

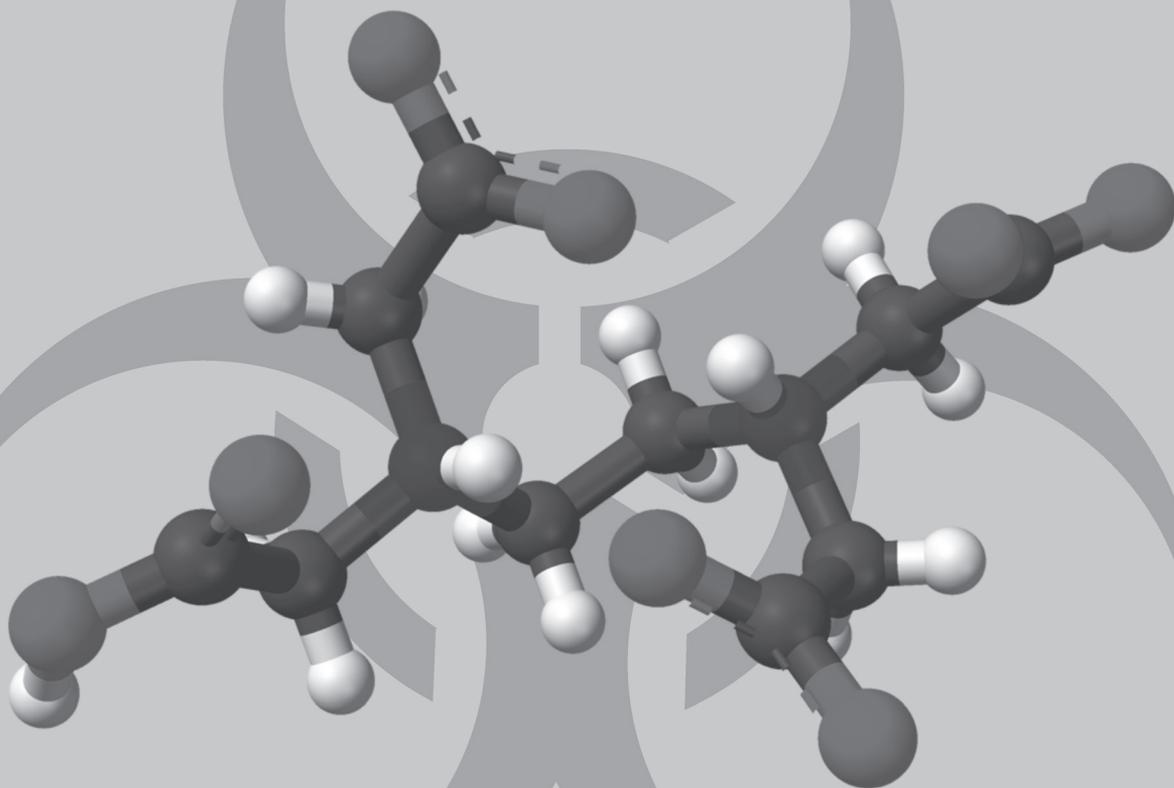
BOAS PRÁTICAS QUÍMICAS EM BIOSSEGURANÇA

2ª edição

Paulo Roberto de Carvalho

BOAS PRÁTICAS QUÍMICAS EM BIOSSEGURANÇA

2ª edição



EDITORA INTERCIÊNCIA

Rio de Janeiro – 2013

Copyright © 2013, by Paulo Roberto de Carvalho

Direitos Reservados em 2013 por **Editora Interciência Ltda.**

Diagramação: Maria de Lourdes de Oliveira

Revisão Ortográfica: Maria Paula da Mata Ribeiro
Maria Helena Aguiar Huebra

Capa: Paula Carvalho Almeida

CIP-Brasil. Catalogação na Fonte
Sindicato Nacional dos Editores de Livros, RJ

P327b

2.ed.

Carvalho, Paulo Roberto de.

Boas práticas químicas em biossegurança / Paulo Roberto de Carvalho.

– 2.ed. – Rio de Janeiro: Interciência, 2013.

732 p.: il.; 25 cm

Apêndices

Anexos

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7193-232-6

1. Laboratórios químicos – Medidas de segurança. 2. Produtos químicos
– Medidas de segurança. I. Título.

12-6817.

CDD: 363.11966

CDU: 614.8.086.4

É proibida a reprodução total ou parcial, por quaisquer meios,
sem autorização por escrito da editora.

www.editorainterciencia.com.br



Editora Interciência Ltda.

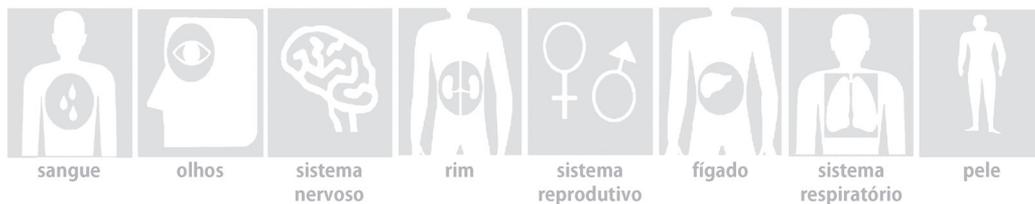
Rua Verna Magalhães, 66 – Engenho Novo

Rio de Janeiro – RJ – 20710-290

Tels.: (21) 2581-9378 / 2241-6916 – Fax: (21) 2501-4760

e-mail: vendas@editorainterciencia.com.br

Impresso no Brasil – *Printed in Brazil*



Homenagem

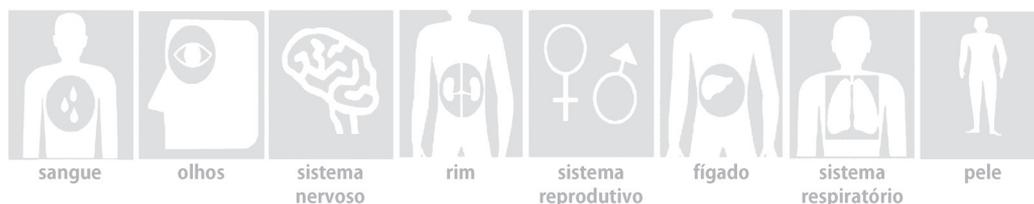
Uma eterna gratidão aos meus pais, que sempre me apontaram o caminho da dignidade, da honestidade, do respeito aos homens e, de sempre conseguir as coisas por mérito e não por oportunismo.

Aos meus amados filhos Arthur Bernardo e Elaine Louise, grandes filhos, sempre muito presentes me acompanhando nas empreitadas da vida. Espero nunca decepcioná-los.

Aos leitores da primeira edição que motivaram a produção desta segunda edição.

A todos os leitores que neste momento folheiam este livro.

