



Universidade do Minho

Guia de Segurança no Laboratório

Prof. Michael Smith
Departamento de Química
2007/2008

Índice

1. Introdução	2
2. Protecção pessoal	3
3. Regras de segurança no laboratório de ensino	4
4. Limpeza e arrumação do laboratório	5
5. Regras práticas de trabalho	7
6. Trabalho com vidro	9
7. Uso de equipamento sob vácuo	9
8. Uso de equipamento eléctrico	11
9. Incêndios e explosões	11
10. Medidas de emergência	14
11. Combate ao incêndio	15
12. Bibliografia	17

1. Introdução

Ao produzir um guia de segurança para os estudantes de Química, o objectivo principal foi estabelecer normas de comportamento a serem seguidas pelos utentes dos laboratórios de ensino do Departamento de Química. O cumprimento destas normas contribuirá, sem dúvida, para uma redução do risco de ocorrência de um acidente.



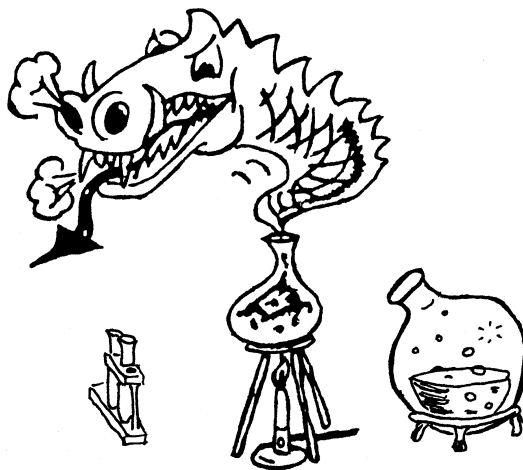
A selecção de matéria apropriada para inclusão num guia de segurança a ser usado por estudantes não é tarefa fácil. Na maioria dos casos, os estudantes novos, tendo pouca experiência das técnicas específicas usadas no laboratório de Química, têm com certeza dificuldade em compreender qualquer texto referente aquelas técnicas. Por outro lado, a divisão do guia em vários volumes oferecendo um tratamento progressivo dos vários assuntos, teria a desvantagem de criar descontinuidade na matéria. Após alguma reflexão, optámos por elaborar um manual completo que inclua todos os tópicos necessários durante um curso de Química.

A prevenção de acidentes em laboratórios, armazens ou oficinas é do interesse de todos os que usam as instalações. Num laboratório de química os utentes têm obrigação moral de manter um comportamento que não prejudique a segurança ou a saúde dos seus colegas de trabalho. É claro que o laboratório de química contém muito perigos e não é certamente um local para brincadeiras. Infelizmente por vezes o comportamento dos estudantes dentro do laboratório está longe de ser apropriado.

Se é por um lado verdade que nenhuma experiência incluída nas aulas práticas de Química é por si perigosa, existem por outro lado muitas situações em que um lapso do estudante pode conduzir a situações bastantes desagradáveis. No caso de existir qualquer dúvida relacionada com as instruções nos manuais de laboratório, a primeira acção que o estudante deve ter é pedir informação ao docente responsável pela aula, e não ao colega de curso mais próxima.



Em geral, nenhum produto a ser usado por estudantes em trabalhos de laboratório é muito tóxico; no entanto, quase todos os produtos químicos que se encontram nos laboratórios são tóxicos quando ingeridos em quantidade suficiente. Encontra-se disponível na Biblioteca do Departamento de Química informação sobre a toxicidade de uma vasta gama de produtos químicos. No caso de precisar de mais informação sobre aspectos de toxicidade de qualquer produto, o estudante deve recorrer aos livros de referência guardados na Biblioteca de Química. Algumas destas referências estão indicadas na Bibliografia deste guia.



2. Protecção pessoal

Todas as pessoas que trabalham nos laboratórios devem possuir e usar protecção adequada para o seu trabalho. É recomendado o uso de uma bata e óculos de segurança. Os óculos de segurança oferecem protecção adequada para a maior parte do trabalho de rotina num laboratório. No entanto, sempre que se realize um trabalho que se saiba ser potencialmente perigoso para os olhos, a protecção deve ser mais completa, (uso de um visor ou ecran de segurança). **NÃO SE RECOMENDA O USO DE LENTES DE CONTACTO NO LABORATÓRIO.**



As lentes de contacto são difíceis de remover quando corpos estranhos penetram nos olhos e tendem a evitar que os fluidos naturais removam contaminantes sólidos ou líquidos que se introduzam sob as lentes.

