

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE QUÍMICA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA**

VITOR SOARES LAZZARINI

**PENSANDO EM UM GUIA DE NORMAS DE SEGURANÇA E DE
EQUIPAMENTOS DE LABORATÓRIO DE QUÍMICA PARA
ESTUDANTES E PROFESSORES DE GRADUAÇÃO**

UBERLÂNDIA/MG

2022

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE QUÍMICA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA**

VITOR SOARES LAZZARINI

**PENSANDO EM UM GUIA DE NORMAS DE SEGURANÇA E DE
EQUIPAMENTOS DE LABORATÓRIO DE QUÍMICA PARA
ESTUDANTES E PROFESSORES DE GRADUAÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a
Universidade Federal de Uberlândia como dos
requisitos necessários para obtenção do título
de Licenciado em Química.

Orientador: Prof. Dr. Deividi Márcio Marques

UBERLÂNDIA/MG

2022

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

L432 Lazzarini, Vitor Soares, 1998-
2022 Pensando um guia de normas de segurança e de
equipamentos de laboratórios de química para estudantes
e professores da graduação [recurso eletrônico] / Vitor
Soares Lazzarini. - 2022.

Orientador: Deividi Marcio Marques.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Uberlândia, Graduação em
Química.

Modo de acesso: Internet.

Inclui bibliografia.

Inclui ilustrações.

1. Química. I. Marques, Deividi Marcio, 1979-,
(Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia.
Graduação em Química. III. Título.

CDU: 54


UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Instituto de Química

Av. João Naves de Ávila, 2121 - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902

Telefone: (34) 3239-4264 -


ATA DE DEFESA - GRADUAÇÃO

Curso de Graduação em:	Química - Licenciatura				
Defesa de:	Trabalho de Conclusão de Curso				
Data:	31/03/2022	Hora de início:	14:00	Hora de encerramento:	15:47
Matrícula do Discente:	11711QMI234				
Nome do Discente:	Vitor Soares Lazzarini				
Título do Trabalho:	Pensando um guia de normas de segurança e de equipamentos de laboratórios de química para estudantes e professores da graduação				
A carga horária curricular foi cumprida integralmente?	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não				

Reuniu-se por via *webconferência (Google Meet)*, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Curso de Graduação em Química - Licenciatura, assim composta: Professores: Dra. Viviani Alves de Lima - IQUFU; Ms. Gustavo Maximiano Ferreira - Colégio Positivo; Dr. Deividi Marcio Marques - IQUFU, orientador do candidato.

Iniciando os trabalhos, o presidente da mesa, Dr. Deividi Marcio Marques, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato, agradeceu a presença do público, e concedeu ao discente a palavra, para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do curso.

A seguir o(a) senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

(X) Aprovado Nota (90)

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Deividi Marcio Marques, Professor(a) do Magistério Superior**, em 31/03/2022, às 15:48, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

Documento assinado eletronicamente por **Viviani Alves de Lima, Professor(a) do Magistério**



Superior, em 31/03/2022, às 15:50, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **GUSTAVO MAXIMIANO FERREIRA, Usuário Externo**, em 01/04/2022, às 12:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3486313** e o código CRC **75022E43**.

VITOR SOARES LAZZARINI

**PENSANDO EM UM GUIA DE NORMAS DE SEGURANÇA E DE
EQUIPAMENTOS DE LABORATÓRIO DE QUÍMICA PARA
ESTUDANTES E PROFESSORES DE GRADUAÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a
Universidade Federal de Uberlândia como dos
requisitos necessários para obtenção do título
de Licenciado em Química.

Uberlândia, 31 março de 2022.

Prof. Dr. Deividi Márcio Marques
(Orientador)

Prof^a. Dr^a. Viviani Alves de Lima

Prof. Ms Gustavo Maximiano Ferreira

Dedico esse trabalho a toda minha família
que sempre me apoiou e acreditou em mim
enquanto eu buscava meu sonho.

RESUMO

O laboratório e, por consequência, as aulas práticas, são fundamentais para o ensino-aprendizagem de química, pois é nesse espaço que os alunos enxergam a disciplina como algo não-abstrato, real. Por ser um local de alto risco, é essencial que ele seja muito bem planejado e que os equipamentos presentes sofram manutenção regularmente. É necessário também que todos os seus usuários (professores, alunos, pesquisadores e técnicos) sigam rigorosamente as instruções de segurança. Nesta perspectiva, este trabalho teve como objetivo elaborar um guia que auxilie professores, profissionais da área de química e estudantes a compreender por que o laboratório é um local de risco e o que deve ser feito para que esse risco seja o mínimo possível. Após a escrita deste trabalho, ficou claro que, apesar de haver muitas regras de segurança, não é impossível evitar riscos no laboratório e que acidentes acontecem, em grande parte, por ignorância ou falta de atenção do laboratorista.

Palavras-chave: laboratório de química; riscos do laboratório; segurança no laboratório.

ABSTRACT

The laboratory and, consequently, the practical classes, are fundamental for the teaching and learning of chemistry, because it is where students see the subject as something non-abstract, real. As it is a high-risk location, it is essential that it be very well planned and that the equipment present be regularly maintained. It is also necessary that all its users (teachers, students, researchers and technicians) strictly follow the safety instructions. In this perspective, this paper aimed to develop a guide that helps teachers, professionals in the field of chemistry and students to understand why the laboratory is a place of risk and what should be done to minimize this risk. After writing this paper, it became clear that, although there are many safety rules, it is not impossible to avoid risks in the laboratory and that accidents happen, in large part, due to ignorance or lack of attention on the person's part.

Keywords: chemistry laboratory; laboratory risks; laboratory safety.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Bancadas de um dos laboratórios da Universidade Federal de Uberlândia	19
FIGURA 2 – Capela de um dos laboratórios da Universidade Federal de Uberlândia	20
FIGURA 3 – Óculos de proteção	21
FIGURA 4 – Homem utilizando máscara de proteção com filtros	21
FIGURA 5 – Luvas de proteção de látex	22
FIGURA 6 – Luvas de proteção de kevlar	22
FIGURA 7 – Jaleco no corpo de um homem	22
FIGURA 8 – Chuveiro	23
FIGURA 9 – Lava-olhos	23
FIGURA 10 – Classes de fogo	25
FIGURA 11 – Classes de fogo x extintores de incêndio	26
FIGURA 12 – Rótulo de risco: classe 1	28
FIGURA 13 – Rótulos de risco: classe 2	28
FIGURA 14 – Rótulo de risco: classe 3	29
FIGURA 15 – Rótulos de risco: classe 4	29
FIGURA 16 – Rótulos de risco: classe 5	30
FIGURA 17 – Rótulos de risco: classe 6	30
FIGURA 18 – Rótulo de risco: classe 7	31
FIGURA 19 – Rótulo de risco: classe 8	32
FIGURA 20 – Rótulo de risco: classe 9	32
FIGURA 21 – Explicação do diagrama de Hommel	33
FIGURA 22 – Diagrama de Hommel para o ácido sulfúrico	33
FIGURA 23 – Tubos de ensaio	38
FIGURA 24 – Béqueres	38
FIGURA 25 – Termômetro	38
FIGURA 26 – Bastão de Vidro	39
FIGURA 27 – Erlenmeyer	39
FIGURA 28 – Kitassato	40
FIGURA 29 – Balão de fundo redondo	40
FIGURA 30 – Balão de destilação	41

FIGURA 31 – Balão volumétrico de 50mL	41
FIGURA 32 – Pipeta volumétrica de 25mL	41
FIGURA 33 – Pipeta graduada	42
FIGURA 34 – Proveta	42
FIGURA 35 – Bureta	43
FIGURA 36 – Buretas	43
FIGURA 37 – Funil simples	43
FIGURA 38 – Vidro de relógio	44
FIGURA 39 – Funil de separação	44
FIGURA 40 – Tubo de Thiele	44
FIGURA 41 – Condensadores	45
FIGURA 42 – Dessecador	45
FIGURA 43 – Pisseta	46
FIGURA 44 – Funil de Büchner de porcelana	46
FIGURA 45 – Pipeta de Pasteur	47
FIGURA 46 – Cadinho	47
FIGURA 47 – Almofariz e pistilo	47
FIGURA 48 – Espátula de aço	48
FIGURA 49 – Bico de Bunsen	48
FIGURA 50 – Tripé de ferro e tela de amianto	48
FIGURA 51 – Garra e mufa	49
FIGURA 52 – Suporte universal e bureta	49
FIGURA 53 – Pinça metálica	49
FIGURA 54 – Pinça metálica	49
FIGURA 55 – Pinça de madeira	49
FIGURA 56 – Pipetador de borracha	50
FIGURA 57 – Estufa	50
FIGURA 58 – Balança	51
FIGURA 59 – Centrífuga	51
FIGURA 60 – Agitador magnético	51
FIGURA 61 – Voltímetro	52
FIGURA 62 – Barrilete	52
FIGURA 63 – Suporte com tubos de ensaio	52
FIGURA 64 – Manta aquecedora	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