Por fim, uma homenagem à Natureza, em especial a todos os animais.



Apresentação

O que gera uma segunda edição de um livro é a extinção da primeira, e isso só é possível, graças ao interesse do leitor e das instituições, em privilegiar a obra e levá-la consigo.

Sentimo-nos privilegiados por apresentar à comunidade científica e à sociedade a primeira edição de *Boas Práticas Químicas em Biossegurança*, ainda no século XX, mas precisamente no ano de 1999. E agora, em pleno século XXI, no ano de 2012 – que sorte fazer parte dessa geração! - temos a satisfação de apresentar uma segunda edição da obra, revisada e ampliada. Foram alguns meses de dedicação exclusiva na revisão e elaboração dos capítulos, convencido de que poderíamos oferecer um pouco mais para os leitores, que são aqueles que fazem parte da gigantesca massa de profissionais, dedicados às pesquisas científicas; os demais membros da classe de profissionais da área de saúde, estudantes universitários, do ensino técnico e os que se iniciam na vida científica.

Nosso objetivo principal, ao planejar a nova edição, foi o de preservar as características do livro anterior e seus pontos relevantes, mantendo o estilo informativo, e, também, apresentar um livro de leitura fácil e agradável.

Dada à magnitude de informações colhidas nos anos de vida acadêmica, das experiências vividas, das visitas técnicas realizadas em universidades, laboratórios e estabelecimentos de saúde, além das aulas e palestras proferidas em diversos eventos pelo Brasil, e também em outros países, não poderíamos, em nenhum momento, deixar de contemplar na nova edição tudo aquilo que nossos ouvintes, alunos e colegas de trabalho apontaram como relevante, tanto para as suas vidas laboral quanto acadêmica.

Na nossa trajetória, na condição de docente e de palestrante, assumimos a responsabilidade de atender às sugestões de nossos inúmeros leitores, que apontaram a necessidade, numa obra futura, da inclusão de assuntos de relevância para eles.

O Brasil de hoje é bem diferente do que era em 1999, ano da primeira edição do livro *Boas Práticas Químicas em Biossegurança*. Muitas são as transformações científicas e tecnológicas disponibilizadas para a sociedade até a data presen-

te. Avanços significativos em todas as áreas permitem pensar que as informações apresentadas na obra são pertinentes, no que tange à preservação e manutenção da integridade física, para os profissionais e estudantes que frequentam e/ou desenvolvem atividades em ambientes potencialmente perigosos.

Melhorar as condições de segurança nos laboratórios é um fator crítico na prevenção da diversidade de perigos que compõem esses ambientes. Os padrões de segurança para laboratórios no Brasil são bem compreendidos, no que tange à segurança biológica e ainda incipiente nos demais perigos. Muitas são as medidas globalmente aceitas, destinadas a prevenir danos aos profissionais e ao meio circundante. Conhecidas como *Medidas de Biossegurança* abrangem, em especial, procedimentos para impedir a liberação, no ambiente, de patógenos letais e outros organismos capazes de comprometer a integridade física dos profissionais.

A aplicação das medidas de biossegurança em muitas instituições brasileiras já é realidade, e a cada dia o arcabouço dessas medidas absorve novas especificidades, tão críticas quanto os perigos biológicos.

O cumprimento das normas de biossegurança deverá levar em consideração as demais ameaças que, se não controladas, serão geradoras em potencial de estragos relevantes nos ambientes de trabalho.

Nos ambientes científicos e demais locais onde são realizadas atividades que requerem o uso de insumos e produtos capazes de provocar danos à saúde, é preciso identificar qual o nível de periculosidade potencial dos agentes presentes e quais as medidas preventivas e de controle necessárias. Além disso, quais são os perigos associados às instalações do laboratório e demais dependências da unidade, e as consequências se esses agentes, nas suas formas mais variadas, escaparem dos laboratórios.

A aplicação das normas de biossegurança, no que diz respeito ao cumprimento das diretrizes de segurança implica considerar, além dos perigos biológicos, também os perigos radioativos, físicos, ergonômicos e químicos, e quem sabe outros que virão.

Essa nova era, precisamente no terceiro milênio, está atestando uma revolução científica que inspira outra revolução, esta em nossa maneira de conceber a segurança.

Inadmissível se produzir saúde nos laboratórios, hospitais e nas escolas, em geral, à custa da saúde dos profissionais. Até pouco tempo atrás, era aceitável – “*ossos do ofício*” - que profissionais fossem vítimas das hostilidades dos laboratórios e demais unidades de trabalho, pois as informações sobre segurança eram mínimas, hoje já é não bem assim.

Muitos, por quase todo o planeta, se dedicam a trabalhar em prol da prevenção da saúde do homem. E o bom disso é que grande parte das informações são publicadas e divulgadas pela rede mundial de computadores, e está acessível, basta querer.

No que concerne à segurança química, por exemplo, essência deste livro, as consequências de se aprender com os horrores da experiência serão inaceitáveis.

Não é razoável permitir que um cientista – quantos anos de estudo são necessários para formar um cientista? – de uma hora para outra, pereça por ser vítima das suas atividades. Ficar doente por ação de um produto reconhecidamente tóxico (cancerígeno, mutagênico, teratogênico, etc.) disperso, na atmosfera laboratorial, é assinar um atestado de total irresponsabilidade para com a saúde e a qualidade de vida.

Uma forma de contribuir com informações importantes para comunidade de leitores é que colocamos, à disposição, este livro, com uma linguagem clara e acessível, que está dividido em duas partes. A primeira parte é formada por quatorze capítulos e a segunda é constituída por anexos que exaltam assuntos gerais, mas pertinentes às questões de segurança. O capítulo 1 está reservado as Boas Práticas Químicas em Biossegurança, por sinal o tema que dá nome ao livro. Neste capítulo, reservamos um espaço para explicar como a segurança química se insere na biossegurança e os motivos que justificam a implantação das boas práticas químicas nas unidades de trabalho, considerando os procedimentos de prevenção necessários para as práticas seguras.

O capítulo 2 apresenta informações sobre a importância do planejamento das atividades e a organização do ambiente laboratorial. Procura explicar os benefícios que a inclusão das condições seguras de trabalho é capaz de oferecer não só a segurança pessoal e ambiental, mas também na obtenção de resultados precisos e confiáveis. Discute também a importância da prática do trabalho preciso e das consequências do retrabalho nas atividades que dependem do uso de equipamentos, instrumentos e produtos químicos, de consideráveis graus de complexidades.

No capítulo 3, tecemos algumas considerações sobre o ambiente laboratorial, o laboratório em si, como um ambiente que, de um momento para outro, poderá se transformar num ambiente hostil, em função da ausência ou da negligência das medidas preventivas e da inobservância de cuidados e cumprimento de regras de segurança. Abrimos um espaço para a discussão de um tema ao qual possivelmente ainda não foi dado a atenção merecida, que são os “labirintos laboratoriais” e rotas de fuga no caso de emergências.