É importante lavar a bata regularmente para remover os resíduos de produtos químicos e portanto reduzir o risco de contaminação ou contacto com estes produtos. Deve usar luvas para operações que envolvam produtos tóxicos ou perigosos. Remova as luvas para abrir portas, torneiras ou frascos, ligar aparelhos, etc. O contacto com uma luva contaminada pode deixar um produto tóxico no equipamento usado.



A próxima pessoa a usar o equipamento pode portanto correr o risco de contaminação com o produto tóxico.

Considere as suas luvas como parte do seu equipamento pessoal, não devem ser usadas por outras pessoas. Luvas contaminadas por produtos tóxicos devem ser deitadas num recipiente apropriado (lata de restos sólidos).

3. Regras de segurança no laboratório de ensino

Excepto numa emergência extrema ninguém deve correr num laboratório ou nos corredores de acesso.

Poucos são os produtos químicos que não têm efeitos tóxicos. A forma de ingestão, através de ferimentos na pele ou por inalação, também tem um papel importante. Para reduzir os riscos ninguém deve comer, beber, aplicar produtos cosméticos ou fumar num laboratório.

Tendo em conta o perigo de incêndio ou explosão, os fumadores devem ter muito cuidado nas instalações onde o uso de solventes é contínuo. Antes de comer, beber, aplicar produtos cosméticos ou fumar é importante lavar as mãos.



Qualquer acidente, seja de que género for, (golpe, queimadura, ingestão acidental de qualquer substância, choque eléctrico, explosão etc.) deve ser imediatamente comunicado ao docente, mesmo que aparentemente não seja grave. De uma maneira geral, a primeira medida a tomar, no caso de ser atingido por um produto químico susceptível de provocar queimaduras, é lavar com água a área afectada.

Não é permitido executar qualquer experiência que não tenha sido devidamente autorizada. As quantidades indicadas nas instruções fornecidas pelo responsável das aulas práticas em geral são as mais apropriadas para obter um rendimento optimizado. Nenhum aluno deve, por iniciativa própria, assumir a responsabilidade de modificar as condições das experiências a serem executadas no laboratório.

4. Limpeza e arrumação do laboratório

Uma boa organização e rigor no trabalho são qualidades essenciais para um trabalho seguro e bem sucedido.

O equipamento que não está a ser usado deve ser guardado num lugar apropriado para manter a superfície da bancada o mais livre possível. É óbvio que o derrubamento de um frasco de reagente, que por si é inócuo, pode ter consequências muito mais graves se o tampo da bancada estiver ocupado com outros frascos ou equipamento. Do ponto de vista de segurança é melhor técnica manter a superfície da bancada o mais livre possível,

minimizando as quantidades de produtos perigosos que aí se colocam durante a aula. Os frascos de reagentes devem ser imediatamente arrumados após a sua utilização e não devem ficar espalhados pelo laboratório. Qualquer reagente que esteja arrumado na hotte, não deve ser de lá retirado para ser usado em outros locais do laboratório.

Deve o estudante ter cuidado especial com os frascos grandes de solventes (Winchesters); ao levantar o frasco pelo gargalo, o próprio peso do frasco pode ser suficiente para o partir. Se tiver um acidente verifique que todos os resíduos de vidro, produtos químicos, etc., estão convenientemente arrumados. Soluções entornadas no chão ou na bancada devem ser removidas imediatamente. Ácidos ou bases concentradas devem ser diluídos com grandes quantidades de água antes de serem despejados na pia.

Durante a operação de limpeza deve proteger o vestuário com uma bata e os olhos com óculos de segurança ou uma máscara.



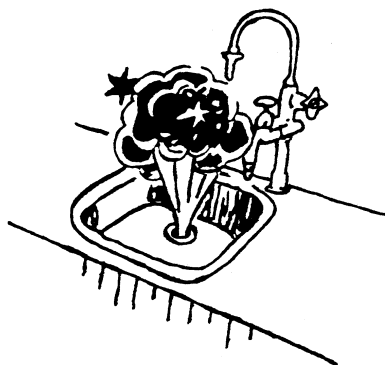
Deite os papeis, vidros partidos ou qualquer outro material nos recipientes apropriados. Em todos os laboratórios é necessário eliminar diariamente resíduos químicos. De um modo geral é permitido lançar pequenas quantidades de soluções aquosas ou líquidos miscíveis em água nos esgotos desde que sejam devidamente diluídas.

