



MANUAL DE PRÁTICAS E ESTUDOS DIRIGIDOS

Química, bioquímica e biologia molecular

COORDENAÇÃO

YARA M. MICHELACCI

MARIA LUIZA VILELA OLIVA

Blucher

MANUAL DE PRÁTICAS
E ESTUDOS DIRIGIDOS

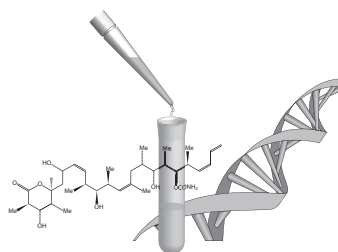
QUÍMICA,
BIOQUÍMICA
E BIOLOGIA MOLECULAR

Blucher

COORDENAÇÃO
Yara M. Michelacci
Maria Luiza Vilela Oliva

MANUAL DE PRÁTICAS E ESTUDOS DIRIGIDOS

QUÍMICA, BIOQUÍMICA E BIOLOGIA MOLECULAR



AUTORES

Anita Hilda Straus Takahashi
Aparecida Sadae Tanaka
Guacyara da Motta
José Olavo de Freitas Junior
Maria Luiza Vilela Oliva
Mariana da Silva Araújo
Yara M. Michelacci

*Manual de práticas e estudos dirigidos:
Química, Bioquímica e Biologia Molecular*

© 2014 Anita Hilda Straus Takahashi

Aparecida Sadae Tanaka
Guacyara da Motta
José Olavo de Freitas Junior
Maria Luiza Vilela Oliva
Mariana da Silva Araújo
Yara M. Michelacci

Editora Edgard Blücher Ltda.

Blucher

Rua Pedroso Alvarenga, 1245, 4º andar
04531-012 – São Paulo – SP – Brasil
Tel 55 11 3078-5366
contato@blucher.com.br
www.blucher.com.br

Segundo Novo Acordo Ortográfico, conforme 5. ed. do
Vocabulário Ortográfico da Língua Portuguesa,
Academia Brasileira de Letras, março de 2009.

É proibida a reprodução total ou parcial por quaisquer
meios, sem autorização escrita da Editora.

Todos os direitos reservados a Editora Edgard Blücher Ltda.

FICHA CATALOGRÁFICA

Manual de práticas e estudos dirigidos: química,
bioquímica e biologia molecular / coordenação,
Yara M. Michelacci e Maria Luiza Vilela Oliva. - -
São Paulo: Blucher, 2014.

Vários autores

ISBN 978-85-212-0784-9

1. Química 2. Bioquímica 3. Biologia molecular
I. Título II. Michelacci, Yara M. III. Oliva, Maria
Luiza Vilela

14-0074

CDD 540

Índice para catálogo sistemático:
1. Química

OS AUTORES

Anita Hilda Straus Takahashi

Professora Associada Livre-docente, Disciplina de Biologia Molecular, Departamento de Bioquímica, Escola Paulista de Medicina, Unifesp. Graduada em Ciências Biomédicas pela Escola Paulista de Medicina, com Mestrado e Doutorado em Ciências Biológicas (Biologia Molecular) pela Unifesp (orientadora Profa. Dra. Helena B. Nader), Pós-doutorado no Fred Hutchinson Cancer Reseach Center, Seattle, WA, USA, e Livre-docência pela Unifesp.

Aparecida Sadae Tanaka

Professora Associada Livre-docente, Disciplina de Bioquímica, Departamento de Bioquímica, Escola Paulista de Medicina, Unifesp. Graduada em Química pela Unesp, com Mestrado e Doutorado em Ciências Biológicas (Biologia Molecular) pela Unifesp (orientador Prof. Dr. Claudio A. M. Sampaio), Pós-doutorado no Ludwig-Maximilians-Universität München, Alemanha, e Livre-docência pela Unifesp.

Guacyara da Motta

Professora Associada, Disciplina de Bioquímica, Departamento de Bioquímica, Escola Paulista de Medicina, Unifesp. Graduada em Ciências Biomédicas pela Escola Paulista de Medicina, com Mestrado e Doutorado em Ciências Biológicas (Biologia Molecular) pela Unifesp (orientadores Profa. Dra. Misako U. Sampaio e Prof. Dr. Claudio A. M. Sampaio), Pós-doutorado na Universidade de Michigan, Ann-Arbor, MI, USA, e estágio no Ludwig-Maximilians-Universität München, Alemanha.