O capítulo 4 foi reservado para tratar das questões referentes à biossegurança em unidades de trabalho e trabalhos de campo, no contexto da segurança química. Procuramos dar ênfase aos perigos ocupacionais no ambiente de trabalho e nos trabalhos de campo que são realizados por pesquisadores e estudantes. Também as questões relacionadas aos perigos ocupacionais de profissionais jovens e os de idade avançada também são observadas. Merece destaque também a segurança ocupacional de estagiários e estudantes que transitam pelos ambientes científicos.

O capítulo 5 foi dedicado ao tema relacionado aos produtos perigosos no ambiente de trabalho, no que tange às suas características, propriedades, classificação e demais informações relacionadas aos sistemas de segurança.

No capítulo 6, são apresentadas informações abrangentes sobre os tipos de equipamentos de proteção individual recomendados para a proteção de profissionais contra os potenciais agravos da exposição aos agentes químicos em geral.

No capítulo 7, são demonstrados os equipamentos de proteção coletiva, em especial, as cabines de segurança química, no que concerne aos variados tipos e especificidades, operação de funcionamento, manutenção e conservação. Também são apresentados outros equipamentos de proteção, eficazes na prevenção aos efeitos da exposição aos produtos considerados tóxicos.

Os desinfetantes químicos, produtos utilizados rotineiramente nos laboratórios e estabelecimentos de saúde são apresentados no capítulo 8. Os vários tipos de desinfetantes, suas formulações, e os cuidados obrigatórios de segurança, no que tange à manipulação, armazenagem e descarte, também são contemplados no referido capítulo.

O capítulo 9 foi concebido com a intenção de disponibilizar para o leitor o máximo de informações que puderam ser reunidas sobre os resíduos químicos, desde a geração nas unidades de trabalho, sua segregação até a disposição segura. A questão dos resíduos, por todo o planeta, é, sem dúvida, uma questão que precisa ser tratada intensivamente, pois, no caso dos resíduos químicos, a disposição de maneira inadequada é capaz de gerar problemas não só para os dias atuais, mas sobremaneira para as gerações futuras.

No capítulo 10, são apresentadas as informações pertinentes aos gases comprimidos. As classes de gases, os cilindros, reguladores e demais acessórios são alguns dos assuntos que são explorados de forma abrangente no decorrer do capítulo. As informações sobre as propriedades físico-químicas, estabilidade e reatividade, medidas de primeiros socorros, prevenção e combate a incêndios e de intervenção em caso de escape, e demais requisitos de segurança no uso, transporte e armazenamento são observados também. Demais informações sobre os requisitos de segurança de alguns gases mais importantes, utilizados nas unidades de trabalho, são apresentadas de forma bem abrangente em fichas personalizadas.

O capítulo 11 foi o reservado para tratar das questões relacionadas com os produtos químicos e algumas considerações sobre os produtos mais complexos como as bases e os ácidos fortes, os solventes inflamáveis e reconhecidamente nocivos e tóxicos, gases asfixiantes e demais produtos que apresentam a capacidade de causar danos aos profissionais nas unidades de trabalho. O capítulo ainda contempla uma parte dedicada às informações sobre segurança dos produtos químicos mais importantes utilizados em biologia molecular, biotérios e laboratórios de pesquisa em geral.

O capítulo 12 contempla o leitor com assuntos relacionados aos incêndios em áreas críticas. Entendemos como áreas críticas os ambientes laboratoriais, estabelecimentos de saúde, depósitos e almoxarifados que armazenam produtos químicos em geral. Procuramos disponibilizar informações importantes sobre os métodos de prevenção e demais ações úteis para impedir a geração desse tipo de evento, capaz de promover situações de extremo perigo, inclusive ceifando vidas. Incêndios também geram prejuízos financeiros consideráveis, não só pela perda humana e material, mas também por causar a interrupção temporária ou definitiva de atividades e projetos em instituições em geral. Uma parte do capítulo é dedicada às classes de incêndios e aos respectivos extintores compatíveis para cada tipo de incêndio. Além disso, as técnicas de prevenção e os métodos de intervenção foram contemplados. Foram enfatizados os meios de prevenção para evitar reações químicas perigosas capazes de gerar incêndios e explosões de alta complexidade. As variadas combinações explosivas envolvendo produtos químicos também estão disponíveis. Por fim, as informações sobre os perigos de incêndio em máquinas e equipamentos de laboratórios, e a prevenção aos incêndios envolvendo as sobrecargas de energia elétrica estão disponíveis.

O capítulo 13 apresenta informações sobre a questão das Emergências Químicas nas unidades de trabalho. Nele são abordados assuntos relacionados principalmente aos derramamentos de produtos químicos em geral e os procedimentos para resposta a esses eventos críticos. São informações que atendem tanto aos pequenos quanto aos expressivos derramamentos, no laboratório, depósitos e também nos almoxarifados. Um tipo de derramamento importante, relacionado ao mercúrio e aos métodos de limpeza, está descrito também no capítulo. Finalmente, são apresentados os produtos comerciais disponíveis que são úteis para o controle de derramamentos de produtos perigosos.

Por último, o capítulo 14, que encerra a primeira parte do livro, apresenta considerações sobre a prática da biossegurança na escola e os procedimentos de prevenção recomendados para garantir a integridade de alunos e professores. A questão do acidente escolar, no âmbito da escola como um todo, e especificamente nos laboratórios, é discutida, bem como a prática do bullying se traduzindo em perigo para os estudantes que frequentam os laboratórios escolares. É motivo de discussão também a possibilidade de acidentes gerados pelo uso de vidrarias, instrumentos e equipamentos de laboratório, bem como a relação de sintomas e doenças que acometem os estudantes, mas que os pais não os relacionam à exposição aos agentes perigosos encontrados também no ambiente escolar.

A segunda parte do livro é formada por apêndices e anexos que se relacionam aos capítulos da primeira parte.

O apêndice 1 apresenta informações sobre a água purificada, suas características, propriedades, processos de obtenção e cuidados requeridos para que a qualidade e confiabilidade sejam garantidas quando do uso nos ambientes laboratoriais e hospitalares.

O apêndice 2 trata dos conceitos de resistividade/condutividade e pH, parâmetros essenciais que visam garantir a qualidade da água purificada para fins científicos.

O apêndice 3 apresenta informações acerca do Poly(vinyl chloride) – PVC e os perigos associados quando o produto é utilizado na confecção de equipamentos de segurança.

Já o anexo 4, foi reservado para o um glossário sobre termos químicos, que servirão para suprimir dúvidas relacionadas aos assuntos inerentes aos capítulos.

