



GUIA DE LABORATÓRIO
para o ensino da química
instalação, montagem e operação

Conselho Regional de Química - IV Região SP
Comissão de Ensino Técnico - Projeto Selo de Qualidade
2012



Conselho Regional de Química
IV Região
Comissão de Ensino Técnico

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

SÃO PAULO - 2012



Conselho Regional de Química IV Região

Comissão de Ensino Técnico

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

**O trabalho de revisão e adaptação foi elaborado pelos
seguintes**

integrantes da Comissão de Ensino Técnico do CRQ-IV:

Andrea de Batista Mariano
Anália Christina Pereira Caires
Célia Maria Alem de Oliveira
Dagoberto Barbaio
Edina Marta Uzelin
José Carlos Mancilha
Luís Henrique Sassa
Márcio Alves de Mello
Marta Eliza Bergamo
Milton Del Rey
Priscilla Podadera

São Paulo, 2012

Apresentação

Devido a grande aceitação deste Guia pelos profissionais da educação e visando a melhoria contínua das informações, os membros da Comissão de Ensino Técnico do Conselho Regional de Química – IV Região – CRQ-IV, realizaram pesquisas junto a esses profissionais verificando a necessidade de sua atualização.

Esta atualização baseou-se em normas adquiridas por este conselho, literaturas consultadas e colaborações de especialistas da área após a publicação da primeira versão (Agosto/2007).

A primeira versão desse trabalho foi elaborada com a participação dos seguintes integrantes da Comissão de Ensino Técnico do CRQ-IV:

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

E contou com a participação especial de Antonio Verga, da Isolab Consultoria e Treinamento Ltda.

Agradecimentos

O Conselho Regional de Química IV Região (SP) agradece aos profissionais que participaram da primeira edição, e de sua revisão e adaptação pela dedicação e empenho dispensados.

Agradece também ao Sr. Freddy Cienfuegos, da C&C Cursos e Consultorias, pela valiosa contribuição com seus conhecimentos e experiência nessa edição do Guia.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 PROJETO	2
2.1 EDIFICAÇÃO	2
2.1.1 PISOS	2
2.1.2 PAREDES	3
2.1.3 TETO	3
2.1.4 PORTAS E JANELAS	4
2.1.4.1 Portas	4
2.1.4.2 Janelas e vitrôs	4
2.1.5 SALA DE ARMAZENAGEM DE REAGENTES	5
2.2 INSTALAÇÕES	5
2.2.1 ELÉTRICA	5
2.2.2 ILUMINAÇÃO	7
2.2.3 HIDRÁULICA	7
2.2.4 ARMAZENAGEM E MANUSEIO DE CILINDROS DE GASES	8
2.2.5 PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO	8
2.2.6 VENTILAÇÃO E EXAUSTÃO	9
2.2.6.1 Capelas e Coifas	9
2.2.6.2 Manutenção e testes das capelas	10
2.2.6.3 Considerações sobre o uso das capelas	11
2.2.7 SALA OU ÁREA “QUENTE”	11
2.2.8 BANCADAS DE TRABALHO	12
2.2.9 MOBILIÁRIO	13
2.2.10 INSTRUMENTOS E MATERIAIS AUXILIARES	13
3 SEGURANÇA	14
3.1 SINALIZAÇÃO	14
3.1.1 SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA	15
3.1.2 FORMAS DE SINALIZAÇÃO	15
3.2 EQUIPAMENTOS DE EMERGÊNCIA E DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPIS)	17
3.2.1 EQUIPAMENTOS DE EMERGÊNCIA	17
3.2.1.1 Chuveiro e “Lava-olhos”	17
3.2.1.2 Extintores de incêndio	17
3.2.1.3 Manta corta-fogo	17
3.2.2 EPIS – EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL	18
3.2.2.1 Proteção para os olhos	18

