

# Segurança em Laboratórios de Ensino ou Investigação em Química II – Aplicação a Casos Concretos

“On the Rocks...” Em segurança com Rs e Ss!<sup>†</sup>

M. FERNANDA N. N. CARVALHO\*<sup>1</sup> E CLEMENTINA TEIXEIRA\*<sup>2</sup>

RESUMO  
A substituição de substâncias perigosas tradicionalmente usadas em experiências para o ensino da química, por outras com menor perigosidade, corresponde a um comportamento de segurança e deve ser implementada. Todavia, nem sempre os objectivos do ensino permitem que se utilizem substâncias isentas de perigo, quer no que se refere à toxicidade, quer no que respeita à possibilidade de inflamação ou explosão. Actualmente está em desenvolvimento uma estratégia de ensino que aponta para um considerável investimento nos meios audiovisuais e de simulação computacional. Em termos de risco essa é a solução quase ideal, pois afasta o operador da matéria de risco. É também um primeiro passo para a optimização do desempenho laboratorial do estudante, que muito pode beneficiar com estes dois meios complementares de ensino. É pois previsível que, num futuro muito próximo, a simulação de experiências envolvendo substâncias perigosas constitua uma alternativa de baixo custo e risco para uma melhor aprendizagem do comportamento a ter face a este tipo de substâncias. De qualquer modo, tal prática constituirá, apenas, uma pálida aproximação ao entusiasmo de *meter mesmo as mãos na massa*.

## INTRODUÇÃO

No primeiro artigo desta série [1] foram introduzidos alguns conceitos cujo conhecimento poderá diminuir o risco em trabalhos experimentais de química, se implementadas as medidas de segurança adequadas.

Atendendo a que a melhor forma de assimilar os conceitos é aplicá-los a casos concretos, passar-se-á à referência a algumas substâncias correntes nos laboratórios de ensino da química, ou usadas em demonstrações com vista a difundir-las, referindo a respectiva perigosidade e as formas de protecção aceitáveis.

O conceito de substância perigosa é muito amplo. A legislação Portuguesa (Portaria nº 732-A/96 de 11 de Dezembro), que em parte resulta da transposição para o direito nacional de várias Directivas Comunitárias, estabelece as seguintes principais classes: explosiva, inflamável, oxidante, corrosiva, nociva, tóxica, tóxica para a reprodução, cancerígena, mutagénica e perigosa para o ambiente.

## ANÁLISE CRÍTICA DOS FACTORES DE RISCO NO ENSINO EXPERIMENTAL DA QUÍMICA

O risco e o perigo, tal como já anteriormente se referiu [1], não são sinónimos e o primeiro pode ser substancialmente diminuído, quando tomadas as medidas de protecção adequadas.

A substituição de substâncias perigosas tradicionalmente usadas em experiências para o ensino da química, por outras com menor perigosidade, corresponde a um comportamento de segurança e deve ser implementada. Todavia, nem sempre os objectivos do ensino permitem que se utilizem substâncias isentas de perigo, quer no que se refere à toxicidade, quer no que respeita à possibilidade de inflamação ou explosão.

Actualmente está em desenvolvimento uma estratégia de ensino que aponta para um considerável investimento nos meios audiovisuais e de simulação computacional. Em termos de risco essa é a solução quase ideal, pois afasta o operador da matéria de risco. É também um primeiro passo para a optimização do desempenho laboratorial do estudante, que muito pode beneficiar com estes dois meios complementares de ensino. É pois previsível que, num futuro muito próximo, a simulação de experiências envolvendo substâncias perigosas constitua uma alternativa de baixo custo e risco para uma melhor aprendizagem do comportamento a ter face a este tipo de substâncias. De qualquer modo, tal prática constituirá, apenas, uma pálida aproximação ao entusiasmo de *meter mesmo as mãos na massa*.