O anexo 5 trata da questão da incompatibilidade de produtos químicos nos ambientes de trabalho e principalmente nas áreas de armazenamento.

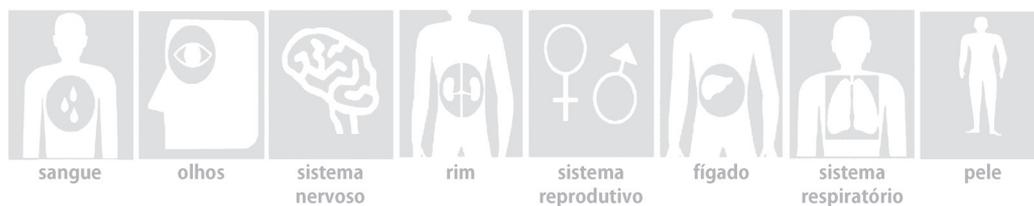
O anexo 6 apresenta a relação dos órgãos que fazem parte do Sistema Nacional de Informações Tóxico Farmacológicas, instituições responsáveis em repassar as informações sobre intoxicações, tanto no âmbito social como profissional.

Por último, encerrando a segunda parte, o anexo 7 traz para o leitor a Lei de Biossegurança.

Esperamos que esta obra, de leitura clara e acessível, venha atender às necessidades dos leitores, contribuindo com conhecimentos e informações capazes de suprir as necessidades daqueles que atuam nos ambientes científicos, escolares (docentes e discentes) e hospitalares, bem como orientar também o pessoal que atua na área de manutenção, os arquitetos, engenheiros, demais profissionais envolvidos com projetos na área de saúde, e, também o público interessado em obter um maior conhecimento dos requisitos que deverão ser seguidos para se conseguir trabalhar e viver com segurança.

Estamos convictos de que procuramos fazer o melhor. No entanto, isso não impede que estejamos prontos a receber as críticas, que certamente contribuirão, “quem sabe?” para enriquecer e aprimorar uma terceira edição desta obra, se assim a vida permitir.

O autor



Prefácio

Para mim foi um enorme prazer ter sido convidada para prologar a segunda edição da obra do professor Paulo Roberto, pesquisador que conta com o respeito e apreço da comunidade científica brasileira e latino-americana, por ser uma verdadeira referência das Boas Práticas Químicas em Biossegurança.

Na minha experiência como arquiteta especialista em controle de infecções, foi muito produtivo realizar o Curso de Especialização em Biossegurança, gerenciado pela Fiocruz, onde tive a oportunidade de aprender, sob a tutela do prof. Paulo Roberto, a importância da Segurança Química no âmbito da Biossegurança.

Aprendi que a Biossegurança não só está relacionada aos Perigos Biológicos, sendo desta maneira o planejamento, dentre outros, uma questão fundamental para realizar qualquer atividade hospitalar, laboratorial e não laboratorial, para aqueles que trabalham no âmbito da segurança predial, obras, infraestrutura e manutenção. Hoje em dia compreendo que os agentes químicos são, dentre os agentes ocupacionais, os que mais afetam os recursos humanos em suas respectivas unidades de trabalho, daí a importância que toda a organização se envolva com o tema, referindo-me com isto, implicitamente ao pessoal administrativo (Logística, Recursos Humanos, Área Jurídica, Planejamento e Orçamento, etc.) que muitas vezes desconhece como atuar em caso de um acidente ou desastre que tenha a ver com a Biossegurança, Segurança do Trabalhador ou do Meio Ambiente. O autor desenvolve modelos de prevenção para profissionais da área de saúde e para todos aqueles que trabalham para ela.

O livro também faz referência aos danos causados pelas substâncias químicas e, em que medida estes podem ser minimizados com o uso dos equipamentos de proteção adequados quando usados com conhecimento e responsabilidade. Define também, didaticamente, como deve ser a organização do local de trabalho e cada um dos riscos presentes nele, que, quando conhecidos, evidencia-se a grande importância da precaução sobre os mesmos, segundo nos descreve o autor: a intoxicação por inalação, absorção ou ingestão de substâncias químicas, as queimaduras térmicas ou químicas, as lesões na pele e nos olhos por contato com produtos quimicamente agressivos, cortes com materiais de vidro e outros objetos

de bordas afiadas, incêndios, explosões e reações violentas, exposições a radiações e, finalmente, o contato com outros agentes. Desenvolve recomendações para se conhecer detalhadamente com que materiais se está trabalhando, os perigos que apresentam, o que permite prever, controlar e o que fazer ante uma emergência.

Um tema muito importante que o autor desenvolve e de imprescindível conhecimento para a equipe de manutenção e logística, fazendo referência com isto aos procedimentos de manutenção, armazenagem e descarte de substâncias e produtos químicos. Faz também referência às instalações, segundo os níveis de riscos e seus efeitos em função das suas incompatibilidades. Além disso, aborda a problemática da agressão ao meio ambiente, particularmente em relação aos rejeitos químicos (sólidos, líquidos e gasosos) tanto no tratamento como no armazenamento temporal antes do descarte. Atividade que nos posiciona diante da responsabilidade, o compromisso e as consequências que o desconhecimento de seu manejo pode acarretar, desde o logístico até o operador.

No trabalho que desenvolvo como consultora na Organização Pan-Americana da Saúde – OPAS, no controle de infecções na América Latina, um dos principais problemas que afetam a saúde pública da região são as “Infecções Aero transmissíveis”, o que nos leva a realizar estudos e pesquisas que permitam, de alguma maneira, controlar fluxos de ventos com os sistemas de ventilação natural ou mecânica, tendo como base a região, a localização da construção do estabelecimento de saúde, o clima, a geografia e as patologias que afetam a região. Nesse caso, muito importante, é não deixar de considerar a idiosincrasia do povo em estudo, para melhor enfrentar a realidade nos estabelecimentos de saúde e Laboratórios de Saúde Pública. O autor resume os riscos associados à ventilação laboratorial em função da contaminação ambiental residual e odores; elevadas concentrações ambientais, geradas por derramamentos, escapamento e fugas de gases, produtos perigosos que se transferem à atmosfera quando se manipulam e se realizam operações com os mesmos. Assim a respectiva e adequada prevenção perante tais riscos, se baseia na ventilação eficaz do laboratório, devendo esta ser individualizada do resto das dependências, passando por manutenção preventiva e corretivas diferenciais de pressões entre ambientes, direção dos fluxos de ar de ambientes limpos para os menos limpos, contando com extração localizada mediante exaustores, gabinetes de laboratório e ventilação de emergência.