°C – Graus Celsius

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

cm – Centímetro

DL₅₀ – Dose letal 50

EPI – Equipamento de proteção individual

FISPQ - Fichas de informação de segurança para produtos químicos

GHS – Global Harmonization System

GLP – Gás liquefeito de petróleo

Kg - Quilograma

MTE – Ministério do Trabalho e Emprego

m – Metro

m² – Metro quadrado

mg – Miligrama

mL – Mililitro

nº – Número

NBR – Norma brasileira

NR – Norma regulamentadora

PVC – Policloreto de vinila

TNT – Trinitrotolueno

V – Volt

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 Considerações iniciais	14
1.2 Justificativa	15
1.3 Objetivo	16
2. PROJETO DE CONSTRUÇÃO	16
2.1 Piso	16
2.2 Paredes	16
2.3 Teto	17
2.4 Janelas	17
2.5 Portas	17
3. PROJETO DE INSTALAÇÕES	18
3.1 Iluminação	18
3.2 Instalação Elétrica	18
3.3 Sistema hidráulico e de gases	18
3.4 Bancadas de trabalho	19
3.5 Capelas	20
4. SEGURANÇA NO LABORATÓRIO	20
4.1 Equipamentos de segurança	20
4.1.1 Proteção para os olhos	21
4.1.2 Proteção respiratória	21
4.1.3 Proteção para mãos e braços	21
4.1.4 Proteção para pernas e pés	22
4.1.5 Proteção do tronco e braços	22
4.1.6 Chuveiro e lava-olhos	23
4.1.7 Extintores de incêndio	23
4.1.7.1 Cuidados para evitar incêndios	26
4.1.7.2 Como proceder em caso de incêndio	27
4.2 Classificação dos produtos químicos	27
4.2.1 Explosivos	28
4.2.2 Gases	28
4.2.3 Líquidos inflamáveis	29
4.2.4 Sólidos inflamáveis	29
4.2.5 Substâncias oxidantes e peróxidos orgânicos	30

4.2.6 Substâncias tóxicas e infectantes	30
4.2.7 Substâncias radioativas	31
4.2.8 Substâncias corrosivas	32
4.2.9 Substâncias perigosas diversas	32
4.2.10 Diagrama de Hommel	32
4.3 Armazenagem de produtos químicos	33
5. ORIENTAÇÕES GERAIS E REGRAS DE CONDUTA NO LABORATÓRIO	34
5.1 Vestimenta apropriada	34
5.2 Vestimenta proibida	35
5.3 Sempre fazer no laboratório	35
5.4 Nunca fazer no laboratório	36
5.5 Orientação com ácidos	36
5.6 Orientações com soluções	36
5.7 Orientações sobre primeiros socorros	37
5.7.1 Queimaduras	37
5.7.1.1 Queimaduras causadas por calor seco (chama ou objetos aquecidos)	37
5.7.1.2 Queimaduras por ácidos	37
5.7.1.3 Queimaduras por álcalis	37
5.7.2 Álcalis nos olhos	37
5.7.3 Intoxicação por inalação de gases	37
5.7.4 Ingestão de substâncias tóxicas	37
6. MATERIAIS E EQUIPAMENTOS MAIS UTILIZADOS NO LABORATÓRIO	38
6.1 Vidrarias	38
6.1.1 Tubos de ensaio	38
6.1.2 Béquer	38
6.1.3 Termômetro	38
6.1.4 Bastão de vidro	39
6.1.5 Erlenmeyer	39
6.1.6 Kitassato	40
6.1.7 Balão de fundo chato	40
6.1.8 Balão de fundo redondo	40
6.1.9 Balão de destilação	41
6.1.10 Balão volumétrico	41
6.1.11 Pipeta volumétrica	41

6.1.12 Pipeta graduada	42
6.1.13 Proveta	42
6.1.14 Bureta	43
6.1.15 Funil simples	43
6.1.16 Vidro de relógio	44
6.1.17 Funil de separação	44
6.1.18 Tubo de Thiele	44
6.1.19 Condensadores	45
6.1.20 Dessecador	45
6.2 Materiais de plástico	46
6.2.1 Pisseta ou frasco lavador	46
6.2.2 Funil de Büchner	46
6.2.3 Pipeta de Pasteur	47
6.3 Materiais refratários	47
6.3.1 Cadinho	47
6.3.2 Almofariz e pistilo	47
6.4 Materiais metálicos	48
6.4.1 Espátula de aço	48
6.4.2 Bico de Bunsen	48
6.4.3 Tripé de ferro e tela de amianto	48
6.4.4 Garra e mufa	49
6.4.5 Suporte universal	49
6.4.6 Pinça metálica	49
6.5 Outros materiais e equipamentos	50
6.5.1 Pipetador de borracha ou pera	50
6.5.2 Estufa	50
6.5.3 Balança	51
6.5.4 Centrífuga	51
6.5.5 Agitador magnético	51
6.5.6 Voltímetro	52
6.5.7 Barrilete	52
6.5.8 Suporte para tubos de ensaio	52
6.5.9 Manta aquecedora	53
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	53

8. REFERÊNCIAS	54
-----------------------------	-----------

1. INTRODUÇÃO

1.1 Considerações iniciais

É inegável a importância das aulas práticas e experimentais à aprendizagem dos conceitos e conteúdos em Química. Elas não só têm a capacidade de despertar o interesse dos alunos, conectando o conhecimento escolar ao cotidiano deles, mas também podem contribuir para a melhoria do aprendizado. Aristóteles, em 1979, defendeu a experiência afirmando que “quem possua a noção sem a experiência, e conheça o universal ignorando o particular nele contido, enganar-se-á muitas vezes no tratamento”. (*apud* GIORDAN, 1999).

Segundo Oliveira (2010), a experimentação contribui para:

- Estimular e reavivar o interesse dos alunos.
- Desenvolver atividades em grupo.
- Incentivar os alunos a terem iniciativa e tomarem decisões.
- Ativar a criatividade.
- Melhorar a habilidade de observação e registro.
- Desenvolver a habilidade de analisar dados e propor hipóteses.
- Facilitar o entendimento de conceitos científicos.
- Identificar e retificar erros conceituais dos alunos.
- Entender a natureza da ciência.
- Entender as relações entre ciência, sociedade e tecnologia.
- Aperfeiçoar habilidades manipulativas.

Para que a experimentação e as aulas práticas sejam proporcionadas aos alunos de forma adequada, é extremamente importante que as escolas e as universidades possuam um laboratório de ensino. É lá que os alunos lerão roteiros relacionados às práticas experimentais, manusearão instrumentos, conhecerão diferentes atividades e técnicas, aprenderão a teoria na prática e trabalharão em equipe. (MACÊDO, *et al.*, 2010)

No contexto da universidade, local onde o aluno é incentivado a desenvolver um pensamento crítico e buscar conhecimento por si só, a experimentação torna-se ainda mais necessária, uma vez que é por meio de atividades investigativas e experimentais que o conhecimento científico é construído.

O laboratório permite que os alunos façam o exercício de “aprender a aprender” (PERRENOUD, 1999), isto é, que eles não repitam o conhecimento passado pelo

professor, mas que busquem entender, por conta própria, as ideias e os conceitos discutidos e os experimentos realizados nas aulas, seja por meio de livros, artigos ou até mesmo a internet. Por isso, a existência de laboratórios de ensino seguros e de boa qualidade nas universidades torna-se imprescindível.

A construção e montagem de um laboratório deve seguir todas as normas e protocolos de segurança, já que nele serão manuseadas substâncias que podem apresentar riscos à saúde humana. O projeto deve ser bem detalhado com as especificações corretas para cada material, levando em consideração algumas Normas (NBRs), da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), e outras Normas (NRs) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE).

A NR-8 e a NR-17, por exemplo, estabelecem normas sobre edificações e ergonomia, isto é, sobre a altura do piso ao teto, a altura das bancadas, isolamento térmico, isolamento e condicionamento acústico, resistência estrutural e impermeabilidade. A NR-23, por sua vez, estabelece normas relacionadas à proteção contra incêndio. Outra norma importante é a NR-6, que regulamenta o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs).