Embora substâncias solúveis em água possam ser eliminadas por este meio, nunca deve lançar nos esgotos materiais que libertem vapores inflamáveis, causem problemas de poluição ou de qualquer outro modo interfiram com o funcionamento normal das redes de esgotos. Note que os solventes orgânicos devem ter outro destino: são colocados em recipientes adequados para recuperação ou para incineração ao ar livre mais tarde. Em todos os laboratórios devem existir recipientes distintos para o despejo de solventes orgânicos com e sem cloro; quando misturados, estas duas classes de solventes podem reagir violentamente.

Líquidos inflamáveis, líquidos não-miscíveis em água ou reagentes de cheiro desagradável não devem ser lançados nas canalizações. Na maioria dos casos estes produtos podem ser eliminados por adsorção num meio apropriado. A areia, por exemplo, permite não só adsorver os líquidos como também formar barreiras que impeçam o seu alastramento. A

serradura é útil para adsorver líquidos de cheiro desagradável podendo ser depois incinerada, pelo que é mais fácil de ser eliminada do que a areia.

Quando for preciso lavar equipamento de vidro que tenha sido usado com produtos ou solventes orgânicos de natureza tóxica em geral é aconselhável fazer uma pré-lavagem da peça



com acetona, ou outros solventes apropriados, para remover restos dos produtos tóxicos antes de colocar a referida peça na máquina de lavar. Evita-se assim a transferência de restos tóxicos para os esgotos e consegue-se uma lavagem mais eficiente da peça.

Restos sólidos de produtos químicos, material usado para remoção de restos de produtos tóxicos, material sólido usado como fase estacionária em cromatografia, etc., não devem ser despejados na caixa de lixo do laboratório, mas sim guardados numa lata de restos sólidos para eliminação posterior.

5. Regras práticas de trabalho

Leia sempre cuidadosamente os rótulos dos frascos de reagentes. A utilização de um reagente errado pode causar acidentes graves. Nunca reponha nos recipientes de armazenagem qualquer reagente que tenha sido retirado em excesso, pois um erro de identificação pode no



mínimo contaminar o frasco de reagente, e no caso de ser incompatível, causar uma reacção violenta. Antes de arrumar um frasco de reagente (e em particular um frasco de um ácido ou base) certifique-se que ele está limpo por fora.

Nunca prove qualquer reagente químico. Em geral não é aconselhável cheirar qualquer produto químico; no entanto, no caso do docente encarregado da orientação dos trabalhos práticos indicar que este acto será útil, faça-o com extremo cuidado.

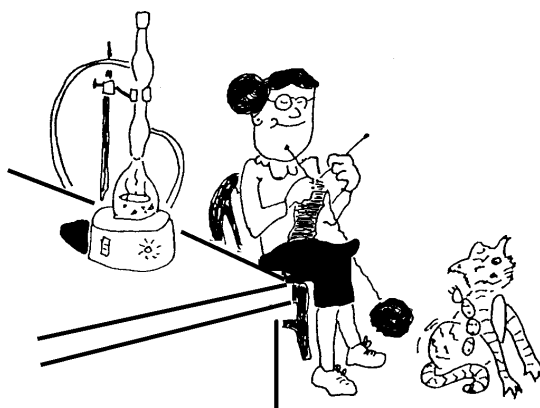
Nunca use sucção bucal para enchimento de pipetas. Para eliminar o risco de ingestão de líquidos deve usar um dos vários enchedores de pipetas disponíveis nos laboratórios de Química.



Nunca oriente um tubo de ensaio de maneira que qualquer material projectado possa atingí-lo a si ou a qualquer outra pessoa a trabalhar no laboratório. Utilize a hotte sempre que haja possibilidade de libertação de vapores perigosos ou desagradáveis. Obviamente experiências com produtos tóxicos devem ser montadas numa hotte e se for preciso deve usar um ecran de segurança.

Não olhe directamente para a boca de um tubo de ensaio ou frasco enquanto está a misturar os conteúdos, a juntar outros produtos ou a aquecê-lo.