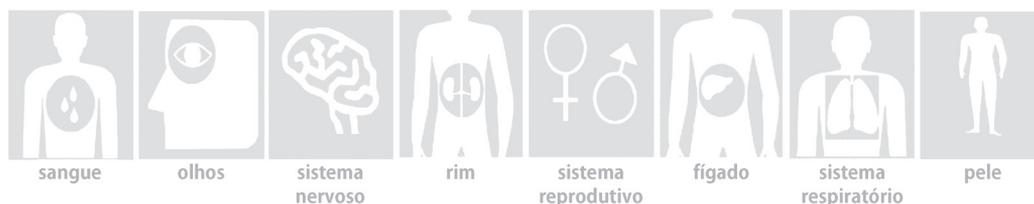
Esta é, pois, uma obra que sintetiza vocação, conhecimento e experiência. Obviamente, merecerá o reconhecimento e agradecimento especiais de toda a comunidade científica, de modo que agradecemos ao Prof. Dr. Paulo Roberto de Carvalho legar-nos esta obra de grande utilidade para os profissionais e não profissionais da saúde que estão envolvidos direta ou indiretamente com a Segurança e a Biossegurança nos Estabelecimentos de Saúde e Laboratórios de referência de Saúde Pública.

Felicitações ao Prof. Dr. Paulo Roberto. Talvez tenha faltado no seu magnífico livro, digo eu, algo que possa responder a nossa curiosidade de: *Como reagir ante o derrame de um delicioso cafezinho brasileiro?*

Para concluir, e a título de resumo dos conhecimentos deste grande maestro, fico eu com uma frase do livro: “Erros, não ocorrem por casualidade... erros se constroem a cada momento”.

Arq. Isabel Ochoa Delgado

Responsável da Área de Obras do
 Instituto Nacional de Saúde do Peru - INS.
 Consultora da Organização Pan-Americana
 da Saúde – OPAS, em Controle de Infecciones.



Prefácio da 1ª Edição

Ao ter sido convidado para prefaciar este livro, acreditava que com a minha experiência profissional ao longo de mais de vinte anos lidando com substâncias químicas e produtos químicos, a leitura desta obra pouco traria de novidade.

Belo engano! Picado pela mosca da curiosidade, debrucei-me sobre cada capítulo e, com avidez fui devorando cada página como uma nova e farta iguaria.

Nessa leitura, mesmo para os assuntos sobre os quais tinha domínio, fui me deparando com tópicos, procedimentos e assuntos, que se revelaram extremamente interessantes e inovadores, com linguagem simples e direta, garantindo o entendimento de assunto e dando aos leitores a chance para a adoção e promoção das intervenções preventivas necessárias.

Agradeço ao Paulo Roberto pela honra de escrever este prefácio e pela oportunidade de descobrir este novo instrumento de trabalho fundamental para todos que lidam com estas questões.

Sob a ótica da biossegurança o autor capacita e instrumentaliza o leitor de forma que este adquira conhecimento, potencialize os riscos e multiplique as formas e meios de controle de todos os elementos com o qual se encontra envolvido.

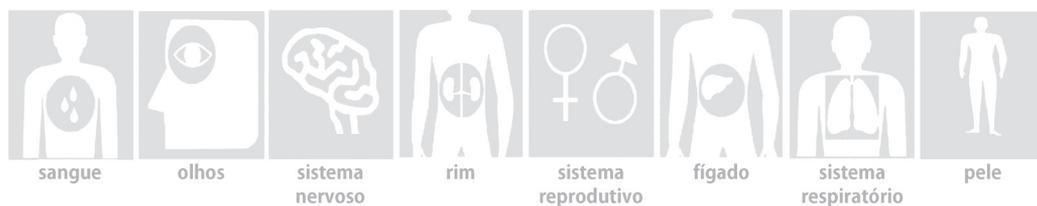
A abundância de informações e a capacidade de agrupá-las e torná-las acessíveis à sociedade torna este livro fundamental para todos nós que atuamos nesta área. Democratizá-las, até porque esta democratização do saber opera na contra mão de todo e qualquer processo de privatização quer do saber, ou dos mais raros patrimônios da sociedade.

Por último transcrevo uma frase que li, em uma obra na última Bienal de São Paulo este ano, a qual sintetiza bem o espírito do autor, nesta obra. “AS CULTURAS DOS POVOS PODEM EVENTUALMENTE MEDIR-SE PELA CAPACIDADE DE PREVENÇÃO DE CONFLITOS, ANTECIPANDO-SE AS TRAGÉDIAS IMPOSTAS E UTILIZANDO-SE DE MECANISMOS DE ANULAÇÃO DE FUTUROS MALÍGNOS – ANGOLA, 1963”.

A todos nós que temos a oportunidade de ter acesso a esta obra e principalmente à editora e ao autor, congratulações!!

Oscar Berro

Diretor Geral do Laboratório Central Noel Nutels



Sumário

Apresentação	VII
Prefácio	XIII
Prefácio da 1ª edição	XVII
CAPÍTULO 1	
Boas Práticas Químicas em Biossegurança	1
1.1 Considerações sobre a Lei de Biossegurança.....	1
1.2 Boas Práticas Químicas em Biossegurança	5
1.2.1 Motivos que Justificam a Implantação das BPQ.....	9
1.2.2 Sobre a segurança.....	12
1.2.3 Sobre Equipamentos de Segurança	13
1.2.4 Boas Práticas nas Requisições e Compras	14
1.2.5 Responsabilidade da Administração	14
1.2.6 Instalações onde Circulam Produtos Químicos	16
CAPÍTULO 2	
Organização e Planejamento no Laboratório	21
2.1 Planejamento das Atividades	22
2.2 Equipamentos e Instrumentos de Laboratório.....	23
2.3 Condições dos Instrumentos de Vidro	24
2.4 Soluções e Reagentes	24
2.5 Execução do Trabalho	27
2.6 Conduta e Bom-Senso	30
2.7 Equipamentos de Uso Pessoal.....	31
2.8 Bancadas de Trabalho	32
2.8.1 Bancadas Adaptadas.....	33
2.9 Bancada de Trabalho e Organização.....	34
2.9.1 O Passo a Passo.....	35
2.9.2 Vidrarias	35

2.9.3	Pré-Limpeza de Vidrarias e Instrumentos	36
2.9.4	Equipamentos	37
2.9.5	Extensão Elétrica	37
2.9.6	Condições Operacionais	38
2.9.7	Instrumentos e Acessórios	39
2.9.8	Frascos nas Bancadas	40
2.9.9	Limpeza da Área de Trabalho	42
2.9.10	Pessoal de Apoio	42
2.9.11	Novos Profissionais, Estudantes e Estagiários	43
2.10	Manutenção de Equipamentos	43
2.11	Retrabalho	46

CAPÍTULO 3

O Ambiente Laboratorial	49	
3.1	O Laboratório	49
3.2	Cuidados no Laboratório	50
3.3	Labirintos Laboratoriais	55
3.4	Estratégias em Caso de Emergência	59
3.5	Estratégias para a Evacuação a partir da Descoberta do Incêndio	61