3.2.2.2 Proteção respiratória	19
3.2.2.3 Proteção para mãos e braços:	19
3.2.2.4 Proteção para pernas e pés	20
3.2.2.5 Proteção do tronco e braços	20
3.3 SAÍDA DE EMERGÊNCIA	20
<u>4 ARMAZENAGEM DE PRODUTOS QUÍMICOS</u>	<u>21</u>
4.1 RECOMENDAÇÕES GERAIS	21
4.2 RÓTULOS DE SOLUÇÕES	21
<u>5 DESCARTE DE RESÍDUOS E EFLUENTES QUÍMICOS</u>	<u>22</u>
<u>6 ORIENTAÇÕES PARA A UTILIZAÇÃO DO LABORATÓRIO</u>	<u>22</u>
6.1. DE ORDEM PESSOAL	22
6.2 REFERENTES AO LABORATÓRIO	23
6.3 LIMPEZA DE VIDRARIA	25
6.4 EMERGÊNCIA	25
6.5 PROCEDIMENTOS EM CASOS DE INCÊNDIOS	25
6.6 RISCOS COM EQUIPAMENTOS E INSTRUMENTOS	25
<u>ANEXOS</u>	<u>27</u>
ANEXO A - ESTRUTURA PARA FUNCIONAMENTO DE UM LABORATÓRIO DE ENSINO	
TÉCNICO DA ÁREA DE QUÍMICA	27
ANEXO B - GRUPOS PRINCIPAIS DE SUBSTÂNCIAS	30
ANEXO C - LISTA DE INCOMPATIBILIDADE DE PRODUTOS E AS REAÇÕES PROVOCADAS	31
<u>REFERÊNCIAS</u>	<u>32</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 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 de laboratório químico é imprescindível que haja orientação e acompanhamento, em todas as etapas, de 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), aprovado pela Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978 e Normas (NBRs), da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

2 PROJETO

Todas as etapas do projeto de um laboratório químico e sua execução envolvem a participação de vários profissionais **sempre** orientados e acompanhados por 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 planejamento e instalação de laboratórios para análises e controle de águas.

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 saliência 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;
- ser fosco.

Quando houver ralos, estes devem ser sifonados.

Recomenda-se utilizar piso frio e nunca encerá-lo.

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

2.1.2 Paredes

As paredes devem ser claras, foscas, impermeáveis, retardante ao fogo e de fácil manutenção.

NR-8 – item 8.4.1 – Proteção contra intempéries:

“8.4.1 - As partes externas, bem como todas que separem unidades autônomas de uma edificação, ainda que não acompanhem sua estrutura, devem obrigatoriamente observar as normas técnicas oficiais relativas a 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 fórmicas, 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 8.2 – “Os locais de trabalho devem ter a altura do piso ao teto, pé direito, de acordo com as posturas municipais, atendidas as condições de conforto, segurança e salubridade, estabelecidas na Portaria 3.214/78. (Redação dada pela Portaria nº 23, de 9-10-2001).” (11)

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

O forro deve ficar entre 25 a 30 cm abaixo da laje para facilitar a manutenção e pode servir de passagem das 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

2.1.4.1 Portas

Considerando a NR-23, do MTE (15), que regulamenta sobre proteção contra incêndios, os locais de trabalho deverão dispor de saídas em número suficiente e de modo que aqueles que se encontrarem nesses locais possam abandoná-los com rapidez e segurança em caso de emergência.

A porta deve ter mola retrátil, altura de 2,10 m e largura mínima de 1,20m, com sentido de abertura da porta para a parte externa do local de trabalho e recomenda-se:

- O uso de visores em portas e onde mais for possível.
-
- Ser em material impermeável e que retarde o fogo.
- Ser instaladas, no mínimo, 2 portas (uma que corresponde à entrada principal e outra que será a saída de emergência do laboratório). Ambas sinalizadas.
- Portas duplas permitindo a passagem de caixas, equipamentos etc.
- Uso de grelha de ventilação na parte inferior, quando necessário.

2.1.4.2 Janelas e vitrôs

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* (anteparos

externos instalados nas janelas que impedem a entrada de raios solares, mas não impedem a entrada de claridade). Porém, 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 retardam 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 da necessidade de armazenar líquidos inflamáveis de pontos de fulgor abaixo de 36 °C, o refrigerador ou câmara de refrigeração deverá ser a prova de explosões, isto é, isento de faiscamentos elétricos na parte interna.

Utilizar timer para acionamento automático do exaustor.

2.2 Instalações

2.2.1 Elétrica

O projeto das instalações elétricas deve obedecer às normas de segurança e atender ao estabelecido na NR-10, do MTE (12), considerando o espaço seguro quanto ao dimensionamento e a localização dos seus componentes e

as influências externas, quando da operação e da realização de serviços de construção e manutenção.

No caso específico de laboratórios químicos, recomenda-se que, sempre que possível, as instalações sejam externas às paredes a fim de facilitar os serviços de manutenção; se embutidas, devem oferecer facilidade de acesso.

