto à ABNT qual a versão estará em vigor.