Quando necessitar de preparar uma solução aquosa de um ácido lembre-se que a diluição de um ácido concentrado é um fenómeno exotérmico. Deve deitar o ácido sobre a água e com agitação.



Não deve deixar uma experiência sem supervisão. Se tiver que sair do laboratório antes de acabar uma experiência, é muito importante arranjar uma outra pessoa para tomar conta da montagem.

Na montagem de uma destilação ou refluxo deve sempre fazer provisão para a remoção rápida da fonte de aquecimento (usando, por exemplo, um elevador).

Não deixe ligados os bicos de Bunsen, ou qualquer outra fonte de aquecimento, quando não estiverem a ser utilizados. Nunca deve deixar desatendidos os bicos de Bunsen que estiverem em funcionamento.

Muitos produtos são venenosos, corrosivos ou perigosos em outros sentidos. Nem todos os utentes têm conhecimento suficiente para identificar estes produtos, portanto verifique que todos os produtos que preparam nas aulas práticas estão correctamente rotulados com indicações apropriadas se forem de elevada toxicidade.

6. Trabalhos com vidro

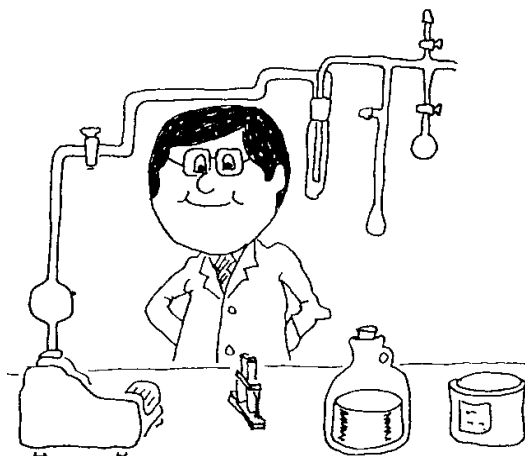
Os golpes causados pelo vidro em muitos casos são profundos e frequentemente complicados pela presença de estilhaços de vidro. É boa prática proteger as mãos e os olhos durante manipulações de tubos ou equipamento de vidro.

Para se introduzir um tubo de vidro (ou haste de um funil) numa anilha de borracha, rolha perfurada ou tubo de borracha deve escolher-se o diâmetro do tubo de modo que não seja necessário aplicar muita força ao introduzir o tubo no orifício. O tubo deve ser primeiramente lubrificado com um pouco de gordura de silicone ou umas gotas de água. Com uma mão pega-se na anilha, rolha ou tubo e com a outra mão pega-se no tubo de vidro, junto à extremidade a ser introduzida no orifício. Empurra-se depois o tubo através do orifício, ao mesmo tempo que se faz rodar com os dedos. Nunca aplicar força com a palma da mão.

7. Uso de equipamento sob vácuo

Em várias situações no laboratório o uso de técnicas que envolvem a aplicação de um vácuo pode ser vantajoso (por exemplo, destilação a pressão reduzida, filtração com sucção, sublimação ou na secagem de substâncias sólidas). Normalmente para atingir pressões baixas usam-se trompas de água (8-20 mmHg), bombas rotativas de óleo (0.001-0.1 mmHg) ou bombas de difusão ($<10^{-3}$ mmHg).

Em geral, equipamento de vidro destinado a ser usado sob vácuo tem paredes mais grossas capazes de suportar as tensões elevadas que são registadas durante o seu uso. É claro que qualquer defeito na estrutura pode causar uma redução da resistência do equipamento. Tendo em conta a possibilidade do colapso súbito de um recipiente sob vácuo, qualquer trabalho que envolve o uso de equipamento evacuado deve ser efectuado com protecção adequado.



Nunca utilize exsiccadores que apresentem rachas ou sulcos profundos. Os exsiccadores devem ser sempre evacuados com a protecção de um écran de segurança ou de uma gaiola metálica própria, (ou na ausência desta, devem ser protegidos exteriormente com fita adesiva para reduzir o efeito de uma possível implosão). Evite as mudanças súbitas de temperatura e coloque sempre o exsiccador sobre uma superfície uniforme para evitar que se exerça uma pressão localizada ao exsiccador e se provoque uma implosão do mesmo.