Os circuitos elétricos devem ser protegidos contra umidade e agentes corrosivos, por meio de eletrodutos emborrachados e flexíveis e dimensionados com base no número de equipamentos e suas respectivas potências, além de contemplar futuras ampliações. O quadro de força deve ficar em local visível e de fácil acesso, sendo recomendável um painel provido de um sistema que permita a interrupção imediata da energia elétrica, em caso de emergência, em vários pontos do laboratório, como por exemplo, nas bancadas.

A fiação deve ser isolada com material que apresente propriedade antichama, com bitola adaptada a demanda (NBR 13035 da ABNT (22)).

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

As tomadas podem ser internas ou tipo pedestal, diferenciadas para voltagem 110 V e 220 V. Todas as tomadas devem ser identificadas, indicando voltagem.

Nas áreas onde se manipulam produtos explosivos ou inflamáveis, toda instalação elétrica deverá ser projetada a fim de prevenir riscos de incêndio e explosão.

Recomenda-se que o quadro elétrico seja instalado numa área fora da sala, com circuitos independentes e disjuntores identificados para as bancadas, capelas, exaustores, ar condicionado e outros.

Para equipamentos mais sensíveis utilizar estabilizador ou *no break*.
Recomenda-se o aterramento da rede elétrica do laboratório.

2.2.2 Iluminação

A NR-17, do MTE (14), em seu item 17.5, que trata das condições ambientais de trabalho, estabelece, no subitem 17.5.3.3, que os níveis mínimos de iluminação são os estabelecidos na Norma NBR 5413, da ABNT (1):

17.5.3.3 – “Os níveis mínimos de iluminação a serem observados nos locais de trabalho são os valores de iluminâncias estabelecidas na NBR 5413, norma brasileira registrada no INMETRO.” (14)

Recomenda-se iluminação na faixa de intensidade de 500 a 1000 lux com luz branca natural, devendo ser evitados 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 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, exigindo, portanto, 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.

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 a norma NBR 15526, 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 sistemas de aquecimentos, 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.

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 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 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, e também de locais de trânsito intenso de pessoas, pois podem fazer com que os contaminantes sejam arrastados de dentro

da capela pelo deslocamento de ar, assim como, podem dificultar a evacuação da área, se necessário.

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.

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

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 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.

2.2.7 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 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.

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 têm 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 (11);
- Tenham a superfície revestida com materiais impermeáveis, lisos, sem emendas ou ranhuras e resistentes a substâncias químicas. (14).

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 (22).

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.

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 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.

2.2.10 Instrumentos e materiais auxiliares

A legislação consultada não estabelece qual a infraestrutura mínima para funcionamento de um laboratório de ensino, o responsável por sua implantação e manutenção deverá definir quais os equipamentos e materiais mínimos para sua operação, levando-se em consideração 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 A).

3 SEGURANÇA

É recomendado que em cada laboratório estejam disponibilizados 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 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 trabalhadores, 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 fixado 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 o risco biológico deve estar afixado nas portas de acesso aos laboratórios, para restringir o acesso ao laboratório 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 intrínsecas, conforme demonstrado na Fig.1.

- 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 as 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;
- Ser simples e resistentes;
- Ser visíveis e compreensíveis;
- Ser retiradas quando o risco desaparecer.

A sinalização deve ser permanente para:

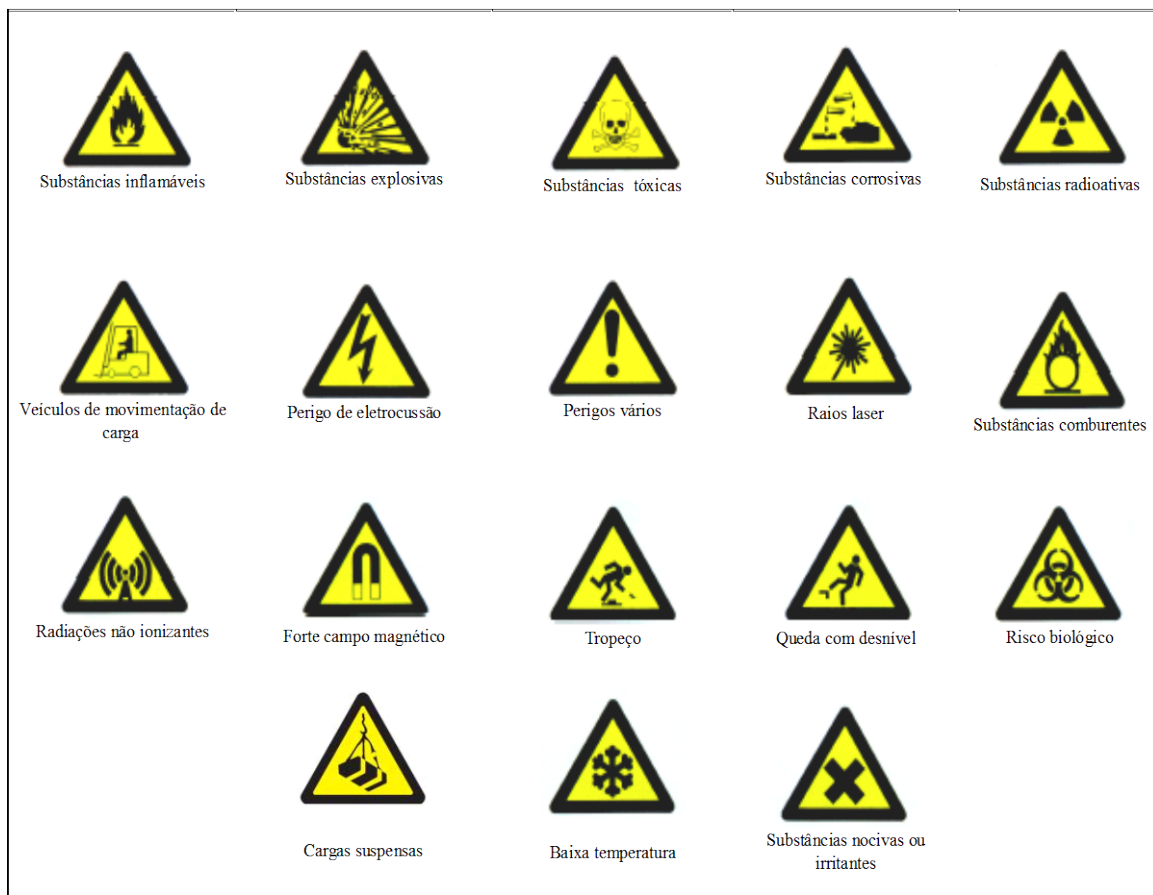
- Proibições;
- Avisos;
- Obrigações;
- Meios de salvamento ou de socorro;
- Equipamento de combate a incêndios;
- Assinalar recipientes e tubulações;
- Riscos de choque ou queda;
- Vias de circulação;
- Telefones de emergência;

- Saída de emergência.

A sinalização deve ser temporária para:

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

Figura 1: Sinais de aviso - locais de trabalho – Diretiva nº 92/58-CEE



3.2 Equipamentos de Emergência e de Proteção Individual (EPIs)

3.2.1 Equipamentos de Emergência

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.

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

3.2.1.1 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 e seu acionamento 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.

3.2.1.2 Extintores de incêndio

Conforme mencionado no item 2.2.5 - Proteção contra incêndio.

3.2.1.3 Manta 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

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 perfuro-cortantes, 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 (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 seqüência 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 emanações 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 ou, ainda, a instituição de ensino poderá recorrer ao órgão oficial que possui pessoal especializado nessa área. Um exemplo de instituição nessa área é a 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 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, e 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 (**vide Anexo I**) e efetuar 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, e para 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 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. 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 B e C**).

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, 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 deve ser permitida a armazenagem de produtos não identificados, bem como o armazenamento de produtos sem data de validade.
- Deverá ser feita a verificação permanente dos prazos de validade dos produtos e a remoção dos reagentes vencidos.
- Deverá ser evitado o armazenamento de reagentes em lugares altos e de difícil acesso.
- Manter disponível e de fácil acesso as FISPQs 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.

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 da 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 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.
- 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 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.
- Em caso de derramamento de líquidos, o local deverá ser imediatamente limpo, utilizando-se os cuidados necessários para cada tipo de produto.
- Peças (acessórios, vidrarias, equipamentos e outros) aquecidas deverão ser identificadas ou destinadas em locais específicos.
- Deverá ser dada atenção especial às operações onde seja necessário realizar aquecimento:

- Não utilizar o aquecimento em chama direta ou indireta (bico de Bunsen, Mecker, 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.
- 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 materiais, como rolhas e tubos de borracha.
 - 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.
- Utilizar pipetador ou pêra 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 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 equipamento e instrumento deverão ser realizadas após o treinamento prévio e com autorização do responsável pelo laboratório.

- Devem ser observadas as condições e voltagem do equipamento e instrumentos no momento de sua utilização.
- Seguir manual de operação dos equipamentos e instrumentos.