José Olavo de Freitas Junior

Professor Afiliado (aposentado), Disciplina de Bioquímica, Departamento de Bioquímica, Escola Paulista de Medicina, Unifesp. Graduado em Ciências Biomédicas pela Escola Paulista de Medicina e em Direito pela USP, com Mestrado e Doutorado em Ciências Biológicas (Biologia Molecular) pela Unifesp (orientador Prof. Dr. Jorge A. Guimarães).

Maria Luiza Vilela Oliva

Professora Associada Livre-docente, Disciplina de Bioquímica, Departamento de Bioquímica, Escola Paulista de Medicina, Unifesp. Graduada em Química – Licenciatura e Bacharelado – pelas Faculdades Oswaldo Cruz, com Mestrado e Doutorado em Ciências Biológicas (Biologia Molecular) pela Unifesp (orientador Prof. Dr. Claudio A. M. Sampaio), Pós-doutorado no Ludwig-Maximilians-Universität München, Alemanha, e Livre-docência pela Unifesp.

Mariana da Silva Araújo

Professora Associada, Disciplina de Bioquímica, Departamento de Bioquímica, Escola Paulista de Medicina, Unifesp. Graduada em Química – Licenciatura e Bacharelado com Atribuições Tecnológicas – pela USP, com Doutorado em Bioquímica pelo Instituto de Química da USP (orientador Prof. Dr. Giuseppe Cilento), e Pós-doutorado na Sapporo Medical University, Japão.

Yara M. Michelacci

Professora Associada Livre-docente, Disciplina de Biologia Molecular, Departamento de Bioquímica, Escola Paulista de Medicina, Unifesp. Graduada em Ciências Biomédicas pela Escola Paulista de Medicina e Licenciada em Ciências Biológicas pela USP, com Doutorado em Ciências Biológicas (Biologia Molecular) pela Escola Paulista de Medicina (orientador Prof. Dr. Carl P. Dietrich), Pós-doutorado no Baylor College of Medicine, Houston, TX, USA, e Livre-docência pela Unifesp.

AGRADECIMENTOS

Sem a participação e a colaboração, direta ou indireta, de muitas pessoas, este projeto não teria sido possível. Em primeiro lugar, queremos agradecer ao Departamento de Bioquímica, que sempre dedicou muita atenção ao ensino de graduação na Escola Paulista de Medicina, e que é, em última análise, o responsável por esta publicação. Portanto, antes de mais nada, queremos deixar aqui registrado nosso profundo agradecimento ao Conselho do Departamento e a cada um dos autores, que aceitaram a ideia e, com entusiasmo, prepararam os capítulos, compartilharam seus pensamentos e conhecimentos e fizeram recomendações para o aprimoramento desta obra. A todos somos muito gratas, pelo trabalho bem feito.

Os autores receberam a contribuição de outros docentes e pós-graduandos na preparação de seus textos. Para não correr o risco de, inadvertidamente, omitir alguém, decidimos não agradecer nominalmente a essas pessoas, mas deixamos aqui expressa nossa mais sincera gratidão a todos aqueles que despretensiosa e desprendidamente contribuíram com seu tempo e seus conhecimentos. Agradecemos também a todos os Mestres que nos antecederam e a quem devemos nossa formação. A eles, que iluminaram nosso caminho e, por seu exemplo, nos ensinaram a percorrer a estrada do conhecimento científico; a eles, que foram e sempre serão nossa fonte de inspiração, nosso profundo agradecimento.

Não poderíamos deixar de agradecer à Editora Blucher que, na pessoa de seu sócio-diretor Dr. Edgard Blücher, imediatamente acolheu o projeto deste livro e aceitou publicar, mesmo antes de ver, o *Manual de práticas e estudos dirigidos* do Departamento de Bioquímica da Escola Paulista de Medicina, Unifesp. A todos, somos imensamente gratas.