Neste sentido, uma visita ao Museu da Ciência em Londres é francamente esclarecedora. A evolução no domínio da ciência dos materiais está aí patente e pode ser rapidamente experimentada. Em duas penadas, o visitante pode proceder ao “fabrico” simulado de utensílios de uso corrente, a começar no petróleo e a acabar no “tupperware”, ou no algodão acabando na T-shirt, com estampagem e tudo...

Contudo, a pálida aproximação à realidade pode ser constatada, comparando as imagens obtidas por simulação computacional do naufrágio do Titanic, com as obtidas experimentalmente. Ou será que ainda não viu o filme?

A segurança é cada vez mais um objectivo pessoal, comunitário e ambiental e, em seu nome, é necessário promover uma tomada de consciência que leve a comportamentos que diminuam o risco, para os que utilizam directamente as substâncias perigosas e, também, aqueles que sofrem os seus efeitos, embora de forma indirecta.

A manipulação de uma substância química perigosa, por mais tóxica ou inflamável que seja, pode envolver um risco baixo, se o utilizador observar as normas de segurança. Pelo contrário, perante substâncias fracamente tóxicas ou inflamáveis, o risco pode ser enorme, se o utilizador for descuidado ou não dispuser das condições adequadas. Isto é, **há circunstâncias que potenciam o risco**, tal como as há que o diminuem a um nível muito baixo.

Perante uma substância há essencialmente três factores objectivos a considerar, no que respeita ao risco envolvido, a saber: as características de perigosidade e físico-químicas da substância (**S**); as características próprias da operação (**O**); e as condições do local-ambiente (**L**), em que a experiência decorre.

Há ainda a ter em conta factores não objectivos de risco tais como circunstâncias ocasionais ou subjectivas do próprio operador.

## EXPERIMENTAÇÃO LABORATORIAL

A execução de experiências laboratoriais de química constitui um bom treino para o desenvolvimento da capacidade de observação e correlação por parte dos alunos, pelo que tal prática é altamente recomendável.

Associa-se por vezes à experimentação em química um elevado risco. Contudo, esta não deverá ser considerada necessariamente uma actividade perigosa. É, sim, um meio de ensino que permite aprender com prazer, se tidas em conta as medidas

de segurança relativas à exposição ao **S.O.L.** (substância, operação, laboratório).

A experimentação em química, particularmente em química sintética, tal como a exposição ao astro-rei, necessita de protecção, mas, se tidos os cuidados adequados, pode ser uma actividade francamente atraente e sem risco apreciável.

### A substância - (S)

A substância, muitas vezes designada por composto, ou mesmo por produto, é a primeira causa de perigo. A identificação da sua perigosidade e consequente actuação, segundo as regras de segurança existentes, é exigível a qualquer nível de ensino. Adicionalmente, quanto mais baixo é o grupo etário dos intervenientes no processo de ensino-aprendizagem, maior é o risco relativamente ao perigo intrínseco da substância.

**O uso de substâncias muito perigosas no ensino da química é, como já se mencionou, desaconselhado.** Todavia, *há substâncias perigosas que podem ou mesmo devem ser estudadas.* É o caso de certas substâncias do nosso quotidiano ou de venda mais ou menos livre, incluindo aquelas que têm alguma utilidade doméstica. O estudo desta classe de substâncias, num laboratório de ensino, poderá ser mesmo pedagógico desde que se proceda ao seu correcto manuseamento, com vista a esclarecer as circunstâncias adequadas para a sua utilização e alertar para o risco envolvido. Por outras palavras, não é ignorando os perigos que se contribui para uma melhor aprendizagem. Pelo contrário, a indicação das matérias de risco e a informação quanto às correctas medidas de actuação são altamente recomendáveis.

A preparação cuidada das circunstâncias em que decorre a experiência, quer seja prática ou demonstrativa, é essencial. Deve atender-se às formas convenientes de protecção pessoal através do uso de vestuário próprio (bata de algodão), luvas adequadas e óculos de protecção e mesmo máscara, se necessário.