Do mesmo modo, a NBR-13035, por mais que seu foco seja em controle de águas, também regulamenta o planejamento e instalação de laboratórios de ensino; a NBR-5413 estabelece normas a respeito da iluminação de interiores; e a NBR-14725 regulamenta as informações de segurança de produtos químicos.

Seguir essas normas é importante para que o risco seja minimizado ao máximo.

1.2 Justificativa

Laboratórios de química são locais onde todo cuidado é pouco. Substâncias perigosas são diariamente produzidas ou manipuladas e acidentes podem ocorrer facilmente. Qualquer atitude dentro do laboratório deve ser tomada sem pressa, cuidadosa e atenciosamente.

Em laboratórios de ensino de universidades, devido à falta de experiência dos alunos, esses acidentes podem ser ainda mais comuns. Além disso, disciplinas de Química Experimental são ofertadas em diversos cursos de graduação, não só no curso de Química, isto é, um grande número de alunos corre risco regularmente.

Nesse contexto, é inegável a importância do ensino sobre segurança no laboratório em qualquer disciplina experimental, independente do curso de graduação. O presente trabalho surge como uma opção de guia para esse ensino.

1.3 Objetivo

Este trabalho tem como objetivo elaborar um guia para ser utilizado em disciplinas de Química Experimental, no âmbito da graduação, ao ensinar os alunos sobre segurança no laboratório.

2. PROJETO DE CONSTRUÇÃO

Na construção civil, projeto é definido como a:

“[...] atividade ou serviço integrante do processo de construção, responsável pelo desenvolvimento, organização, registro e transmissão das características físicas e tecnológicas especificadas para uma obra, a serem consideradas na fase de execução.” (MELHADO, 1994)

É importante que certas regras e diretrizes sejam seguidas durante a construção de um laboratório de ensino, uma vez que essas existem para que o risco à saúde dos alunos, professores e técnicos seja o menor possível.

2.1 Piso

Ao construir um laboratório de química, deve-se escolher um piso impermeável, antiderrapante, resistente mecânica e quimicamente, retardante ao fogo e que, no qual, não haja depressões ou proeminências que dificultem o deslocamento de pessoas e materiais. Além disso, o piso deve ser fosco e de fácil manutenção. Os ralos devem ser sifonados.

2.2 Paredes

As paredes precisam ser feitas de um material claro, fosco, impermeável, de fácil limpeza e que possua resistência ao fogo e a produtos químicos.

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.” (BRASIL, 1978)

Em uma das paredes, deve haver um alarme de incêndio.

2.3 Teto

Os tetos devem atender às necessidades do laboratório relacionadas à passagem de tubulações, luzes, redes elétricas, isolamento térmico e acústico e estática.

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).” (BRASIL, 1978)
NBR-13035 – item 5.3 – “Deve ser considerada altura mínima 3,0 m, tendo-se como referência a distância entre piso e forro (pé-direito).” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1993)

O forro deve estar entre 25 e 30 cm abaixo da laje para não complicar a manutenção e pode ser usado para o acesso das tubulações de utilidades.

2.4 Janelas

Recomenda-se que as janelas estejam a uma altura de aproximadamente 1,20m acima do solo e que a área de ventilação/iluminação seja proporcional à superfície do laboratório, em uma proporção mínima de 1:5 (um para cinco). Um sistema de controle de raios solares deve ser instalado (em nenhuma circunstância esse sistema pode ser de material combustível).

As janelas devem estar localizadas longe das áreas de trabalho e equipamentos, como cabines de biossegurança, balanças, capelas de exaustão química e outros que podem ser afetados pela circulação de ar.

É importante que os materiais utilizados retardem o fogo, sejam fáceis de limpar, lisos, não-porosos e vedem bem. As janelas devem ser equipadas com dispositivos de abertura.

2.5 Portas

De acordo com a NR-23, do MTE, a qual regulamenta sobre proteção contra incêndios, o laboratório deve possuir saídas suficientes para que quem estiver no local possa deixá-lo de forma rápida e segura em caso de emergência. A largura mínima das portas deve ser 1,20m e com abertura para o exterior do laboratório.

3. PROJETO DE INSTALAÇÕES

3.1 Iluminação

De acordo com a NBR-5413, da ABNT, as lâmpadas devem proporcionar um nível de iluminação de 500 a 1000 lux sobre as áreas de trabalho, além de serem fluorescentes e estarem embutidas no forro.

As luminárias devem ser à prova de explosão e possuir proteção para que acidentes com produtos explosivos e/ou inflamáveis e quedas sobre a área de trabalho sejam evitados.

3.2 Instalação Elétrica

É recomendado que as instalações elétricas sejam externas às paredes para que a manutenção seja simplificada.

Os circuitos devem ser isolados com material não-inflamável e protegidos contra substâncias corrosivas e umidade.

As tomadas acima das bancadas de trabalho devem ter uma distância de 1,0m entre si, e em cada ponto, deve haver uma tomada 110V e uma 220V.

3.3 Sistema hidráulico e de gases

Assim como a instalação elétrica, também deverão ser externas. Os tubos pelos quais passarão o esgoto deverão ser feitos de material resistente e inerte.

As redes de água deverão possuir uma válvula de bloqueio para que o suprimento do líquido seja interrompido facilmente, caso necessário.

O gás GLP não deve ser instalado dentro do forro, uma vez que, em caso de vazamento, a faísca liberada quando as lâmpadas forem acesas causará a combustão do gás.

Recomenda-se a instalação de ao menos uma cuba de pia com maior profundidade para limpeza de buretas. Esta e outras cubas, além das canaletas, bojos e sifões, necessitam ser de material quimicamente resistente aos produtos utilizados.

Resíduos tóxicos, corrosivos, inflamáveis e/ou reativos não podem ser descartados diretamente na rede de esgoto. Estes devem ser coletados em reservatórios específicos e devidamente identificados e, subsequentemente, neutralizados ou levados ao seu destino correto, de acordo com as leis ambientais, como a Lei nº 12.305/10, a qual instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

3.4 Bancadas de trabalho

Podem ser classificadas em quatro tipos:

- “Ilha”: Fica no centro do laboratório, com os alunos, professores e/ou pesquisadores em sua volta. Geralmente possui pias nas extremidades e uma prateleira no centro.
- “Península”: Tem um de seus lados ligado a uma parede, deixando os outros três para uso de pessoas.
- “Parede”: Totalmente acoplada a uma parede, somente um de seus lados pode ser usado. Na maior parte dos casos, essa bancada é utilizada para estufas, balanças, muflas, entre outros.
- “U”: É uma espécie do tipo “ilha”. É mais usada para aparelhos como cromatógrafos, pois permite ao usuário o acesso fácil à parte traseira.

De acordo com as NRs 8 e 17, do MTE, é recomendado que as bancadas:

- Sejam feitas de uma substância rígida devido ao peso dos materiais e equipamentos.
- Sejam revestidos com um material impermeável, liso e resistente a produtos químicos.
- Possuam aproximadamente 0,60 ou 0,70m de profundidade e 0,90 de altura.
- Tenham cubas com, no mínimo, 0,25m de profundidade.

É importante que haja um espaço de, no mínimo, 0,40m entre bancadas laterais e paredes e, também, no meio de bancadas centrais para facilitar a circulação de pessoas. Bancadas centrais com mais de 5,0m de comprimento não devem ser instaladas.

Figura 1 – Bancadas de um dos laboratórios da Universidade Federal de Uberlândia.



Fonte: do autor.

3.5 Capelas

As capelas existem para que experimentos que geram gases ou vapores nocivos à saúde humana sejam executados sem que o ar do laboratório seja contaminado.

Devem ser feitas de uma substância quimicamente resistente, ficar nas paredes laterais da sala e possuir exaustores suficientemente potentes. Recomenda-se que laboratórios tenham, no mínimo, duas saídas e é importante que as capelas fiquem em locais distantes das portas.

Cada capela deve possuir dimensões 1,7m de comprimento x 1,5m de altura e deve, ainda, ser equipada com janelas de vidro de segurança do tipo corrediço ou “guilhotina”.

Figura 2 – Capela de um dos laboratórios da Universidade Federal de Uberlândia.



Fonte: do autor.

4. SEGURANÇA NO LABORATÓRIO

4.1 Equipamentos de Segurança

Para que acidentes sejam evitados, é extremamente importante que qualquer indivíduo, seja ele aluno, professor, técnico ou pesquisador, ao utilizar algum equipamento ou fazer algum experimento, esteja utilizando equipamentos de proteção individual (EPIs). O MTE, através da NR-6, define EPIs como “todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho.” (BRASIL, 1978)

4.1.1 Proteção para os olhos

Acidentes oculares são comuns no laboratório de química, e desses, uma parte considerável causa danos irreversíveis. Por esse motivo, é necessário que, ao fazer qualquer experimento que envolva a liberação de gases ou vapores e/ou respingos de substâncias, o indivíduo utilize óculos de proteção. Os óculos de segurança podem ser de plástico, mas têm que possuir abas laterais protetoras.