Yara M. Michelacci
Maria Luiza Vilela Oliva

CONTEÚDO

- Introdução, 17
- Segurança no laboratório, 19
 - Uniforme, 19
 - Conduta geral, 19
 - Cuidados ao manusear reagentes químicos, 19
 - Manuseio do material do laboratório, 20
 - Resíduos, 20
 - Acidentes, 21
 - Outras observações importantes, 21
- Caderno de laboratório, 23
- Relatório, 25

AULAS PRÁTICAS: QUÍMICA GERAL E ANALÍTICA (QGA), 27

Prática QGA-1: Soluções. Reconhecimento do material do laboratório. Aferição de volumes, 28

- Objetivos, 28
- Bases teóricas, 28
 - Exercícios sobre concentração das soluções, 28
- Procedimento experimental, 29
 - Calibração de pipeta volumétrica de 25 ml, 30
 - Calibração de balão volumétrico de 100 ml, 30

Prática QGA-2: Dissociação eletrolítica. Alcalimetria e acidimetria, 31

- Objetivos, 31
- Bases teóricas, 31
 - Sais, 31
 - Ácidos, 32
 - Bases, 33
 - Exercícios sobre dissociação eletrolítica, 33
- Procedimento experimental, 33
 - Titulação de ácidos e base fortes, 33

Prática QGA-3: Determinação da concentração do ácido acético presente no vinagre, 35

- Objetivos, 35
- Bases teóricas, 35
 - Exercícios sobre dissociação eletrolítica em compostos pouco dissociados, 35
- Procedimento experimental, 36
 - Determinação da concentração do ácido acético presente no vinagre, 36

Prática QGA-4: Produto iônico da água. pH. Titulações potenciométricas, 37

Objetivos, 37

Bases teóricas, 37

Exemplos, 37

Exercícios sobre pH, 38

Procedimento experimental, 38

Titulações potenciométricas de ácidos fortes e fracos, 38

Prática QGA-5: Tampão. Preparação de uma solução tampão. Determinação da faixa de eficiência dos tampões, 39

Objetivos, 39

Bases teóricas, 39

Exercícios sobre tampão, 39

Procedimento experimental, 40

Preparação de uma solução tampão, 40

Prática QGA-6: Produto de solubilidade. Argentometria. Método de Mohr, 41

Objetivos, 41

Bases teóricas, 41

Precipitação fracionada, 41

Exercícios sobre produto de solubilidade, 42

Procedimento experimental, 42

Titulação de uma solução de cloreto de sódio, 42

Prática QGA-7: Íons complexos. Argentometria. Método de Volhard, 43

Objetivos, 43

Bases teóricas, 43

Procedimento experimental, 44

Titulação de uma solução de tiocianato de amônio, 44

Prática QGA-8: Óxido-redução. Permanganometria, 46

Objetivos, 46

Bases teóricas, 46

Exercícios sobre óxido-redução, 46

Procedimento experimental, 47

Titulação de uma solução de permanganato de potássio, 47

AULAS PRÁTICAS: QUÍMICA ORGÂNICA (QO), 49**Prática QO-1: Reações para diferenciar hidrocarbonetos, 50**