Fig. 1 - Protecção pessoal face a substâncias nocivas.  
(Fotografia reproduzida de vídeo obtido na Escola Secundária Manuel Cargaleiro, Fogueteiro, 1997, Programa Ciência Viva [7]).

A experimentação deverá realizar-se tendo em conta a possibilidade de afectar indivíduos não directamente nela envolvidos, o que poderá impor a necessidade de a circunscrever a um local bem definido, como uma câmara exaustora (*hotte*), por exemplo.

Deve atender-se ainda à forma de eliminação dos resíduos decorrentes da realização da experiência, com vista à protecção das condições ambientais restritas ao local em que esta se realiza, mas também tendo em vista a protecção do ambiente no sentido mais geral.

### A operação - (O)

O risco numa experiência laboratorial de química não decorre apenas das substâncias manipuladas. Há certas operações unitárias que também envolvem perigo e que, se não forem tomadas medidas de segurança, podem envolver um risco considerável.

A diluição, operação corrente em laboratórios de ensino da química, se bem que uma operação com baixo grau de perigo, pode em alguns casos envolver bastante risco. É o exemplo clássico de preparação de uma solução de ácido sulfúrico, a partir de ácido concentrado. O calor

libertado nesta operação é de tal forma elevado, que pode levar à rápida evaporação de um pequeno volume de água adicionado sobre o ácido concentrado. Nessa rápida evaporação da água são projectadas partículas de ácido que podem atingir o experimentador. Por isso, **nunca se deve adicionar água sobre ácido sulfúrico concentrado.** O procedimento correcto, como é do conhecimento geral, é a adição de ácido sulfúrico sobre água, lentamente, com arrefecimento e agitação.

O simples aquecimento de uma solução, quando haja a possibilidade de formação de suspensão (caso de soluções saturadas) pode levar à formação de zonas de aquecimento diferenciado que provoquem a projecção de parte da suspensão. Daí decorre a necessidade de agitação da solução a aquecer.

Em certas condições, processos que envolvam a libertação de gases podem levar à formação de espumas, as quais facilmente transvazam para além dos limites do recipiente que as contém, constituindo risco para um operador.

Poder-se-iam indicar muitas outras operações que envolvem risco considerável. Contudo, apenas refe-

rimos aqui as que estão directamente relacionadas com a síntese de "minerais sintéticos".

**A utilização de óculos de segurança justifica-se sempre**, qualquer que seja a operação laboratorial a que se procede, mesmo nos casos em que tal cuidado possa parecer excessivo.

*O facto de um acidente possível nunca antes ter ocorrido só aumenta estatisticamente a probabilidade de que ele venha a ocorrer.*

#### O laboratório - (L)

O local em que se procede à execução de experiências de química é o terceiro factor objectivo de risco a ter em conta e não deve ser subestimado.

Embora, por vezes, se pretenda assemelhar a experimentação em química à prática culinária, tal raciocínio é profundamente errado e pode representar elevado risco para quem o tome minimamente a sério. Fazer experiências químicas em casa é sempre um comportamento de risco. A existência de "kits" destinados à experimentação caseira, por parte de crianças, se bem que pretenda constituir um estímulo ao estudo da química, envolve um risco inversamente proporcional à idade da criança, mesmo nos casos em que as substâncias usadas são relativamente pouco perigosas. Como já se disse anteriormente, perigo e risco não são sinónimos, e o risco depende tanto de factores objectivos (Substância, Operação, Local) como de factores subjectivos e até mesmo pessoais.

O local em que se procede à experimentação química é de enorme importância no que respeita à diminuição do risco.