Figura 3 – Óculos de proteção.



Fonte: RIBEIRO, Daniel, 2012.¹

4.1.2 Proteção respiratória

É recomendado o uso de máscaras de proteção, com filtros apropriados, ao realizar experimentos que liberam gases ou vapores tóxicos fora da capela. É importante guardar os filtros em um dessecador após cada utilização.

Figura 4 – Homem utilizando máscara de proteção com filtros.



Fonte: DELTA PLUS, 2019.²

4.1.3 Proteção para mãos e braços

“Uma das principais fontes de acidentes em laboratórios são as operações manuais, [...] em virtude da aparente familiaridade, despreparo e negligência.” (VERGA FILHO, 2008). Por isso, a utilização de luvas é imprescindível em

¹ Disponível em:

<https://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php/Ficheiro:%C3%93culos_de_prote%C3%A7%C3%A3o.jpg>. Acesso em: 23 mar. 2022

² Disponível em: <<https://deltaplusbrasil.com.br/blog/como-prevenir-a-exposicao-a-produtos-quimicos-no-trabalho/>>. Acesso em: 23 mar. 2022

experimentos que envolvem substâncias que danificam ou que podem ser absorvidas pela pele, como certos solventes, ácidos e bases.

Em laboratórios de ensino, de acordo com Oliveira (*et al.* 2007), as luvas apropriadas para o manuseio de ácidos e bases são feitas de látex e PVC, já para experimentos em altas temperaturas, é preferível o uso das luvas de amianto ou Kevlar.

Figuras 5 e 6 – Luvas de proteção de látex e kevlar, respectivamente.



Fonte: ROSSI, Fabricio, 2019.¹

4.1.4 Proteção para pernas e pés

É importante que todos os indivíduos presentes no laboratório usem calças compridas e sapatos fechados com solas de borracha.

4.1.5 Proteção do tronco e braços

A utilização de aventais ou jalecos brancos de manga longa, feitos de algodão, é indispensável. Deve-se evitar tecidos sintéticos, em virtude da sua inflamabilidade. O avental deve ser usado exclusivamente no laboratório, isto é, não deve ser usado em locais públicos, especialmente refeitórios.

Figura 7 – Jaleco no corpo de um homem.



Fonte: ANDRÉ, 2009.²

¹ Disponível em: <<https://pedreiro.com.br/equipamentos-seguranca-epi/>>. Acesso em: 23 mar. 2022

² Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Jaleco#/media/Ficheiro:Jaleco.jpg>>. Acesso em: 23 mar. 2022

4.1.6 Chuveiro e lava-olhos

Para Oliveira (*et al.* 2007), a instalação destes equipamentos em um laboratório químico é extremamente importante. Verga Filho (2008) e Oliveira (*et al.* 2007) mencionam algumas características indispensáveis a estes equipamentos:

- Devem ser feitos de um material que não sofra corrosão facilmente.
- Devem ficar em lugares de fácil acesso, isto é, a uma distância máxima de 8,0 a 10,0m do laboratório.
- Devem ser inspecionados regularmente.
- A água que os alimenta deve ser de boa qualidade e deve vir de uma fonte ininterrupta.
- As duchas usadas para a lavagem de olhos devem possuir um filtro para reter partículas.
- Em sua volta, deve haver um espaço livre de 1,0m².
- No chão, deve existir um ralo para escoamento de água.

Figuras 8 e 9 – Chuveiro e lava-olhos.



Fonte: do autor.

4.1.7 Extintores de Incêndio

Extintores de incêndio devem estar presentes em toda e qualquer instituição de ensino. Eles devem estar dentro do prazo de validade e colocados em lugares de fácil

acesso. Existem quatro tipos de extintores, sendo que, dependendo da classe de fogo, um tipo é mais adequado que outros. De acordo com a NR-23, do MTE, as classes de fogo são:

- Classe “A”: Materiais que sofrem combustão facilmente, que queimam em superfície e em profundidade, e deixam resíduos. Exemplos: papel, tecido, madeira.
- Classe “B”: São os líquidos inflamáveis. Não deixam resíduos e queimam apenas em sua superfície. Exemplos: Álcool, óleo, gasolina, tintas.
- Classe “C”: São os equipamentos elétricos e eletrônicos energizados. Exemplos: computadores, fios, motores.
- Classe “D”: São substâncias que necessitam de agentes extintores específicos. Exemplos: Magnésio, titânio, pó de zinco.

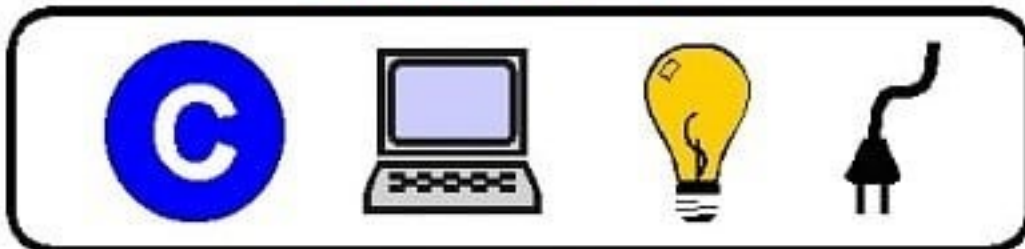
Figura 10 – Classes de fogo

CLASSE "A"

Materiais que queimam em superfície e em profundidade.
Ex.: Madeira, papel, tecido, ...

CLASSE "B"

Os líquidos inflamáveis. Queimam na superfície.
Ex.: Alcool, gasolina, querosene, ...

CLASSE "C"

Equipamentos elétricos e eletrônicos energizados.
Ex.: Computadores, TV, motores, ...

CLASSE "D"

Materiais que requerem agentes extintores específicos.
Ex.: Pó de zinco, Sódio, magnésio, ...

Também conforme a NR-23, tem-se que os tipos de extintores são:

- Extintor tipo “Água pressurizada”: Indicado para incêndios de Classe “A” e contraindicado para as Classes “B” e “C”. Modo de usar: rompa o lacre e aperte o gatilho, apontando o jato para a base do fogo.
- Extintor tipo “Espuma”: Indicado para incêndios de Classe “A” e “B” e contraindicado para a Classe “C”. Modo de usar: coloque o extintor de cabeça para baixo e dirija o jato para um anteparo, fazendo com que a espuma cubra o líquido como uma manta.
- Extintor tipo “Pó químico seco”: Indicado para fogos de Classes “B” e “C”. Modo de usar: rompa o lacre e aperte o gatilho, apontando o jato para a base do fogo.
- Extintor tipo “Gás carbônico”: Indicado para incêndios de Classes “B” e “C”. Modo de usar: rompa o lacre e aperte o gatilho, apontando o difusor para a base do fogo; não toque no difusor.

Obs.: Fogos de Classe “D” necessitam de extintores específicos, dependendo do material em chamas.

Figura 11 – Classes de fogo x extintores de incêndio

CLASSES DO FOGO X AGENTES EXTINTORES			ÁGUA	ESPUMA	CO ₂	PQS	PÓ ESP
	A	- Combustíveis sólidos de um modo geral : papel, papelão, plástico, tecido, etc - Queimam em profundidade e na superfície, deixam resíduos			X	X	X
	B	- Líquidos e/ou gases combustíveis ou inflamáveis : gasolina, álcool, óleo, acetona, querosene, tinta, etc - Queimam apenas na superfície e NÃO deixam resíduos	X				X
	C	- Equipamentos elétricos <i>energizados</i> : computador, televisão, motores, geladeira, videocassete, transformadores, rádio, ar condicionado, etc	X	X			X
	D	- Fogo de Metais Pirofóricos (material que se inflama espontaneamente em contato com o ar ou produz faísca por fricção) Mg, Na, Al, P, K, etc.	X	X	X	X	

Fonte: Adaptado de <<https://www.eqplan.com.br/prevencao-contra-incendio-classes-de-fogo/>>.

Acesso em: 21 mar. 2022.

4.1.7.1 Cuidados para evitar incêndios

- Usar adequadamente toda e qualquer tomada.
- Certificar sempre que os quadros da rede elétrica estão em bom estado.

- Solventes químicos não devem ser armazenados próximos a locais aquecidos, como fornos e estufas.
- Bujões de gás devem ser armazenados em locais bem ventilados e, preferencialmente, fora do prédio.