Alcanos (estes experimentos serão realizados na bancada), 50

Alcenos (estes experimentos serão realizados na capela), 50

Benzeno (estes experimentos serão realizados na capela), 51

Prática QO-2: Síntese e recristalização de ácido salicílico, 52

Objetivo, 52

Bases teóricas, 52

Procedimento experimental, 52

Prática QO-3: Síntese e recristalização de ácido acetilsalicílico, 53

Objetivo, 53

Bases teóricas, 53

Procedimento experimental, 53

Teste da presença de ácido salicílico, 53

Questões, 54

Prática QO-4: Reações para as diferentes funções orgânicas, 55

1. Alcoóis, 55

2. Aldeídos e cetonas, 55

3. Ácidos carboxílicos, 55

4. Ésteres, 55

5. Aminas, 56

6. Aminas aromáticas, 56

7. Amidas, 56

Reagentes e soluções, 56

Modo de preparo, 56

Prática QO-5: Caracterização de carboidratos e aminoácidos, 58

Carboidratos, 58

Materiais, 58

Reagentes e soluções, 58

Aminoácidos, 59

Reagentes e soluções, 59

1. Carboidratos, 60

1.1. Reação de Molisch, 60

Bases teóricas, 60

Procedimento experimental, 61

1.2. Reação de Selivanoff para identificação de cetoses, 61

Bases teóricas, 61

Procedimento experimental, 62

1.3. Reação de Benedict (reação de redução), 62

Bases teóricas, 62

Procedimento experimental, 63

2. Aminoácidos, 64

Bases teóricas, 64

Identificação de aminoácidos, 65

2.1. Reação de ninhidrina, 65

Procedimento experimental, 66

2.2. Reação corada específica para arginina (reação de Sakaguchi), 66

Bases teóricas, 66

Procedimento experimental, 67

2.3. Separação e identificação de aminoácidos (cromatografia), 67

Bases teóricas, 67

2.3.1. Cromatografia de troca iônica, 68

Procedimento experimental, 68

AULAS PRÁTICAS: BIOQUÍMICA (BQ), 71**Prática BQ-1: Extração e purificação de proteínas, 72****Objetivos, 72****Bases teóricas, 72**

Introdução, 72

Preparação do extrato que contém a proteína de interesse, 73

Precipitação com solventes orgânicos ou com sulfato de amônio, 73

Diálise, 74

Procedimento experimental, 75Extração de proteínas de sementes de soja (*Glycine max*) por solução de cloreto de sódio, 75

Precipitação cetônica a 80%, 75

Questões, 76**Prática BQ-2: Cromatografia de troca iônica em DEAE-Sephadex, 78****Objetivos, 78****Bases teóricas, 78**

Métodos cromatográficos, 78

Cromatografia de troca iônica, 78

Cromatografia de interação hidrofóbica, 79

Cromatografia de gel-filtração, 79

Cromatografia de afinidade, 79

HPLC – *high performance liquid chromatography*, 79

Estratégias de purificação de proteína, 79

Tampões, 80

Procedimento experimental, 80**Questões, 81****Prática BQ-3: Dosagem de proteínas, 83****Objetivos, 83****Bases teóricas, 83****Procedimento experimental, 84**

Preparo do reagente CBB, 84

Curva padrão, 84

Diluições das amostras a serem testadas, 84

Questões, 85**Prática BQ-4: Eletroforese em gel de poliacrilamida com SDS (SDS-PAGE), 87****Objetivos, 87****Bases teóricas, 87****Procedimento experimental, 89**

Preparação das placas, 89

Soluções empregadas no preparo dos géis de separação e empilhamento, 89

Preparo do gel de separação, 90
Preparo do gel de empilhamento (ou de concentração), 90
Amostras, 90
Eletroforese, 91
Solução de corante Coomassie Brilliant Blue R-250, 91

Questões, 91

Prática BQ-5: Cinética enzimática, 93

Bases teóricas, 93

Procedimento experimental, 93

Material, 93

Método, 94

Prática BQ-6: Análise de inibidores de proteases no extrato e nas frações purificadas de semente de soja, 95

Procedimento experimental, 95

Material, 95

Método, 95

Questões, 96

Prática BQ-7: Dosagem do princípio ativo purificado, 97

Procedimento experimental, 97

Material, 97

Método, 97

Questões, 98

Prática BQ-8: Uso de equipamentos especializados na química de proteínas, 99

Objetivos, 99

Bases teóricas, 99

Destilador e Milli-Q, 99

Liofilizador, 101

Speed Vac, 102

Dicroísmo circular (CD), 103

Agitador orbital com temperatura controlada – Shaker, 104

Capela de exaustão, 105

Testes laboratoriais específicos para avaliação da hemostasia, 106

Agregômetro, 106

Coagulômetro semiautomático, 107

AULAS PRÁTICAS: BIOQUÍMICA – RODÍZIO (BQR), 109

Prática BQR-1: Cromatografia de gel-filtração ou exclusão molecular, 110

Objetivos, 110

Bases teóricas, 110

Procedimento experimental, 110

Prática BQR-2: Cromatografia líquida de alta resolução – HPLC – e cromatografia líquida rápida eficiência – FPLC, 111