Um laboratório bem ventilado, em que se controle correctamente o teor de substâncias tóxicas na atmosfera respirável, é essencial para reduzir o perigo de exposição por via respiratória. Assim, para além da conveniente renovação geral do ar, o recurso a câmaras exaustoras é exigível quando se manipulam substâncias tóxicas, carcinogénicas ou mutagénicas. O uso de máscaras de filtro ade-

quado é imprescindível, sempre que se proceda ao manuseamento de substâncias perigosas em ambiente não confinado. Quando em presença de substâncias finamente divididas (pós ou outras partículas inaláveis) o recurso a máscaras de pós é recomendado, mesmo nos casos em que as substâncias não sejam reconhecidas como nocivas.

#### APLICAÇÃO A CASOS CONCRETOS

##### *"On the Rocks..." versus "***Rochas Ornamentais e Minerais Sintéticos***"*

Desde o final de 1993, tem vindo a desenvolver-se, no Instituto Superior Técnico, um projecto designado por **"Rochas Ornamentais e Minerais Sintéticos"**, que visa o ensino experimental da química.

Este projecto centra-se no tema da cristalização, procurando demonstrar como esta técnica pode ser introduzida nos diversos graus do ensino, através da selecção de experiências muito atractivas de crescimento de cristais em suportes rugosos (nucleação heterogénea) e outras, simulando a génese dos minerais na Natureza.

A cristalização de substâncias criteriosamente seleccionadas, entre aquelas que desenvolvem monocristais de grandes dimensões com relativa facilidade, é feita de uma forma por vezes artesanal, com recursos diminutos e ao alcance de todos, mas que permite obter resultados espectaculares. No seu conjunto, as pedras e os cristais sobre elas formados fazem lembrar minerais cristalizados sobre as respectivas rochas de formação, o que levou à tradução do título original "On the Rocks" para "Rochas Ornamentais e Minerais Sintéticos", dada a semelhança aparente com os minerais e gemas naturais.

Ao introduzir uma forte componente lúdica nas preparações e explorando a beleza magnífica dos cristais, consegue-se aumentar a motivação e receptividade dos alunos em relação a grande número de conceitos básicos de química, o que facilita a sua aprendizagem.

A técnica de preparação de rochas ornamentais e minerais sintéticos encontra-se bem descrita [2-7] pelo que aqui não se fará referência ao método de síntese. Contudo, como já anteriormente se referiu [2, 4], a técnica não é isenta de risco.

O objectivo deste trabalho é referir a perigosidade de algumas das



Fig. 2 - Protecção pessoal face a partículas sólidas finamente divididas. (Fotografia reproduzida de vídeo obtido na Escola Secundária Manuel Cargaleiro, Fogueteiro, 1997 Programa Ciência Viva [7]).



substâncias usadas [2-4], alertando para os principais comportamentos de segurança que permitem reduzir o risco aquando da sua manipulação.

Tratando-se de substâncias sólidas, as possíveis vias de contaminação por parte de quem as manipula são: absorção cutânea, ingestão e respiração.

A contaminação por via respiratória é particularmente preocupante no caso de pós e partículas finamente divididas. Este tipo de substâncias facilmente se difunde no ar podendo atingir taxas de admissão variável no sistema respiratório do utilizador. Neste caso uma protecção pessoal adequada impõe o uso de uma máscara de pós, Figura 2.

Quanto maiores as dimensões das partículas, menor o risco que lhes está associado, já que o sistema de filtração do ar no nariz retém partículas com dimensões superiores a  $0,5\ \mu\text{m}$ .

Sob este ponto de vista os cristais, mesmo os micro-cristais sintéticos, apresentam um perigo irrelevante quando comparados com os pós. Todavia, o perigo pode ser ainda considerável quando as substâncias são eflorescentes, isto é, perdem água de cristalização em atmosferas de humidade reduzida (Figura 3). Nestas circunstâncias os micro cristais ficam reduzidos a pó e o perigo aumenta. O mesmo sucede quando há reacção da solução com constituintes do suporte (rocha ou concha, Figura 4), formando-se então pós de composição e perigo desconhecidos. Nestes e noutros casos, só uma boa ventilação e operações de limpeza e conservação frequentes no laboratório permitem manter a atmosfera respirável, em condições de exposição aceitáveis.