CAPÍTULO 4

Biossegurança em Unidades de Trabalho e Trabalhos de Campo	63	
4.1	Perigos Ocupacionais	63
4.1.1	Processos de Controle	66
4.1.2	Identificação dos Perigos	66
4.1.3	Definição de Quem Poderá Ser Afetado	67
4.1.4	Avaliar os Perigos e Decidir sobre as Precauções	68
4.1.5	Registrar e Divulgar	70
4.1.6	Revisão da Avaliação de Perigos e Atualização	71
4.2	Agentes Ocupacionais	71
4.2.1	Classificação dos Principais Agentes Ocupacionais	72
4.2.2	Perigos nos Laboratórios Escolares	72
4.2.3	Perigos Ocupacionais e os Profissionais de Idade Avançada	76
4.3	Profissionais Jovens	80
4.3.1	Formação de Jovens Trabalhadores em Segurança e Saúde no Trabalho	84
4.4	Servidores Públicos Federal e os Perigos Ocupacionais	85
4.5	Cuidados nos Trabalhos de Campo	86
4.6	Controles de Engenharia no Ambiente de Trabalho	88
4.7	Contaminantes que Afetam à Saúde	90

CAPÍTULO 5

Produtos Perigosos no Ambiente de Trabalho	93
5.1 Características dos Produtos Perigosos	93
5.2 Manipulação, Movimentação, Armazenagem e Transporte de Produtos Perigosos	102
5.3 Classificação de Perigos Relacionados a Produtos Químicos	106
5.3.1 Explosivos	106
5.3.2 Gases Inflamáveis	107
5.3.3 Aerossóis Inflamáveis	108
5.3.4 Aerossóis são Considerados	108
5.3.5 Gases Oxidantes	108
5.3.6 Gases sob Pressão	108
5.3.7 Líquidos Inflamáveis	109
5.3.8 Sólidos Inflamáveis	109
5.3.9 Substâncias e Misturas Autorreativas	110
5.3.10 Pirofóricos	111
5.3.11 Substâncias e Misturas Autoaquecíveis	111
5.3.12 Substâncias e Misturas que em Contato com a Água Emitem Gases Inflamáveis	111
5.3.13 Líquidos Oxidantes	112
5.3.14 Sólidos Oxidantes	112
5.3.15 Peróxidos Orgânicos	112
5.3.16 Substâncias Corrosivas aos Metais	113
5.3.17 Fichas de Informações de Segurança de Produtos Químicos – FISPQ	113

CAPÍTULO 6

Exposição química – Equipamentos de Proteção Individual	137
6.1 Equipamento de Proteção Individual e Trajes de Segurança	141
6.1.1 Proteção da Cabeça	141
6.1.2 Proteção Ocular	143
6.1.3 Embaçamento e Transpiração	146
6.1.4 Manutenção	146
6.1.5 Demais Protetores Disponíveis	148
6.1.6 Proteção Respiratória	153
6.1.7 Manutenção de Respiradores	177
6.2. Proteção das Mãos	185
6.2.1 Tipos de Luvas	185
6.2.2 Propriedades das Luvas	189
6.2.3 Cuidados no Uso das Luvas	190
6.2.4 A Questão do Reuso das Luvas	190

6.2.5	Luvas de Látex	196
6.2.6	Luvas Descartáveis	197
6.2.7	Atenção Requerida do Profissional para o Uso de Luvas.....	198
6.3	Proteção dos Pés	199
6.3.1	Seleção de Calçados	199
6.4	Vestuário de Proteção	202
6.4.1	Resistência Química do Material	203
6.4.2	Nível de Proteção	204
6.4.3	Monitoração e Treinamento do Usuário	204

CAPÍTULO 7

Exposição química – Equipamentos de Proteção Coletiva	207	
7.1	Gabinetes de Segurança Química	207
7.2	Quando uma CSQ é Necessária.....	208
7.3	Sistema de Exaustão.....	209
7.3.1	Dutos	209
7.3.2	Exaustores	210
7.4	Programa de Segurança e Controle de Sistema de Exaustão de CSQ	211
7.5	Tipos de Cabines de Segurança Química	212
7.5.1	Volume de Ar Constante (CAV)	213
7.5.2	Cabines Especiais	220
7.6	Chuveiros de Emergência	249
7.6.1	Treinamento para Utilizar os Chuveiros de Emergência	249
7.6.2	Localização dos Chuveiros de Emergência	251
7.6.3	Instalações para Chuveiros de Emergência	252
7.7	Cabines com Duchas de Emergência	254
7.8	Chuveiro de Emergência Externo.....	255
7.9	Lava-Olhos.....	256
7.9.1	Treinamento para Uso Lava-Olhos.....	257
7.9.2	Instalação dos Lava-Olhos.....	259
7.9.3	Estações Lava-Olhos Portáteis	260
7.9.4	Galão Lava-Olhos Portátil	261
7.9.5	Unidade Pessoal para Lavagem dos Olhos	262
7.9.6	Sistema de Conversão Torneira em Lava-Olhos	263
7.9.7	Lava-Olhos e Encharcador Fixo	263

CAPÍTULO 8

Desinfetantes químicos	265	
8.1	Compostos de Cloro	267
8.1.1	Cloro.....	268

8.1.2	Outras Nomenclaturas para o Cloro.....	268
8.1.3	Reação do Cloro com Compostos Orgânicos.....	269
8.1.4	Reação do Cloro com Compostos Inorgânicos.....	269
8.1.5	Efeitos Adversos do Cloro à Saúde.....	269
8.1.6	Hipoclorito de Sódio.....	271
8.2	Álcoois.....	271
8.2.1	Álcool Etílico.....	272
8.2.2	Álcool Isopropílico.....	272
8.3	Iodo.....	273
8.3.1	Efeitos Adversos das Soluções à Base de Iodo à Saúde.....	273
8.4	Formaldeído.....	274
8.4.1	Efeitos Adversos das Soluções à Base de Formaldeído à Saúde.....	274
8.4.2	Sobre o Uso de Luvas para Uso com Formaldeído.....	275
8.5	Glutaraldeído.....	276
8.5.1	Monitoramento das Soluções de Glutaraldeído.....	276
8.5.2	Monitoramento do Ar Ambiental.....	277
8.5.3	Estabilidade do Glutaraldeído.....	278
8.5.4	Cuidados no Manuseio – Vapores e Líquidos.....	278
8.6	Clorexidina.....	285
8.7	Peróxido de Hidrogênio.....	287
8.7.1	Vantagens e Desvantagens da Utilização de Peróxido de Hidrogênio.....	288
8.7.2	Efeitos do Peróxido de Hidrogênio sobre a Saúde.....	288
8.8	Ácido Peracético (APA).....	288
8.8.1	Aplicações do Ácido Peracético.....	289
8.8.2	Processo de Desinfecção por Ácido Peracético.....	289
8.8.3	Efeitos do Ácido Peracético sobre a Saúde.....	290
8.8.4	Fogo e Explosões.....	290
8.8.5	Manipulação e Estocagem.....	291
8.8.6	Medidas em Caso de Vazamento ou Derrame Acidental.....	291
8.9	Desinfetantes Fenólicos.....	292
8.9.1	Perigos à Saúde Proveniente dos Desinfetantes Fenólicos.....	292
8.9.2	Manuseio e Armazenagem.....	293
8.10	Compostos de Amônio Quaternário.....	294