4.1.7.2 Como proceder em caso de incêndio

- Ao perceber indícios de incêndios, como fumaça, odor de queimado, estalidos, etc., aproxime-se, com cuidado, para descobrir a extensão do fogo e o que está sendo queimado.
- Toque o alarme.
- Se não souber ou não conseguir combater o fogo, deixe o local, fechando todas as janelas e portas, sem trancá-las, desligando aparelhos elétricos e avisando as demais pessoas presentes no recinto.
- Salve sua vida, esqueça objetos.
- Tente chegar nas saídas de emergência sem correr.
- Nunca utilize o elevador.

4.2 Classificação dos produtos químicos

Inúmeras substâncias químicas diferentes são utilizadas todos os dias em laboratórios. Algumas delas oferecem pouco risco à saúde humana, no entanto, várias delas apresentam algum tipo de perigo. Para facilitar e acelerar a identificação dessas substâncias e de seus respectivos riscos, além de deixar os rótulos e as fichas de informação de segurança para produtos químicos (FISPQs) mais claros e organizados, os cientistas pensaram em uma abordagem técnica conhecida como Global Harmonization System (GHS). No Brasil, as normas são regulamentadas pela NBR 14725.

As substâncias químicas foram então agrupadas em nove classes de risco:

- Classe 1: Explosivos
- Classe 2: Gases
- Classe 3: Líquidos Inflamáveis
- Classe 4: Sólidos Inflamáveis
- Classe 5: Substâncias Oxidantes
- Classe 6: Substâncias Tóxicas e Substâncias Infectantes
- Classe 7: Materiais Radioativos

- Classe 8: Substâncias Corrosivas
- Classe 9: Substâncias Perigosas Diversas

Obs.: Uma substância pode fazer parte de mais de uma classe ao mesmo tempo.

4.2.1 Explosivos

Figura 12 – Rótulo de risco: classe 1



Fonte: ULTRAMARI, Aníbal, 2001.

São aquelas substâncias que podem sofrer explosão em altas temperaturas, sob choque, fricção ou ao serem misturadas com outras. Algumas se tornam explosivas em certas concentrações. Exemplos: nitroglicerina (a 117°C), trinitrotolueno (TNT) (a 470°C), mistura de tetrahidroresorcinol com metais, ácido perclórico a 50%.

Substâncias dessa classe não devem ser manuseadas ou produzidas em forma pura ou concentrada no laboratório de ensino.

4.2.2 Gases

Figura 13 – Rótulos de risco: classe 2



Fonte: ULTRAMARI, Aníbal, 2001.

Moléculas no estado gasoso movem-se livremente pelo espaço, ou seja, em caso de vazamento, os gases ocupam todo o espaço do laboratório, o que pode representar um grande perigo.

Os gases são divididos em subclasses e cada subclasse possui um rótulo diferente:

- Chama preta em um fundo vermelho: gases inflamáveis. Exemplos: butano e GLP.
- Cilindro preto ou branco em um fundo verde: gases comprimidos não inflamáveis e não tóxicos. Exemplos: oxigênio e nitrogênio.
- Caveira em um fundo branco: gases tóxicos. Exemplos: amônia e sulfato de hidrogênio.

4.2.3 Líquidos Inflamáveis

Figura 14 – Rótulo de risco: classe 3



Fonte: ULTRAMARI, Aníbal, 2001.

Diversos solventes utilizados no laboratório são inflamáveis, por isso devem ser sempre manuseados com cuidado. Exemplos: acetona, benzeno, etanol.

4.2.4 Sólidos Inflamáveis

Figura 15 – Rótulos de risco: classe 4



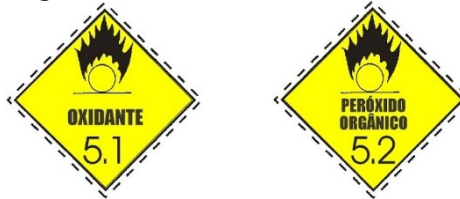
Fonte: ULTRAMARI, Aníbal, 2001.

Os sólidos inflamáveis são divididos em três subclasses, cada uma com seu respectivo rótulo:

- Chama preta em um fundo branco com listras verticais em vermelho: sólidos inflamáveis. Exemplos: borneol e palha.
- Chama preta em um fundo cuja metade superior é branca e a metade inferior é vermelha: sólidos passíveis de combustão espontânea. Exemplo: zircônio em pó.
- Chama preta em um fundo azul: sólidos que, em contato com a água, liberam gases inflamáveis. Exemplos: magnésio em pó e zinco em pó.

4.2.5 Substâncias oxidantes e peróxidos orgânicos

Figura 16 – Rótulos de risco: classe 5



Fonte: ULTRAMARI, Aníbal, 2001.

São substâncias que, ao oxidar, podem causar a combustão de outro material. Os peróxidos orgânicos, por sua vez, são termicamente instáveis e podem sofrer decomposição autoacelerada. Exemplos: cloreto de magnésio e nitrato de potássio.

4.2.6 Substâncias tóxicas e infectantes

Figura 17 – Rótulos de risco: classe 6



Fonte: ULTRAMARI, Aníbal, 2001.

Podem ser gasosas, líquidas ou sólidas. São divididas em duas subclasses, cada uma com seu respectivo rótulo:

- Caveira em um fundo branco ou um “X” sobre uma espiga de trigo com a inscrição “NOCIVO” em um fundo branco: substâncias venenosas. Exemplos: gás lacrimogênio e arsênio.
- Três meias luas crescentes superpostas em um círculo em preto em um fundo branco: substâncias infectantes. Exemplos: vírus, fungos, bactérias.

Definições importantes:

- Agente tóxico: substância que causa danos à saúde humana através de uma interação com o tecido vivo.
- Toxicidade: capacidade que uma substância possui de danificar um organismo vivo, ao entrar em contato com o mesmo.
- DL₅₀: dose única de uma substância que provoca a morte de 50% dos indivíduos de uma determinada população.

- Limite de tolerância: concentração de uma substância, presente no local de trabalho, sob a qual os indivíduos podem ficar expostos durante toda sua vida laboral, sem sofrer qualquer dano à sua saúde.
- Valor teto: concentração máxima permitida no ar de uma substância tóxica, não podendo ser superada em qualquer momento.

Tabela 1 – Classificação da toxicidade segundo a União Europeia

Categoria	DL ₅₀ para ratas (mg/kg massa corporal)
Muito tóxico	Menor que 25
Tóxico	De 25 a 200
Nocivo	De 200 a 2000

Fonte: APOSTILA LABORATÓRIO DE QUÍMICA. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2015.

Tabela 2 – Valor de DL₅₀ de algumas substâncias

Substância Química	DL ₅₀ para ratas, via oral (mg/kg massa corporal)
Sacarose (açúcar de mesa)	29700
Cloreto de sódio (sal de mesa)	3000
Arsênico	763
Cafeína (princípio ativo do café)	192
Nicotina (princípio ativo do tabaco)	50
Fósforo branco	3,03

Fonte: APOSTILA LABORATÓRIO DE QUÍMICA. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2015.

4.2.7 Substâncias Radioativas

Figura 18 – Rótulo de risco: classe 7



Fonte: ULTRAMARI, Aníbal, 2001.

Exemplos: rádio, cézio, polônio.

4.2.8 Substâncias Corrosivas

Figura 19 – Rótulo de risco: classe 8



Fonte: ULTRAMARI, Aníbal, 2001.

Em contato com a pele ou olhos, essas substâncias podem causar sérios danos, às vezes irreversíveis. É imprescindível o uso de equipamentos de proteção ao manuseá-las. Exemplos: ácidos e bases concentrados, água oxigenada, fenol.

4.2.9 Substâncias Perigosas Diversas

Figura 20 – Rótulo de risco: classe 9



Fonte: ULTRAMARI, Aníbal, 2001.

Substâncias que oferecem riscos à saúde humana e/ou ao meio ambiente mas que não se encaixam em nenhuma das outras classes. Exemplos: bateria de lítio e capacitores.

4.2.10 Diagrama de Hommel

Nesta simbologia, cada losango representa um tipo de risco, ao qual será dado um grau de risco variando entre 0 e 4.

Figura 21 – Explicação do diagrama de Hommel



Fonte: CARLOS, Antonio.¹

Figura 22 – Diagrama de Hommel para o ácido sulfúrico



Fonte: JUNIOR, Newton C. 2011.²

4.3 Armazenagem de produtos químicos

Por haver tantos produtos químicos perigosos e voláteis, deve-se tomar bastante cuidado ao armazená-los.