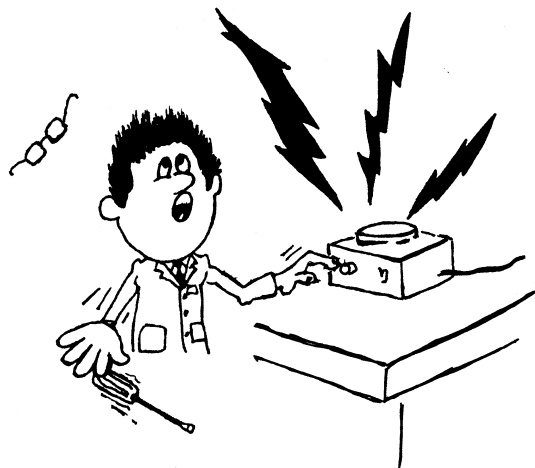
A bomba de vácuo, o volume a evacuar e o ambiente constituem três sistemas interligados cuja protecção deve ser objecto de cuidadoso controlo através de recorrência a filtros e/ou a ratoeiras/armadilhas criogénicas. Os vasos de Dewar, usados para guardar fluidos criogénicos, neve carbónica e outras misturas frigoríficas, são recipientes de vidro de paredes finas espelhadas interiormente e mantidos a alto vácuo. Estes recipientes devem ser manuseados com cuidado, pois podem implodir ao choque, projectando estilhaços de vidro. Recomenda-se que sejam protegidos exteriormente com fita adesiva colocada a toda a volta ou mantidos dentro de caixas próprias.

Existem dois perigos distintos associados ao uso de líquidos criogénicos; o de explosão e o de queimadura. O azoto líquido (p.e. -196°C) contém sempre algum oxigénio líquido (p.e. -183°C) como impureza.

O contacto de resíduos de oxigénio líquido com material orgânico ou combustível pode provocar uma explosão. Vasos de Dewar que tenham sido usados com azoto líquido devem ser examinados de modo a assegurar que todo o azoto e oxigénio tenha evaporado completamente antes de esses vasos serem usados novamente para qualquer outro fim (por exemplo, como banho refrigerante com acetona e neve carbónica). As temperaturas baixas de azoto e do oxigénio líquidos (ou de outras misturas refrigerantes) podem provocar na pele lesões semelhantes às queimaduras causadas pelo contacto com objectos quentes; deve por isso evitar o contacto directo com os líquidos ou os vapores frios que deles são libertos.

8. Uso de equipamento eléctrico

Todo o equipamento eléctrico deve ter ligação à terra. Nunca use equipamento em que os fios eléctricos estejam expostos ou cujo invólucro se apresente em más condições. Todos os fios que apresentam sinais de deterioração devem ser imediatamente substituídos.



Ao detectar qualquer falha no funcionamento de equipamento do laboratório deve comunicar-se imediatamente ao técnico responsável para que se possa substituir o equipamento em questão e fazer uma reparação tão rápida quanto possível do mesmo. As reparações de equipamento eléctrico devem ser feitas por um electricista competente. Desligue sempre os aparelhos eléctricos antes de os deslocar, ajustar ou inspeccionar.

Para apagar um incêndio perto de, ou em equipamento eléctrico, utilize apenas extintores de neve carbónica. Desligue a corrente eléctrica no interruptor antes de prestar auxílio a qualquer pessoa que esteja em contacto com um circuito exposto. Se isso for impracticável, deve proteger as mãos com luvas de borracha, uma toalha ou bata seca antes de tentar interromper o contacto entre a corrente eléctrica e a vítima.

9. Incêndios e explosões

Reagentes muito reactivos ou reagentes oxidantes não devem ser deitados na caixa do lixo. Deve deixar estes produtos numa lata de restos sólidos, depois de confirmar que o conteúdo não vai reagir com o novo material.

Nunca deve aquecer solventes inflamáveis com uma chama. Os tubos de borracha dos bicos de Bunsen devem estar em boas condições e é aconselhável inspeccionar os tubos antes de ligar o Bunsen. Obviamente, antes de acender um bico de Bunsen deve confirmar que a chama não vai incendiar vapores de solventes ou outros produtos na vizinhança. Nunca deve deixar desatendidos os bicos de Bunsen que estiverem em funcionamento.