CAPÍTULO 9

Resíduos químicos – Geração, Segregação e Disposição.....	297	
9.1	Resíduos.....	297
9.2	Classificação dos Resíduos como Perigosos.....	303
9.2.1	Resíduos Químicos.....	303
9.2.2	Resíduos Químicos Potencialmente Perigosos.....	303

9.3	Procedimentos para Eliminação de Resíduos	305
9.3.1	Tratamento e Manipulação de Excedente de Produtos Químicos e de Resíduos Perigosos	305
9.3.2	Protocolo-Padrão	305
9.3.3	Resíduos de Solventes Comuns.	305
9.4	Excedentes e Resíduos Químicos Indesejados	310
9.4.1	Zona de Acumulação de Resíduos	312
9.4.2	Resíduos Especiais	312
9.5	Descarte de Recipientes Vazios de Produtos Químicos	323
9.5.1	Os Recipientes de Vidro.	324
9.5.2	Recipientes Metálicos.	324
9.5.3	Embalagens Secundárias.	325
9.5.4	Resíduos Químicos Desconhecidos	325
9.5.5	Mistura de Resíduos.	326
9.5.6	Rotulagem dos Contentores de Resíduos Químicos.	326
9.6	Dispositivos para Armazenamento de Resíduos.	327
9.6.1	Carro de Transporte para Movimentação de Recipientes de Resíduos.	327
9.6.2	Bandeja ou Plataforma de Contenção	328
9.6.3	Coletores para Resíduos.	329
9.6.4	Armários para Resíduos.	331
9.6.5	Bandejas para Conter Derramamentos	333
9.6.6	Armazenagem em Prédios Externos.	333
CAPÍTULO 10		
Gases Comprimidos		335
10.1	Introdução.	335
10.1.1	Cilindros de Gases	339
10.1.2	Reguladores de Pressão de Gás Comprimido	341
10.1.3	Válvulas	344
10.1.4	Recebimento do Cilindro.	345
10.1.5	Teste de Vazamento	345
10.1.6	Condições de Armazenamento	348
10.1.7	Depósitos Externos.	354
10.1.8	Cuidados no Armazenamento de Cilindros.	355
10.1.9	Cilindros em Áreas Internas de Trabalho	356
10.1.10	Quanto ao Manuseio de Cilindros	357
10.2	Grupo de Perigo de Gases	362
10.3	Propriedades de Alguns Gases Importantes	363
	Acetileno	364
	Dióxido de Carbono	370

Dióxido de Carbono (Gelo Seco).....	378
Nitrogênio Líquido	384
Oxigênio	392

CAPÍTULO 11

Produtos Químicos – Considerações e Cuidados Gerais	411
11.1 Características, Efeitos e Cuidados.....	411
11.2 Conhecendo os perigos e promovendo as medidas de segurança	411
11.3 Medidas de Segurança	412
11.4 Obtenção das Informações de Perigo e de Segurança	412
11.5 Cuidados Durante o Uso de Produtos Químicos.....	414
11.5.1 Moagem/Trituração de Produtos Químicos	414
11.5.2 Transferência de Produtos Químicos entre Recipientes	414
11.5.3 Transferência de Líquidos Inflamáveis entre Recipientes.....	415
11.5.4 Manuseio de Equipamento de Pulverização	416
11.5.5 Aquecimento de Líquidos	416
11.5.6 Limpeza de Derramamentos ou Vazamento de Líquidos Inflamáveis	417
11.6 Dissolução de Produtos Perigosos	417
11.6.1. Dissolução de Hidróxido de Sódio (Soda Cáustica).....	417
11.6.2. Dissolução de Ácidos	418
11.7 Gases	419
11.7.1 Gases Irritantes.....	419
11.8 Gases Asfixiantes	427
11.8.1 Monóxido de Carbono	427
11.8.2 Cianeto de Hidrogênio.....	429
11.8.3 Produtos que Geram Gases Asfixiantes	431
11.9 Gases não Irritantes	436
11.10 Gases Inertes.....	437
11.11 Produtos Químicos orgânicos	437
11.11.1 Metanol (Álcool Metílico)	438
11.11.2 Etanol (Álcool Etilico)	440
11.11.3 Butanóis (n-Butanol, iso-Butanol, sec-Butanol e terc-Butanol)	441
11.11.4 Éter Etilico.....	443
11.11.5 Benzeno	446
11.11.6 Tolueno	449
11.11.7 Nitro e Amino Compostos Aromáticos.....	450
11.11.8 Ácidos Orgânicos	451
11.11.9 Produtos Ácidos e Alcalinos	452
11.11.10 Ácidos Minerais	456

11.12	Metais Pesados	463
11.12.1	Arsênico	465
11.12.2	Cádmio	466
11.12.3	Chumbo	468
11.12.4	Mercúrio	470
11.13	Fichas de Informações Rápida	472
	Ácido Acético	473
	Ácido Peracético	475
	Acrilamida	477
	Brometo de Cianogênio	479
	Brometo de Etídio – ETBr	483
	Clorofórmio	485
	Dimetilsulfóxido – DMSO	487
	Fenol	490
	Formaldeído	493
	Glutaraldeído	496
	Hidrocloreto de Guanidina	500
	Hipoclorito de Sódio	503
	Xileno	507
CAPÍTULO 12		
Incêndios em Áreas Críticas		523
12.1	Incêndio	523
12.2	Incêndio em Laboratório	527
12.3	Perigo de Incêndio	527
12.4	Produtos Inflamáveis	527
12.5	Equipamento de Refrigeração à Prova de Explosão para Laboratório	528
12.6	Seleção de Equipamento de Refrigeração	529
12.7	Produtos e Misturas Explosivas	529
12.8	Outros Materiais Combustíveis	530
12.8.1	Operações Perigosas	530
12.8.2	Fontes de Ignição	530
12.9	Principais Causas de Incêndios em Laboratórios	530
12.10	Manutenção de Equipamentos	531
12.11	Odores Estranhos	532
12.12	Equipamentos Geradores de Calor e Chamas	532
12.13	Depósito de Material Inflamável	532
12.14	Produtos Químicos Explosivos	533
12.15	Mobiliário do Laboratório	536
12.16	Manuseio de Substâncias Reativas	536