Quando são negligenciadas as propriedades físicas e químicas dos produtos químicos armazenados podem ser ocasionados incêndios, explosões, emissão de gases tóxicos, vapores, pós e radiações ou combinações variadas destes efeitos. (SAVOY, 2003).

¹ Disponível em: <<https://segurancadotrabalhoacz.com.br/diagrama-de-hommel/>>. Acesso em: 21 mar. 2022.

² Disponível em: <http://www.anapre.org.br/boletim_tecnico/edicao34.asp>. Acesso em: 21 mar. 2022.

Os produtos devem ser armazenados em um lugar apropriado e destinado exclusivamente para esse fim, sendo mantida no laboratório apenas a quantidade mínima necessária. Esses lugares devem ser bem arejados, protegidos contra a luz solar, com instalações elétricas à prova de explosões e afastados de locais aquecidos.

Verga Filho (2008), Oliveira (*et al.* 2007) e Savoy (2003) recomendam algumas ações a serem seguidas:

- Devem ser afixados avisos aos funcionários, alertando-os sobre substâncias perigosas.
- Materiais nocivos devem ser guardados e trancados em um armário.
- Todas as entradas de ventilação devem ser dotadas de telas, evitando, assim, a entrada de corpos indesejáveis, como ratazanas.
- Reagentes devem ser armazenados por famílias, com distância de 0,5 a 1,0m.
- Vidrarias e reagentes devem ser armazenados em locais diferentes.
- Todos os produtos armazenados devem estar devidamente identificados e dentro do prazo de validade.
- Produtos corrosivos, como ácidos e bases, devem ser estocados em prateleiras próximas ao piso.
- Produtos inflamáveis e explosivos devem ficar bem distantes de produtos oxidantes.
- Substâncias químicas voláteis não podem ficar em lugares onde há incidência direta de luz solar.

5. ORIENTAÇÕES GERAIS E REGRAS DE CONDUTA NO LABORATÓRIO

Por haver substâncias e experimentos potencialmente perigosos em um laboratório de química, todo e qualquer indivíduo presente no local deve seguir algumas regras básicas de conduta, a fim de reduzir ao máximo o risco de acidentes.

5.1 Vestimenta apropriada

- Avental de mangas longas, feito de algodão e cobrindo até o joelho.
- Calça comprida.
- Sapato fechado com solas de borracha.
- Óculos de segurança.
- Luvas adequadas para os reagentes e experimentos.

- Máscaras de proteção, se necessário.
- Cabelo curto ou preso.

5.2 Vestimenta proibida

- Bermuda ou short.
- Qualquer tipo de calçado aberto.
- Lentes de contato
- Avental de material totalmente sintético.
- Cabelo longo solto.

5.3 Sempre fazer no laboratório

- Lavar as mãos antes de iniciar o experimento, entre dois procedimentos e antes de sair do local.
- Conhecer a localização das saídas de emergência, dos extintores de incêndio, do chuveiro e do “lava olhos”.
- Ler com atenção o rótulo de todos os reagentes que irão ser utilizados antes do experimento.
- Trabalhar sempre com atenção, calma e cuidado.
- Evitar contato direto com qualquer reagente químico.
- Manter a bancada de trabalho limpa e organizada.
- Tomar cuidado ao manusear materiais de vidro, pois a aparência destes é sempre a mesma, quente ou frio.
- Verificar a voltagem antes de conectar equipamentos elétricos.
- Apagar os bicos de gás que não estiverem em uso.
- Utilizar a capela para procedimentos que envolvam liberação de gases ou vapores.
- Caso seja necessário ausentar-se do laboratório, identificar o experimento com nome, horário de experimentação e reagentes envolvidos.
- Ao sair do laboratório, verificar se não há nenhum equipamento ligado ou torneira aberta e se todos os materiais utilizados foram limpos.
- Caso seja um aluno, realizar apenas procedimentos autorizados pelo professor ou técnico.

- Caso seja um aluno, ler sempre com atenção os roteiros das práticas antes de iniciar o experimento.
- Caso seja um aluno, comunicar imediatamente ao professor ou técnico qualquer acidente ocorrido.

5.4 Nunca fazer no laboratório

- Fumar.
- Correr ou brincar.
- Beber ou comer.
- Sentar no chão.
- Colocar bolsas ou mochilas sobre a bancada.
- Trabalhar sozinho (ou pelo menos evitar).
- Manusear reagentes de identidade desconhecida ou duvidosa (a menos que haja a autorização do professor).
- Manusear vidrarias quebradas ou rachadas.
- Apontar a extremidade aberta do tubo de ensaio em aquecimento para si mesmo ou para outra pessoa.
- Jogar materiais sólidos ou restos de procedimentos na pia.
- Testar um produto químico desconhecido pelo sabor ou cheiro.
- Aquecer em chama direta produtos inflamáveis.

5.5 Orientação com ácidos

- Acrescentar sempre o ácido à água, nunca o contrário, pois, a adição de água a um ácido concentrado é um processo exotérmico e o calor produzido nessa reação pode causar a ebulição da água e a consequente projeção de espirros ácidos.

5.6 Orientações com soluções

- Nunca pipetar uma solução com a boca, utilizar sempre a pera de segurança.
- Nunca utilizar a mesma vidraria para soluções diferentes, a fim de evitar contaminações.
- Volumes de soluções padronizadas não utilizados devem ser descartados e não retornados ao recipiente de origem.

5.7 Orientações sobre primeiros socorros

5.7.1 Queimaduras

5.7.1.1 Queimaduras causadas por calor seco (chama ou objetos aquecidos)

- Queimaduras leves: lavar com água fria, secar e administrar pomada de picrato de butesina.
- Queimaduras graves: lavar com água fria, cobrir com gaze esterilizada umedecida com solução aquosa de bicarbonato de sódio 5% e entrar em contato com um médico o mais rápido possível.

5.7.1.2 Queimaduras por ácidos

- Lavar no mesmo instante com água corrente por cinco minutos.
- Lavar com solução saturada de bicarbonato de sódio.
- Lavar outra vez com água.
- Secar e administrar mertiolate.

Obs.: Caso a queimadura for muito severa, lavar somente com água e contactar um médico imediatamente.

5.7.1.3 Queimaduras por álcalis

- Lavar no mesmo instante com água corrente por cinco minutos.
- Lavar com solução aquosa de ácido acético 1%.
- Lavar outra vez com água.
- Secar e administrar mertiolate.

Obs.: Caso a queimadura for muito severa, lavar somente com água e contactar um médico imediatamente.

5.7.2 Álcalis nos olhos

- Lavar com bastante água corrente por quinze minutos.
- Aplicar solução aquosa de ácido bórico 1%.

5.7.3 Intoxicação por inalação de gases

- Levar o indivíduo para um local arejado, fora do laboratório e deixá-lo descansar.

5.7.4 Ingestão de substâncias tóxicas

- Levar imediatamente o indivíduo para o hospital.

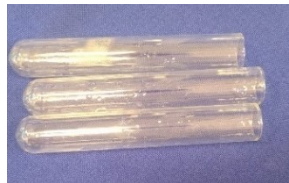
6. MATERIAIS E EQUIPAMENTOS MAIS UTILIZADOS NO LABORATÓRIO

Para sua segurança e também para que os melhores resultados sejam encontrados, é necessário que o laboratorista utilize os equipamentos ou materiais mais apropriados para cada experimento. Para isso, ele não só deve conhecer os materiais e equipamentos mais utilizados, mas também o uso correto de cada um deles.

6.1 Vidrarias

6.1.1 Tubos de ensaio

Figura 23 – Tubos de Ensaio.

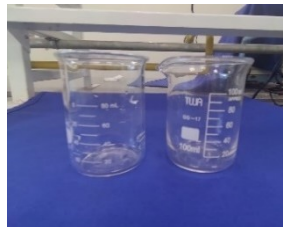


Fonte: do autor.

São utilizados para fazer reações em pequena proporção.

6.1.2 Béquer

Figura 24 – Béqueres.

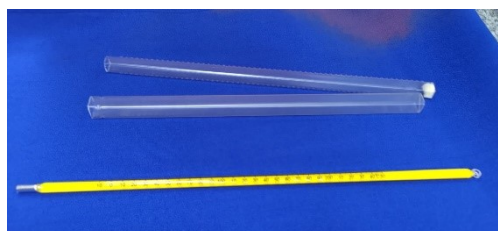


Fonte: do autor.

É usado para misturar, aquecer e transferir líquidos, realizar dissoluções e reações. Não é recomendado utilizá-lo para medir volumes, por ser consideravelmente impreciso.

6.1.3 Termômetro

Figura 25 – Termômetro.