Bases teóricas, 111

Cromatografia líquida de alta resolução – HPLC – *High Performance/Pressure Liquid Chromatography*, 111

Cromatografia líquida rápida em sistema ÄKTA – FPLC – *Fast Performance Liquid Chromatography*, 113

Prática BQR-3: Determinação de monossacarídeos no extrato de sementes de soja e em sucos de frutas, 114

Objetivos, 114

Bases teóricas, 114

Cromatografia em papel, 114

Procedimento experimental, 114

Revelação de açúcares com AgNO_3 em meio alcalino, 115

Prática BQR-4: Eletroforese de glicosaminoglicanos e de proteoglicanos em gel de agarose. *Immunoblotting* de proteoglicanos, 116

Objetivos, 116

Bases teóricas, 116

Eletroforese em gel de agarose, 116

Procedimento experimental, 116

Immunoblotting de proteoglicanos, 117

Bases teóricas, 117

Procedimento experimental, 118

Prática BQR-5: Identificação de lipídeos por cromatografia de camada delgada de alta resolução (HPTLC), 119

Objetivos, 119

Bases teóricas, 119

Procedimento experimental, 119

Extração de lipídeos, 119

Padrões, 120

Placas de cromatografia, 120

Solventes e corantes, 120

Método, 120

ESTUDOS DIRIGIDOS: BIOLOGIA MOLECULAR, 121

A química das células, 122

Aspectos gerais, 122

Aspectos específicos, 122

Os seres vivos, 122

Constituição química dos seres vivos, 122

Bases químicas da vida, 122

Bases físicas da vida, 123
Metabolismo energético, 123

Exercícios, 123

Estrutura dos ácidos nucleicos, 124

Bases da hereditariedade, 124

Os ácidos nucleicos, 124

DNA, 124

RNA, 124

Genoma eucariótico, 125

Mutações e reparo do DNA, 126

Recombinação do DNA, 127

Transcrição e processamento do RNA, 128

Controle da expressão gênica – controle da transcrição, 130

Citoesqueleto, superfície celular e adesão célula-célula e célula-matriz, 132

Caso clínico, 132

Perguntas, 132

Matriz extracelular, 133

Casos clínicos, 133

O que você deve conhecer para entender esses casos, 135

Colágeno, 135

Outras proteínas de matriz, 135

Proteoglicanos de matriz extracelular, 136

Doenças, 136

Osteogenesis imperfecta, 136

Escorbuto e síntese de hidroxiprolina, 138

Síndrome de Ehlers-Danlos e síndrome de Marfan, 138

Síndrome de Ehlers-Danlos tipo IV, 139

Síndrome de Ehlers-Danlos tipo VI, 139

Síndrome de Ehlers-Danlos tipo VII, 139

Síndrome de Ehlers-Danlos tipo IX e síndrome de Menke, 140

Osteoartrite, 140

CASOS BIOQUÍMICOS, 141

Dieta hipocalórica, 142

Discussão, 143

Questão extra, 143

Doença de Wilson 144

Discussão, 144

Questão extra, 144

Anemia falciforme, uma doença molecular, 145

Discussão, 145

Ciclo dos ácidos tricarbóxicos, 146

Discussão, 146

Questão extra, 146

Sobre o metabolismo de glicose, 147

Discussão, 147

Questão extra, 147

Problemas com a digestão de leite no homem (mamíferos), 148

Discussão, 148

Metabolismo do glicogênio, 149

Discussão, 150

Questão extra, 150

Colesterol e sais biliares, 151

Discussão, 151

Questão extra, 151

***Angina pectoris*, 152**

Discussão, 152

Questão extra, 152

Maionese, ácido graxo e catabolismo, 153

Discussão, 153

Questão extra, 153

Problemas nutricionais associados ao metabolismo das proteínas, 154

Discussão, 154

Questão especial, 154

Síndrome de Lesch-Nyhan, 155

Discussão, 155

Curiosidade, 155

Drácula e vampiros, 156

Discussão, 156

Questão extra, 156

INTRODUÇÃO

Yara M. Michelacci

Este *Manual de práticas e estudos dirigidos: Química, Bioquímica e Biologia Molecular* foi elaborado por alguns docentes do Departamento de Bioquímica da Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo, Unifesp. Inclui práticas laboratoriais, além de “Estudos dirigidos” e “Casos bioquímicos”, que são utilizados em aulas práticas e em discussões das várias disciplinas ministradas pelo Departamento, nos cursos de graduação do Campus São Paulo da Unifesp.