12.17	Regras para Combater o Fogo.....	537
12.18	Equipamentos de Extinção	538
12.18.1	Caixas de Incêndio com Mangueiras e Esguicho	538
12.18.2	Sistema Automático	539
12.18.3	Manta de Incêndio	539
12.18.4	Caixas de Areia	539
12.18.5	Extintores de Incêndio.....	539
12.19	Tipos e Utilização de Extintores de Incêndio	540
12.19.1	Tipos de Extintores.....	540
12.20	Boas Práticas e Manutenção da Limpeza.....	542
12.21	Cuidados com as Estocagens.....	543
12.22	Produtos Químicos	544
12.23	Fumo	545
12.24	Máquinas e Equipamentos	545
12.25	Segurança Elétrica	546
12.26	Líquidos Inflamáveis – Cuidados	547
12.27	Cilindros de Gases	547
12.28	Aquecimento e Sistema de Iluminação Perigosos.....	548
12.29	Manutenção e Segurança.....	549
12.30	Término do Expediente	550
12.31	Planejamento para Emergência	550
12.32	Como Evitar Incêndios.....	551
 CAPÍTULO 13		
	Emergência Química	555
13.1	Por que Falar de Emergência Química?.....	555
13.2	Derramamentos Químicos.....	557
13.3	Procedimentos de Resposta a Derramamentos – Grandes Derramamentos	557
13.4	Procedimentos de Resposta a Derramamentos – Pequenos Derramamentos	557
13.4.1	Derramamentos sobre Bancadas	558
13.4.2	Derramamento no Piso	559
13.5	Materiais Absorventes	560
13.5.1	Materiais Absorventes Especiais.....	561
13.5.2	Absorvente Ácido Neutralizante.....	561
13.5.3	Absorvente Cáustico Neutralizante	561
13.5.4	Absorvente para Solventes	561
13.5.5	Absorvente para Mercúrio.....	562
13.6	Equipamento para Prevenir Derramamentos.....	563

CAPÍTULO 14

Biossegurança na Escola – Considerações e Precauções	565
14.1 Trabalho Infantil e a Lei do Aprendiz.	565
14.2 O Acidente Escolar	566
14.3 Aulas Práticas no Ensino de Ciências.	568
14.4 Biossegurança e <i>Bullying</i>	570
14.4.1 O <i>Bullying</i> na Escola	570
14.4.2 <i>Bullying</i> no Laboratório Escolar.	571
14.4.3 A Prevenção ao <i>Bullying</i>	573
14.5 Plano de Prevenção de Acidentes na Escola	574
14.5.1 Acidentes mais Comuns.	576

APÊNDICE I

Água Purificada	583
I.1 A Água	583
I.2 Tratamento da Água nas ETA – Conceitos Básicos	585
I.3 Unidade de Operação e Processo	586
I.4 Reservatórios e Tanques de Armazenamento de Água	588
I.4.1. Manutenção da Qualidade da Água Durante o Armazenamento	589
I.4.2. Localização dos Reservatórios de Água	590
I.4.3 Manutenção do Reservatório e do Tanque de Armazenamento	591
I.4.4 Ações de Segurança em Reservatórios de Água	591
I.4.5 Reservatórios Estratégicos	592
I.4.6 Abastecimento de Água entre Reservatórios.	592
I.5 Água Purificada.	593
I.5.1 Água para Uso em Laboratórios em Geral.	594
I.5.2 Cuidados com a Água Purificada.	596
I.6 Água para Fins Médico-Hospitalares.	596
I.7 Água para Hemodiálise	597
I.7.1 Efeitos da Temperatura da Água.	598
I.7.2 Dispositivo de Prevenção de Acompanhamento do Retorno de Fluxo	599
I.7.3 Monitoramento dos Tanques de Carvão	599
I.7.4 Monitoramento para Sistemas de Purificação por Osmose Reversa (RO).	601
I.7.5 Monitoramento para Sistema de Purificação por Deionização (DI).	602
I.7.6 Contaminação Química	602
I.7.7 Monitoramento da Contaminação Microbiológica.	603
I.7.8 Coleta de Amostras.	604

I.7.9	Monitoramento do Sistema de Drenagem.....	605
I.7.10	Monitoramento do Uso de Desinfetantes	605
I.7.11	Documentação das Operações	605
I.7.12	Abastecimento por Meio de Carros-Pipa.....	606
I.7.13	Água para Lavanderia Hospitalar.....	607
I.7.14	Dureza	608
I.7.15	Ferro.....	609
I.7.16	Manganês.....	609
I.7.17	pH (Potencial Hidrogeniônico)	610
I.7.18	Cor	610
I.7.19	Turbidez.....	610
I.8	Obtenção de Água Purificada	611
I.9	Destiladores e Bidestiladores	612
I.10	Sistemas de Purificação por Cartuchos	612
I.11	Sistema de Purificação por Osmose Reversa.....	612
I.11.1.	Membranas.....	614
I.11.2	Como Funcionam as Membranas	615
I.12	Comparação entre Tratamentos para Purificação de Águas	616
I.12.1	Destilação	616
I.12.2	Deionização (Íon Exchange)	616
I.12.3	Desinfecção por Ultravioleta (UV)	617
I.12.4	Água Ultrapura	617
I.13	Deionização.....	618
I.13.1	Diversos Usos da Água Deionizada	619
I.13.2	Resinas.....	621
I.13.3	Processo de Deionização (Desmineralização).....	622
I.13.4	Regeneração das Resinas.....	624

APÊNDICE II

Conceitos de Resistividade, Condutividade e pH	627	
II.1	Resistividade e Condutividade	628
II.2	Procedimentos para Medição de Condutividade	629
II.3	Conceitos de pH	630
II.4	Procedimentos para Medição de pH	632
II.5	Calibração	633
II.6	Eletrodo para Medição de pH.....	634

APÊNDICE III

PVC e Perigos Associados.....	637
--------------------------------------	------------

APÊNDICE IV

Glossário	641
------------------------	------------

APÊNDICE V

Incompatibilidade Química	653
V.1 Incompatibilidade	653
V.2 Combinações Explosivas de Produtos Químicos Comuns	654
V.3 Cuidados no Armazenamento	656
V.4 Regras de Segurança para Armazenamento de Produtos Químicos	657
V.5 Tipos de Armazenamentos – Considerações	658
V.5.1 Armazenamento Aleatório	658
V.5.2 Armazenamento por Ordem Alfabética	659

ANEXO I

Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas Sinitox	663
--	------------

ANEXO II

Lei de Biossegurança	673
-----------------------------------	------------

REFERÊNCIAS	691
--------------------------	------------