Fonte: do autor.

Empregado exclusivamente para medir temperaturas. Não deve ser usado para agitar misturas.

6.1.4 Bastão de vidro

Figura 26 – Bastão de Vidro.

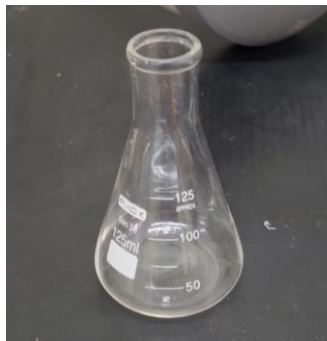


Fonte: do autor.

Utilizado para agitar misturas e como auxílio durante a transferência de um líquido.

6.1.5 Erlenmeyer

Figura 27 – Erlenmeyer.

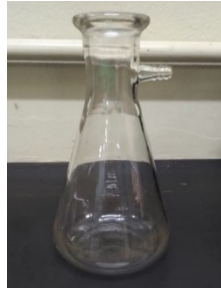


Fonte: do autor.

Usado em dissoluções, aquecimentos e titulações. Sua forma facilita a agitação do líquido.

6.1.6 Kitassato

Figura 28 – Kitassato.



Fonte: do autor.

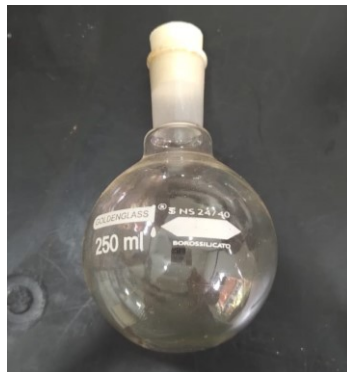
Semelhante ao Erlenmeyer porém com uma abertura na parte superior. É empregado no processo de filtração a vácuo.

6.1.7 Balão de fundo chato

Assim como outras vidrarias, pode ter tamanhos e volumes variados. Sua base chata permite que seja apoiado em uma superfície plana. É utilizado para aquecimento e armazenamento de líquidos e em destilações.

6.1.8 Balão de fundo redondo

Figura 29 – Balão de fundo redondo.

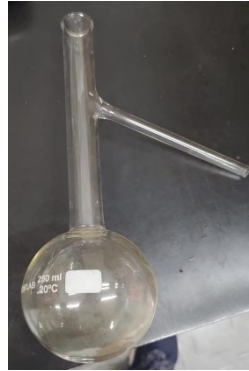


Fonte: do autor.

Possui basicamente a mesma função do balão de fundo chato, porém é geralmente acoplado a um aparelho, como um evaporador rotativo.

6.1.9 Balão de destilação

Figura 30 – Balão de destilação.

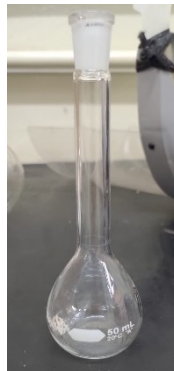


Fonte: do autor.

É empregado no processo de destilação de líquidos. Possui uma saída lateral para condensação de vapores.

6.1.10 Balão volumétrico¹

Figura 31 – Balão volumétrico de 50mL.



Fonte: do autor.

É usado quando se quer preparar ou diluir soluções com volumes específicos.

6.1.11 Pipeta volumétrica¹

Figura 32 – Pipeta volumétrica de 25mL.



Fonte: do autor.

¹ Essa vidraria não deve ser aquecida para não perder a calibração.

É utilizada para medir volumes específicos. Em geral, possui uma capacidade menor que o balão volumétrico.

6.1.12 Pipeta graduada¹

Figura 33 – Pipeta graduada.



Fonte: do autor.

É utilizada para medir volumes de líquidos com maior precisão que as provetas. Por ser graduada, pode-se medir diferentes volumes.

6.1.13 Proveta¹

Figura 34 – Proveta.



Fonte: do autor.

Pode ser de vidro ou de plástico. É usada para medir volumes de líquidos. Por ser menos precisa que a pipeta, seu uso não é recomendado para a medição de volumes muito pequenos.

¹ Essa vidraria não deve ser aquecida para não perder a calibração.

6.1.14 Bureta¹

Figuras 35 e 36 – Buretas.



Fonte: do autor.

Fica acoplada verticalmente à uma haste de metal através de um suporte. Possui uma pequena torneira que pode permitir ou bloquear o escoamento do líquido. Tem também uma escala graduada extremamente precisa. É principalmente empregada em titulações.

6.1.15 Funil simples

Figura 37 – Funil simples.



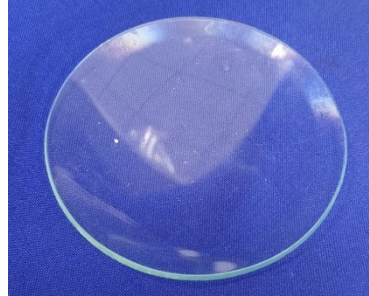
Fonte: do autor.

Pode ser de vidro ou de plástico. É utilizado para filtrações ou adições de líquidos.

¹ Essa vidraria não deve ser aquecida para não perder a calibração.

6.1.16 Vidro de relógio

Figura 38 – Vidro de relógio.



Fonte: do autor.

Usado para cobrir béqueres, pesar pequenas quantidades sólidos e fins diversos.

6.1.17 Funil de separação

Figura 39 – Funil de separação.

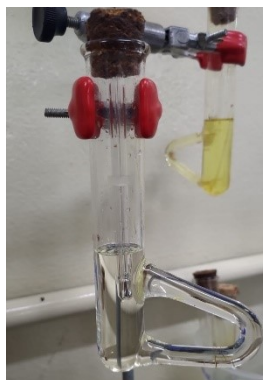


Fonte: do autor.

É empregado na separação de líquidos imiscíveis e na extração líquido-líquido.

6.1.18 Tubo de Thiele

Figura 40 – Tubo de Thiele.

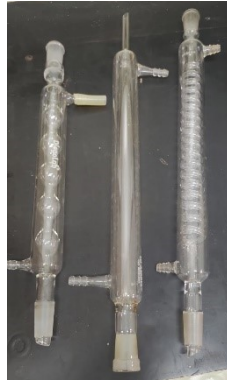


Fonte: do autor.

É empregado na determinação do ponto de fusão de substâncias.

6.1.19 Condensadores

Figura 41 – Condensadores.



Fonte: do autor.

Podem ser de três tipos: de bolas, de Liebig (ou de tubo reto) e de serpentina. São empregados no processo de destilação e servem para condensar vapores.

6.1.20 Dessecador

Figura 42 – Dessecador.



Fonte: do autor.

É utilizado para armazenar substâncias em atmosfera com baixa umidade. Possui substâncias higroscópicas, isto é, que absorvem a umidade do meio.

6.2 Materiais de plástico

6.2.1 Pisseta ou frasco lavador

Figura 43 – Pisseta.



Fonte: do autor.

Normalmente possui em seu interior água destilada, mas às vezes é utilizada para armazenar outros solventes. Tem como principais funções a lavagem de materiais e completar os balões.

6.2.2 Funil de Büchner

Figura 44 – Funil de Büchner de porcelana.



Fonte: do autor.

Pode ser de plástico ou de porcelana. É acoplado a um kitassato e empregado no processo de filtração a vácuo.

6.2.3 Pipeta de Pasteur

Figura 45 – Pipeta de Pasteur.



Fonte: do autor.

É usada para transferir pequenos volumes de líquidos, sem muita precisão.

6.3 Materiais refratários

6.3.1 Cadinho

Figura 46 – Cadinho.



Fonte: do autor.

São pequenos e resistem altas temperaturas. São utilizados para fusão de sólidos e calcinações de substâncias.

6.3.2 Almofariz e pistilo

Figura 47 – Almofariz e pistilo.



Fonte: do autor.

São utilizados para triturar ou pulverizar sólidos.

6.4 Materiais metálicos

6.4.1 Espátula de aço

Figura 48 – Espátula de aço.



Fonte: do autor.

Usadas para transferir pequenas quantidades de sólidos.

6.4.2 Bico de Bunsen

Figura 49 – Bico de Bunsen.



Fonte: do autor.

É usado como fonte de calor. Possui um regulador de entrada de oxigênio.

6.4.3 Tripé de ferro e tela de amianto

Figura 50 – Tripé de ferro e tela de amianto.



Fonte: do autor.

São utilizados como suporte para outros materiais que serão aquecidos sobre o bico de Bunsen.

6.4.4 Garra e mufa

Figura 51 – Garra e mufa.



Fonte: do autor.