Decidimos publicar este livro porque acreditamos que este conteúdo também possa ser útil em cursos práticos e teóricos de outras instituições.

O curso prático do Departamento de Bioquímica tem por objetivo introduzir alguns dos procedimentos experimentais mais usados em Química Geral e Analítica, Química Orgânica, Bioquímica e Biologia Molecular. Também objetiva permitir ao estudante familiarizar-se com alguns tipos de equipamentos comumente usados em pesquisa.

A pesquisa científica é, quase sempre, colaborativa. Pouquíssimos trabalhos são assinados por um único autor. A imensa maioria dos trabalhos científicos tem vários autores, cada um contribuindo com um aspecto do projeto. Também neste curso, os experimentos são planejados para serem realizados por grupos de estudantes.

Parte do curso será realizada em laboratórios de aulas práticas, para todos os grupos simultaneamente. Outra parte será realizada em laboratórios de pesquisa dos docentes participantes, sendo cada aula ministrada para grupos pequenos de estudantes, que realizarão os experimentos em sistema de “rodízio”.

Antes de cada aula laboratorial, é **indispensável** que todos os estudantes leiam o *Manual de práticas e estudos dirigidos*, no qual são apresentadas, resumidamente, as bases teóricas e os procedimentos a serem realizados. Essa leitura também é essencial para que o estudante consiga fazer o relatório e responder as questões que são formuladas em cada aula. Quanto maior for a dedicação às aulas práticas e às discussões, maior será o aprendizado e o aproveitamento.

A pesquisa científica tem por objetivo explorar o desconhecido. Nas aulas práticas, muitas vezes a resposta é conhecida, isto é, o experimento já foi realizado anteriormente e já se sabe qual o resultado ou a resposta. Na pesquisa, entretanto, raramente se conhece *a priori* a resposta, e ela é obtida a partir dos resultados dos experimentos. Portanto, o pesquisador deve se acostumar a certo grau de incerteza quanto à “resposta certa”, e deve manter a mente aberta para aceitar resultados que, eventualmente, podem contradizer a hipótese inicial. O trabalho do estudante em um curso prático é considerar **os dados** obtidos nos experimentos, e tentar interpretá-los. Nesse contexto, a resposta “errada” é aquela que não está de acordo com os dados experimentais. A “fraude científica”, situação na qual uma

pessoa intencionalmente apresenta dados falsos, é considerada falta grave, porque leva a conclusões falsas. Isso tem forçado alguns pesquisadores a publicarem retratações, afirmando que os dados publicados por eles anteriormente, neste ou naquele artigo, resultaram de artefatos e não estavam corretos.

Outro aspecto ético importante que deve ser considerado diz respeito à citação correta das fontes de informação. É importante citar com precisão os livros e os artigos consultados e as figuras utilizadas. Se alguém não fizer isso, estará se apropriando indevidamente de dados e informações de outros autores.

SEGURANÇA NO LABORATÓRIO

Mariana da Silva Araújo

Todo aluno deve comparecer à aula prática com uma boa noção da teoria correspondente, e seguir as normas de segurança.

Segurança é assunto de máxima importância. Um fato que deve ser sempre lembrado é que “**A SEGURANÇA DE TODOS DEPENDE DE CADA UM**”. Possíveis acidentes poderão ser evitados se forem observados certos cuidados básicos.

UNIFORME

- Usar sapatos (ou tênis) fechados, calças compridas e um **avental**, de preferência, de algodão.
- Caso tenha cabelos longos, mantê-los presos durante a realização dos experimentos.
- Usar sempre **óculos** de proteção.