Vários solventes comuns têm propriedades que podem torná-los perigosos no se que refere a incêndios.

a) **Baixo ponto de ignição** - Define-se o ponto de ignição como a temperatura mínima à qual o vapor do líquido dá origem e uma mistura explosiva com o ar. Os pontos de ignição de alguns solventes largamente usados são incluídos na tabela seguinte. Qualquer dos últimos solventes é capaz de produzir uma atmosfera explosiva dentro de um frigorífico portanto devem ser tratados com bastante cuidado. Muitas explosões em laboratórios resultam de se usarem frigoríficos domésticos para a armazenagem de líquidos inflamáveis: os vapores que se libertam podem explodir por acção de uma das muitas fontes de ignição existentes em tais frigoríficos. Obviamente antes de guardar líquidos inflamáveis em frigoríficos domésticos que não foram modificados para uso com produtos químicos, deve confirmar que o frasco está convenientemente selado.

b) **Facilidade de ignição** - A quantidade de energia eléctrica necessária para acender uma mistura de vapor inflamável e ar é muito pequena, e pode ser fornecida pela descarga de electricidade estática, pelos contactos de um solenoide ou até pelo curto circuito de "baterias secas".

Em muitos casos o contacto de uma mistura vapor/ar com uma superfície quente é suficiente para provocar uma explosão.

c) **Vapores de alta densidade** - Vapores de certos solventes podem difundir-se entre laboratórios fornecendo uma ligação inflamável ou mesmo explosiva entre um frasco de solvente e uma fonte de ignição. Deve lembrar-se que uma quantidade muito pequena de um solvente volátil é suficiente para produzir uma mistura explosiva com o ar. Nos casos

Solvente	Ponto de ignição (°C)
etanol	12
metanol	10
tolueno	4,4
acetato de etilo	-4,4
benzeno	-11
tetraidrofurano	-17
acetona	-18
sulfureto de carbono	-30
éter etílico	-45

específicos de etanol, acetona, éter etílico e sulfureto de carbono os teores são 2.3, 2.1, 1.2 e 1.0%, respectivamente. Em termos práticos isto quer dizer que a evaporação de

aproximadamente 5 ml de um solvente num volume de 30 litros é capaz de fornecer uma mistura explosiva.

No caso de gases inflamáveis os perigos são análogos aos do uso de solventes. Mais uma vez a larga gama de composições de misturas potencialmente explosivas deve ser tida em mente.

Explosões envolvendo pó são menos comuns nos laboratórios de ensino e investigação do que nos de indústria, mas amostras de metais em pó ou materiais combustíveis finamente divididos devem ser tratadas com cuidado.

É claro que atmosferas enriquecidas em oxigénio oferecem condições ainda mais perigosas para explosões. Neste contexto, o uso de líquidos criogénicos deve ser acompanhado por um aumento de vigilância. O azoto líquido é suficientemente frio para condensar o oxigénio atmosférico, pelo que se podem acumular quantidades apreciáveis de oxigénio líquido arrefecido por azoto líquido. Ao ser removido o arrefecimento, o oxigénio líquido evapora-se, podendo em certas circunstâncias formar uma mistura explosiva com vapores combustíveis do ambiente.

A mistura ou até contacto de certos produtos químicos pode ter consequências graves. Este contacto em muitos casos é a consequência de se deitaram fora sem as devidas precauções. Normalmente as consequências podem ser classificadas nas categorias seguintes:

- a) libertação não-controlada de calor,
- b) evolução de vapores tóxicos ou inflamáveis,
- ou c) precipitação de produtos instáveis, conduzindo a uma explosão.



Nenhuma experiência nos trabalhos práticos de Química, executada nas condições descritas nas instruções de laboratório, conduz a situações de risco; aproveita-se esta oportunidade para realçar a necessidade de seguir rigorosamente as instruções fornecidas.

10. Medidas de Emergência

Tendo em conta a variedade do trabalho experimental que se executa, não é possível fornecer um conjunto de medidas válidas para todas as situações ou emergências que possam surgir. Entretanto existem certos aspectos comuns a todas as emergências e portanto alguns conselhos que são apropriados.

a) O aspecto mais importante é a vida humana. Lembre-se entretanto que ao tornar-se sinistrado outra pessoa vai ter que tentar socorrê-lo, possivelmente com algum risco pessoal.

b) Procure agir calma e metodicamente.

c) Não tente ultrapassar outras pessoas que também estão a sair do laboratório ou prédio.

d) Não assuma que outra pessoa já informou as entidades oficiais: ou confirme que já foram chamadas ou chama você mesmo. É preferível que duas pessoas façam a chamada do que ninguém a faça.