ANEXOS

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

As informações desse anexo estão baseadas para aulas laboratoriais com 30 alunos divididos em grupos com 5 componentes cada.

1. Utilidades

- Compressor de Ar
- Bomba de Vácuo
- Cilindros de Gás GLP (instalados na parte externa do laboratório)

2. Equipamentos, instrumentos e materiais

	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

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

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

ANEXO B - Grupos Principais de Substâncias

REAGENTE	INCOMPATÍVEL COM
Acetileno	<i>cloro, bromo, flúor, cobre, prata e mercúrio</i>
Acetonitrila	<i>ácido sulfúrico, oxidantes fortes (percloratos/nitratos) e redutores (Na e Mg metálicos).</i>
Ácido Acético	<i>ácido nítrico concentrado, ácido perclórico, ácido crômico, peróxidos, permanganatos e nitratos.</i>
Ácido Fosfórico	<i>bases fortes, anilinas, compostos nitro-aromáticos, sulfatos, sulfeto de hidrogênio, ácido acético, éter etílico, líquidos e gases inflamáveis</i>
Ácido Perclórico	<i>enxofre, bismuto e suas ligas, álcoois, anidrido ou ácido acético, solventes e combustíveis, papel, madeira etc.</i>
Ácido Sulfúrico	<i>cloratos, percloratos, permanganatos de potássio, de lítio e de sódio, bases, picratos, nitratos, pós metálicos e solventes.</i>
Anilina	<i>ácido nítrico, peróxido de hidrogênio.</i>
Bromo	<i>hidróxido de amônio, benzeno, benzina de petróleo, propano, butadienos, acetileno, hidrogênio e pós metálicos.</i>
Carvão Ativo	<i>dicromatos, permanganatos, hipocloritos de cálcio, ácidos nítrico e sulfúrico.</i>
Cianetos	<i>ácidos.</i>
Cloratos e Percloratos	<i>sais de amônio, metais em pó, matérias orgânicas particuladas, enxofre, ácidos fortes, álcoois e combustíveis.</i>
Cloreto de Mercúrio II (Hg-II)	<i>sulfitos, hidrazina, aminas, ácidos fortes, bases fortes, fosfatos e carbonatos.</i>
Cloro	<i>hidróxido de amônio, benzeno, benzina de petróleo, propano, butadienos, acetileno, hidrogênio e pós metálicos.</i>
Cobre (metálico)	<i>peróxido de hidrogênio, acetileno.</i>
Dicromato de Potássio	<i>alumínio, materiais orgânicos inflamáveis, acetona, hidrazina, enxofre e hidroxilamina.</i>
Éter etílico	<i>ácidos nítrico e perclórico, peróxido de sódio, cloro e bromo</i>
Etileno Glicol	<i>ácido perclórico, ácido crômico, permanganato de potássio, nitratos, bases fortes e peróxido de sódio.</i>
Formaldeído	<i>peróxidos e oxidantes fortes bases fortes e ácidos.</i>
Fósforo	<i>enxofre, compostos oxigenados (nitratos, permanganatos, coratos e percloratos).</i>
Hidrocarbonetos (Hexano, Tolueno, GLP, etc)	<i>ácido crômico, peróxidos, flúor, cloro, bromo, percloratos e outros oxidantes fortes.</i>
Hidróxido de Amônio	<i>ácidos, oxidantes fortes, peróxidos, cloro e bromo.</i>
Hidróxido de Sódio	<i>ácidos, solventes clorados, anidrido maleico e acetaldeído.</i>
Hidróxido de Potássio	<i>cloreto de potássio, bromo, oxidantes fortes, sais de diazônio.</i>
Iodo	<i>acetileno, hidróxido de amônio e hidrogênio.</i>
Líquidos inflamáveis (álcoois, cetonas, etc.)	<i>ácido nítrico, nitrato de amônio, peróxidos, hidrogênio, flúor, cloro, bromo e óxido de cromo (VI).</i>
Mercúrio	<i>acetileno, ácido fulmínico, amônia.</i>
Metais Alcalinos	<i>água, halogênios, tetracloreto de carbono.</i>
Nitrato de Amônio	<i>ácidos, pós metálicos e pós orgânicos, cloretos, enxofre, hipoclorito e perclorato de sódio, dicromato de potássio.</i>
Óxido de Cromo (VI)	<i>ácido acético, glicerina, líquidos inflamáveis e naftaleno.</i>
Peróxido de Hidrogênio	<i>álcoois, anilina, cloreto de estanho, cobre, cromo, ferro, sais metálicos, nitrometanos e líquidos inflamáveis.</i>
Peróxido de Sódio	<i>ácido ou anidrido acético, etanol, metanol, etileno glicol, acetatos orgânicos, benzaldeído e furfural.</i>
Permanganato de Potássio	<i>glicerina, etileno glicol, benzaldeído, ácido sulfúrico e solventes orgânicos.</i>
Tetracloreto de Carbono	<i>metais (Al, Be, Mg, Na, K e Zn), hipoclorito de cálcio, álcool alílico, dimetilformamida e água (forma gases tóxicos).</i>