A garra é usada para fixar objetos e a mufa para segurar a garra no suporte universal. Ambos têm por finalidade deixar o equipamento estável.

6.4.5 Suporte universal

Figura 52 – Suporte universal e bureta.



Fonte: do autor.

Dá sustentação aos materiais do laboratório.

6.4.6 Pinças

Figuras 53, 54 e 55 – Pinças metálicas e de madeira.



Fonte: do autor.

Podem ser metálicas e de madeira. É utilizada para manusear objetos aquecidos.

6.5 Outros materiais e equipamentos

6.5.1 Pipetador de borracha ou pera

Figura 56 – Pipetador de borracha.



Fonte: do autor.

Utilizado para pipetar soluções. Para sugar o líquido, deve-se apertar o ponto S; para expirá-lo, deve-se apertar o ponto E; para expirar o ar, deve-se apertar o ponto A.

6.5.2 Estufa

Figura 57 – Estufa.



Fonte: RIBEIRO, Daniel, 2012¹

Usada para secagem de materiais, principalmente vidrarias.

¹ Disponível em: <<https://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php/Ficheiro:Estufa.jpg>>. Acesso em: 21 mar. 2022

6.5.3 Balança

Figura 58 – Balança.



Fonte: do autor.

Utilizada para determinar massas de substâncias com precisão. Deve ser calibrada regularmente.

6.5.4 Centrífuga

Figura 59 – Centrífuga.



Fonte: do autor.

É empregada na separação de misturas sólido-líquido imiscíveis.

6.5.5 Agitador magnético

Figura 60 – Agitador magnético.



Fonte: do autor.

É usado para agitar/homogeneizar soluções e líquidos. Em alguns casos, possuem uma placa de aquecimento acoplada.

6.5.6 Voltímetro

Figura 61 – Voltímetro.



Fonte: do autor.

É utilizado para medir a diferença de potencial de um circuito elétrico.

6.5.7 Barrilete

Figura 62 – Barrilete.



Fonte: do autor.

Recipiente que armazena água destilada/deionizada.

6.5.8 Suporte para tubos de ensaio

Figura 63 – Suporte com tubos de ensaio.



Fonte: do autor.

É usado para sustentar tubos de ensaio verticalmente.

6.5.9 Manta aquecedora

Figura 64 – Manta aquecedora.



Fonte: do autor.

É empregada no aquecimento de líquidos inflamáveis. O líquido deve estar em um balão de fundo redondo.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ficou evidente, a partir da escrita desse trabalho, a importância do laboratório no ensino de química, tanto no âmbito da educação básica quanto no ensino superior, na formação de professores e profissionais da área. É fundamental que este espaço, corretamente planejado, em todas as instituições de ensino de química do país.

Ficou claro também que o laboratório de química é um local de alto risco e que acidentes podem acontecer facilmente. No entanto, eles podem ser evitados desde que o laboratorista, ou qualquer usuário do laboratório, siga, com rigor, todas as instruções de segurança. É essencial que, na primeira aula de qualquer disciplina experimental de química, os alunos recebam um guia como o desse trabalho e sejam instruídos na importância de seguir as diretrizes de segurança.

Eu, como graduando do curso de Licenciatura, não recebi um guia completo e detalhado como o desse trabalho quando fiz minha primeira disciplina experimental. Durante a primeira aula da disciplina, o professor chamou a atenção dos alunos para o que deve ser feito e o que não deve ser feito em um laboratório, mas, na minha opinião, essas instruções foram bastante superficiais. Por estarmos falando da saúde humana, penso que essa discussão deva ser mais aprofundada, por isso a necessidade de um guia mais completo.

8. REFERÊNCIAS

- APOSTILA LABORATÓRIO DE QUÍMICA. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2015, p.1-33.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5413: Iluminância de interiores. Rio de Janeiro, 1992.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13035: Planejamento e instalação de laboratórios para análises e controle de águas – Procedimento. Rio de Janeiro, 1993.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14050: Sistemas de revestimentos de alto desempenho, à base de resinas epoxídicas e agregados minerais – Projeto, execução e avaliação do desempenho – Procedimento. Rio de Janeiro, 1998.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14725-4: Produtos químicos: informações sobre segurança, saúde e meio ambiente. Parte 4: Ficha de informações de segurança de produtos químicos (FISPQ). Rio de Janeiro, 2009.
- BARBOSA, E. F. Aulas práticas de química na formação profissional: uma abordagem da importância e alguns aspectos relevantes. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.12; Pág. 1-6, 2011.
- BRASIL, Lei N° 12.305 de 02 de agosto de 2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 06 – Equipamento de proteção individual. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 1978.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 08 – Edificações. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 1978.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 17 – Ergonomia. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 1978.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 23 – Proteção contra incêndios. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 1978.
- COSTA, Marcia. Classes de incêndio e agentes extintores. Fogo e Incendio, 2016. Disponível em: <<https://fogueincendio.com/classes-de-incendio-e-agentes-extintores/>>. Acesso em: 21 mar. 2022.

GERDA, Amanda. Vidraria para laboratório: saiba quais são os tipos e suas funções. Loja Roster, 2019. Disponível em: <<https://www.lojaroster.com.br/blog/vidraria-laboratorio-tipos/>>. Acesso em: 21 mar. 2022.

GIORDAN, Marcelo. O papel da experimentação no ensino de ciências. Química Nova na Escola, São Paulo, v. no 1999, n. 10, p. 43-49, 1999.

HOLZLE, Luís R. B. Ácido Sulfúrico. Em Síntese, 2010. Disponível em: <<https://www.emsintese.com.br/2010/acido-sulfurico/>>. Acesso em: 25 abr. 2022.

MACÊDO, Gláucia M. Evangelista. et al. A utilização do laboratório no ensino de química: facilitador do ensino – aprendizagem na Escola Estadual Professor Edgar Tito em Teresina, Piauí. Piauí: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, 2010.

MANUAL DE SEGURANÇA EM LABORATÓRIO DE QUÍMICA. Bom Jesus da Lapa: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, 2016.

MANUAL DE UTILIZAÇÃO E SEGURANÇA DO LABORATÓRIO DE QUÍMICA. São José: Laboratório de Química, Instituto Federal de Santa Catarina, 2014.

MARIANO, Andrea de Batista. et al. Guia de laboratório para o ensino de química: instalação, montagem e operação. São Paulo: Conselho Regional de Química – IV Região, 2012.

MELHADO, Silvio B. Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. São Paulo, 1994. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

MENEZES, Samara. et al. Projeto de elaboração de um laboratório de química. Belém: Faculdade de Química, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará, 2010.

OLIVEIRA, Celia Maria Alem de. et al. Guia de laboratório para o ensino de química: instalação, montagem e operação. São Paulo: Conselho Regional de Química – IV Região, 2007.

OLIVEIRA, J. R. S. A perspectiva sócio-histórica de Vygotsky e suas relações com a prática da experimentação no ensino de Química. Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 3, n. 3, p. 25-45, 2010.

PEREIRA, Márcia Rodrigues; NUNES, Juliana de Souza. Química experimental – guia de laboratório (Apostila). Natal: Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2018.

PERRENOUD, P. Construir as competências desde a escola. Editora Artes Médicas Sul Ltda. Porto Alegre. 90 p., 1999.

PIOVEZAN, Marcel. Laboratório de Química Geral Experimental (Apostila). Florianópolis: Departamento Acadêmico de Linguagem, Tecnologia Educação e Ciência – DALTEC, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, 2016.

RUFINO, Sandra. A importância do projeto no empreendimento. São Paulo: Congresso de Tecnologia, 2000.

SAVOY, Vera L. Noções básicas de organização e segurança em laboratórios químicos. *Biológico*. v. 65, n. 1/2, p. 47-49, jan/dez, 2003.

SILVA, Sergio Dantas da. A importância do laboratório de química da rede estadual de ensino como recurso prático pedagógico. Paraíba: Departamento de Química, Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual da Paraíba, 2015.

SILVA, Vinicius Gomes. A importância da experimentação no ensino de química e ciências. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Química) – Departamento de Química, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Bauru, 2016.

ULTRAMARI, Aníbal. Rótulos de risco: você conhece o significado de cada um deles?. Lightprint, 2021. Disponível em: <<http://lightprint.com.br/rotulos-de-risco/>>. Acesso em: 21 mar. 2022.

VERGA FILHO, Antônio F. Segurança em laboratório químico. Conselho Regional de Química - IV Região. São Paulo, 2008.

WEBER, Ingrid Távora; BORGES, Luciana Diniz. Química Geral Experimental: apostila do aluno. Brasília: Instituto de Química, Universidade de Brasília, 2020, p.1-11.