Ao telefonar aos serviços de emergência deve fornecer a informação seguinte:

a) O local do acidente,

b) Uma descrição sucinta do acidente ou emergência, e

c) O tipo de ajuda que é necessária.

Finalmente, para confirmar que os aspectos importantes da emergência foram correctamente transmitidos, peça que a pessoa que recebeu a chamada os repita.



Quando se declara uma situação de emergência num laboratório ou nas suas imediações é necessário tomar medidas rápidas que permitam uma pronta retirada do pessoal e o controlo da situação. As primeiras medidas a serem tomadas são alertar o pessoal que se encontra nas proximidades e delimitar o incêndio ou incidente de modo a minimizar os prejuízos e ganhar tempo suficiente para evacuar o edifício, caso tal venha a ser necessário.

Para delimitar o incêndio, por exemplo, devem ser desligados todos os aparelhos eléctricos e fechadas todas as janelas e portas do local após a retirada do pessoal. Estas acções têm dois efeitos: não só reduzem o fornecimento de ar que é necessário para a propagação do

incêndio mas também reduzem a velocidade de propagação dos fumos ou vapores tóxicos associados com o incidente.

Todos os utentes das instalações devem conhecer a posição dos extintores de incêndio no seu laboratório, os caminhos das saídas de emergência, o equipamento de respiração (corredores dos laboratórios de investigação e do laboratório 1), caixa de primeiro socorro e o telefone mais perto. Devem lembrar-se que numa situação de emergência haverá pouco tempo para procurar estes artigos.

No caso de um acidente ou emergência os seus deveres são os seguintes,

- i) socorrer os sinistrados tanto quanto possível,
- ii) tomar as medidas apropriadas para controlar a emergência,
- iii) evitar tornar-se sinistrado.

Em geral o docente responsável pela aula prática tomará as medidas necessárias em caso de acidentes de laboratório. Numa emergência o docente dará uma série de instruções aos estudantes no laboratórios, instruções estas que devem ser cumpridas, rigorosamente, por parte dos estudantes, sem discussão e sem demora. No caso de ser necessário evacuar as instalações o docente deve indicar aos alunos o caminho de evacuação mais apropriado e onde devem esperar depois de sair das instalações até a situação estar completamente controlada e ser possível voltar a entrar no laboratório e continuar com a aula.

11. Combate ao incêndio

É muito pouco provável que qualquer investigador tenha de participar numa acção de combate ao incêndio, é no entanto prudente dar algumas indicações neste sentido.

Bom senso é essencial na decisão de se se deve ou não iniciar uma acção de combate ao incêndio. Extintores portáteis não são concebidos para combater incêndios graves e é importante que o combate ao incêndio, por amadores, cesse antes da altura em que as condições de emergência comecem a por em dúvida a possibilidade de escapar do laboratório. A redução de danos materiais não é importante quando comparada com a vida humana.

Incêndios pequenos em instalações onde estão guardados solventes e produtos químicos tornam-se rapidamente em incêndios graves, se não são dominados logo no início. Incluem-se algumas indicações gerais para o uso de extintores.

a) Use o extintor mais apropriado para as condições do incêndio. No Departamento de Química existe um tipo de extintor, mas em dois tamanhos diferentes. O extintor maior fornece aproximadamente 6 kg de CO₂. O efeito deste gás é excluir o oxigénio do incêndio e reduzir ligeiramente a temperatura do combustível. Este extintor é apropriado para combater incêndios de várias classes, incluindo os mais comuns num laboratório.

b) Deve dirigir o extintor para a base do incêndio e não para a frente de chama.