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

ANEXO C - 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 15526. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.
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). **Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**: NBR 9050. Rio de Janeiro: ABNT, 2004 – Versão Corrigida 2005.
6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (Brasil). **Resíduos Sólidos – Classificação**: NBR 10004. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
7. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA-ANVISA (Brasil). Ministério da Saúde. **Resolução RDC nº 306: Regulamento Técnico para o Gerenciamento de Resíduos de Saúde**. Brasília, 2004.
8. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA (Brasil). Ministério do Meio Ambiente. **Resolução nº 357: Classificação dos Corpos de Água**. Brasília, 2005.
9. BRASIL. Fundação Nacional de Saúde–FUNASA. Ministério da Saúde. **Diretrizes para Projetos Físicos de Laboratórios de Saúde Pública**. Brasília: Assessoria de Comunicação e Educação em Saúde, 2004. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/reblas/drtz_labsaude.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2007.
10. BRASIL. Manuais de Legislação Atlas (Ed.). **Segurança e Medicina do trabalho: Equipamento de Proteção Individual – NR-6**. 60. Ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2007. 692 p.
11. BRASIL. Manuais de Legislação Atlas (Ed.). **Segurança e Medicina do trabalho: Edificações**.- NR-8. 60. Ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2007. 692 p.

12. BRASIL. Manuais de Legislação Atlas (Ed.). **Segurança e Medicina do trabalho: Segurança em instalações e serviços em eletricidade.**- NR-10. 60. Ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2007. 692 p.
13. BRASIL. Manuais de Legislação Atlas (Ed.). **Segurança e Medicina do trabalho: Atividades e Operações Insalubres.**- NR-15. 60. Ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2007. 692 p.
14. BRASIL. Manuais de Legislação Atlas (Ed.). **Segurança e Medicina do trabalho: Ergonomia.** - NR-17. 60. Ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2007. 692 p.
15. BRASIL. Manuais de Legislação Atlas (Ed.). **Segurança e Medicina do trabalho: Proteção contra incêndios.**- NR-23, 60. Ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2007. 692 p.
16. BRASIL. Manuais de Legislação Atlas (Ed.). **Segurança e Medicina do trabalho: Sinalização de segurança.**- NR-26, 60. Ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2007. 692 p.
17. BRASIL. SMSST. Ministério do Trabalho. **PORTARIA N.º 25, DE 29 DE DEZEMBRO DE 1994:** Anexo IV NR-5 - Mapa de Risco. Brasília, 1994.
18. ACGIH - AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS (EUA). **Industrial Ventilation.** 22. ed. Cincinnati - Ohio, 1995.
19. LRQ-LABORATÓRIO DE RESÍDUOS QUÍMICOS (Brasil). USP-São Carlos. **Rotulagem.** São Carlos, 2007. Disponível em: <<http://www.sc.usp.br/residuos/rotulagem/index.html>>. Acesso em: 07 fev. 2007.
20. PROFA. DRA. SANDRA MARA MARTINS FRANCHETTI (Brasil). Departamento de Bioquímica e Microbiologia - LTARQ-IB - Unesp Rio Claro. **Manual de Segurança e Regras Básicas em Laboratório.** Rio Claro, 2002. 25 p. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/ib/bioquimica/Manual.doc>>. Acesso em: 31 jul. 2007.
21. CIENFUEGOS, Freddy Petricic. **Segurança no Laboratório.** Rio de Janeiro. Editora Interciência, 2001. 265 p.
22. 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.
23. SECRETARIA DE INSPEÇÃO DO TRABALHO – SIT. **Portaria nº. 229 de 24 de maio de 2011** – Altera a NR-26: Sinalização de Segurança. Brasília, 2011.
24. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA (Brasil). Ministério do Meio Ambiente. **Resolução nº 430: Condições e padrões de lançamento de efluentes.** Brasília, 2011.