CONDUTA GERAL

- Trabalhar no laboratório somente quando o professor (ou o instrutor) estiver presente.
- Seguir **rigorosamente** as instruções dadas pelo professor.
- Não colocar sobre a bancada de laboratório bolsas, agasalhos ou qualquer material estranho ao trabalho que estiver realizando.
- Saber a localização e como utilizar o chuveiro de emergência, lavadores de olhos e extintores de incêndio.
- Não brincar, fumar, beber nem comer no laboratório.
- Manter limpos e em ordem o material, a bancada, o armário e os equipamentos.
- Estar atento ao experimento que está sendo executado.
- Trabalhar em silêncio.
- Ao se retirar do laboratório, verificar se não há torneiras (água ou gás) abertas, e desligar todos os aparelhos.
- Após ter trabalhado no laboratório, lavar muito bem as mãos antes de ingerir qualquer alimento.

CUIDADOS AO MANUSEAR REAGENTES QUÍMICOS

- Encarar todos os produtos químicos como venenos em potencial, enquanto não verificar sua inocuidade.
- Antes de usar qualquer reagente, ler cuidadosamente o rótulo do frasco para ter certeza de que aquele é o reagente desejado.
- Usar em cada experiência a quantidade de reagentes indicada.
- Evitar contato de qualquer substância com a pele.
- Todas as experiências que envolvam a liberação de gases e/ou vapores tóxicos devem ser realizadas em local designado pelo professor.

- Abrir frascos o mais longe possível do rosto e evitar aspirar ar naquele exato momento.
- Utilizar proteção para pipetar líquidos cáusticos ou tóxicos.
- Ao preparar soluções aquosas diluídas de um ácido, colocar o ácido concentrado na água; nunca o contrário.
- Nunca recolocar no frasco uma droga retirada em excesso e não utilizada. Ela pode ter sido contaminada.
- Nunca testar um produto químico pelo sabor.
- Não é aconselhável testar um produto químico pelo odor; porém, caso seja necessário, não colocar o frasco sob o nariz. Deslocar com a mão, para a direção do nariz, os vapores que se desprendam do frasco.
- Limpar o lado de fora dos frascos de reagentes quando derramar as soluções.
- Se algum produto químico for derramado, lavar o local imediatamente.
- Consultar o professor antes de fazer qualquer modificação no andamento da experiência e na quantidade de reagentes a serem usados.
- Evitar a contaminação das soluções dos reagentes.

MANUSEIO DO MATERIAL DO LABORATÓRIO

- Não trabalhar com equipamento defeituoso.
- Verificar se as conexões e ligações estão seguras antes de iniciar uma reação química.
- Lubrificar tubos de vidro, termômetros etc., antes de inseri-los em rolhas e proteger sempre as mãos com um pano.
- Nunca deixar frascos contendo solventes inflamáveis (acetona, álcool e éter, por exemplo) expostos ao calor.
- Não aquecer líquidos inflamáveis em chama direta.
- Nunca jogar água sobre solventes inflamados; usar extintor de incêndio ou abafar com um pano.
- Dedicar especial atenção a qualquer operação que necessite aquecimento prolongado ou que libere grande quantidade de energia.
- Cuidado ao aquecer vidro em chama: o vidro quente tem exatamente a mesma aparência do frio.
- Apagar sempre os bicos de gás que não estiverem em uso.
- Quando usar um aparelho pela primeira vez, ler antes o manual ou seguir as instruções do professor.

RESÍDUOS

- Não jogar qualquer material sólido ou resíduo de solventes dentro da pia ou nos ralos. Colocá-los em recipientes apropriados.
- Após jogar qualquer solução na pia, abrir a torneira e deixar correr bastante água.
- Não jogar vidro quebrado no lixo comum.

ACIDENTES

- Em caso de acidente, avisar imediatamente o professor, **mesmo que não haja** danos pessoais ou materiais. Caindo produto químico nos olhos, boca ou pele, lavar abundantemente com água. A seguir, procurar o tratamento específico para cada caso.

OUTRAS OBSERVAÇÕES IMPORTANTES

- Sempre que necessário, trabalhar na capela.
- Cuidar de todo o material do laboratório.
- Lavar os materiais utilizados.
- Evitar desperdícios, usando somente as quantidades de reagentes necessários, pois estes são importados, caros e difíceis de adquirir.
- Ser cuidadoso com os equipamentos do laboratório.