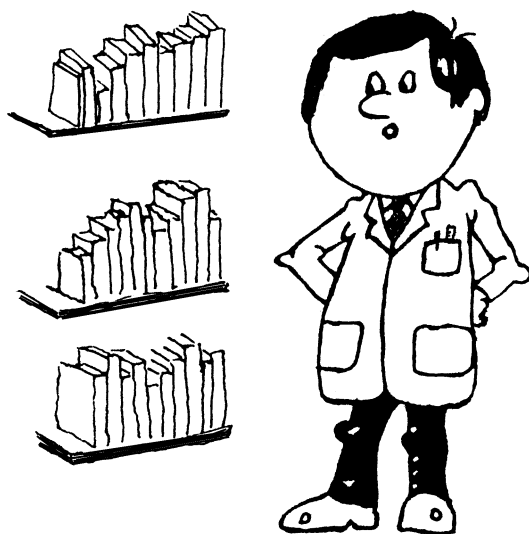
c) Um incêndio precisa de três componentes para se dar: o combustível, oxigênio e uma fonte de ignição. Eliminando qualquer destes componentes o incêndio deixa de existir. Ao arrefecer o combustível remove-se a fonte de ignição e o incêndio extingue-se. A exclusão do ar com uma camada de CO_2 tem o mesmo resultado.

d) Deve usar-se o extintor com um certo cuidado. Um incêndio precisa de oxigênio para arder mas nós precisamos de oxigênio para respirar. O uso deste género de extintor num espaço reduzido pode ter um efeito importante em termos do nível de oxigênio necessário para a respiração.

Quando as roupas se incendiam deve impedir que o sinistrado corra ou sobre as chamas, pois tal procedimento só servirá para atear o incêndio. Fazer com que a pessoa se deite no chão e apagar as chamas cobrindo-as com qualquer peça de roupa que esteja ao alcance (bata, toalha etc.). Alternativamente, use um dos chuveiros de emergência ou (só num caso extremo) um extintor de neve carbónica, tendo o cuidado de não o dirigir para o rosto da vítima.

A areia seca é geralmente muito eficaz na extinção de pequenos incêndios que envolvam metais, como o sódio ou o potássio, e hidretos metálicos, casos em que o uso dos extintores de neve carbónica não é eficiente. A desvantagem principal do uso de areia é que, devido ao seu peso, pode partir ou derrubar qualquer montagem que se encontre nas proximidades do incêndio.

No departamento existem máscaras respiratórias portáteis (guardadas nos corredores que dão acesso aos laboratórios de investigação) e uma máscara de respiração ligada por um tubo a um cilindro de ar comprimido (no corredor entre a entrada e a área do café) para uso em trabalhos que envolvam o manuseamento de poeiras tóxicas ou irritantes ou em situações de emergência. Este equipamento não deve ser usado rotineiramente. Após a sua utilização o responsável pela segurança deve ser informado das circunstâncias em que foi usado para que seja limpo ou recarregado ficando pronto a ser novamente utilizado.



12. Bibliografia

Na biblioteca do Departamento de Química existem muitos livros que podem ser úteis como fontes de informação sobre a toxicidade de uma larga gama de produtos químicos ou de indicações mais explícitas sobre alguns aspectos de segurança em laboratórios de química.

Os livros que são incluídos na seguinte lista são aqueles que fornecem informação geral sobre segurança, mas de facto, em muitos outros livros encontra-se informação útil sobre produtos perigosos (por exemplo, o Índice Merck).

1. *Recuperação e eliminação de resíduos de produtos químicos*, Maria João Marcelo Curto, Boletim da Sociedade Portuguesa de Química, Número 35, Março (1989).
2. *Guide for Safety in the Chemistry Laboratory*, Manufacturing Chemist's Association, 2nd Edition, Van Nostrand, Reinhold, (1972).
3. *Safety in working with chemicals*, Green M.E., Turk A., MacMillan Publishing Company, (1978).
4. *Hazards in the Chemistry laboratory*, Muir G.D., The Chemical Society, London, (1977).
5. *Handbook of Laboratory Safety*, 2nd Edition, Chemical Rubber Company Publishers, (1970).
6. *Handbook of Reactive Chemical Substances*, Bretherick L., 2nd Edition, Butterworths, (1974).
7. *Safety and Laboratory Practice*, Ellis J.G., Riches N.J., MacMillan Publishing Company, (1970).
8. *Dangerous Chemical Substances*, 4th Edition, Maisonneuve, Council of Europe, (1979).
9. *Dangerous Properties of Industrial Materials*, Irvine Sax N., 5th Edition, Van Nostrand, Reinhold, (1979).
10. *Poisons*, Brookes V.J., 3rd Edition, Krieger Publishing Company, (1975).
11. *Segurança em Laboratórios Químicos*, Maria João Baptista, 1ª Edição, Serviços Gráficos da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, (1979).