A ingestão poderá ocorrer se não se proceder à cuidada lavagem das mãos, antes de fumar, comer ou beber, após um trabalho laboratorial. Não bastará usar luvas, é necessário proceder a uma correcta forma de as retirar e, mesmo assim, assegurar-se que qualquer possível contaminação é eliminada através da lavagem das mãos.

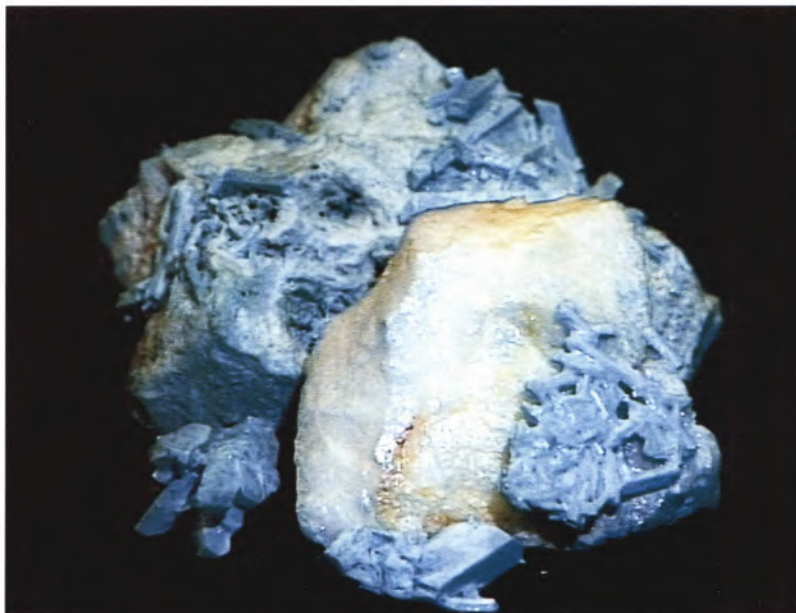


Fig. 3 - Cristais de sulfato de níquel hepta-hidratado que perderam a transparência, devido ao seu carácter eflorescente. Reproduzida de vídeo [5, 6].

A absorção cutânea poderá ocorrer sempre que não se usem luvas, e mesmo no caso em que se usem, deverá ter-se em atenção o seu estado, pois pequenos orifícios podem permitir a admissão de subs-

tância perigosa, a qual, retida entre a luva e a pele, poderá ter efeitos adversos potenciados em relação à simples exposição cutânea.

Uma boa parte das substâncias usadas na síntese dos "minerais sin-



Fig. 4 - Soluções sólidas de alumínio de potássio e de crómio. O búzio Murex utilizado como suporte de cristalização encontra-se coberto de microcristais de composição ainda não determinada. (Fotografia reproduzida de vídeo [5, 6]).

**Tabela 1-** Substâncias utilizados na preparação de “minerais sintéticos” [2-4], sua perigosidade e conselhos de prudência<sup>a</sup>.

Substância	Designação de Perigo	Frase de Risco	Frase de Segurança	VLE mg/m <sup>3</sup>
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> · 18H <sub>2</sub> O	NR	R20/21/22	S36	2
KAl(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 12 H <sub>2</sub> O	NR	R36/37/38	S22-36	
CuCl <sub>2</sub> · 2 H <sub>2</sub> O	Tóxico	R25-36	S44	
CuSO <sub>4</sub> · 5 H <sub>2</sub> O	Nocivo	R22-36/38	S22	
Cu(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub> · H <sub>2</sub> O	Nocivo	R20-36/37/38	S22-26-38-36/37/38	
K <sub>2</sub> Cu (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 6 H <sub>2</sub> O	NR			
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CuCl <sub>4</sub> · 2 H <sub>2</sub> O	NR			
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Cu (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 6 H <sub>2</sub> O	NR			
KCr(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 12 H <sub>2</sub> O	Nocivo <sup>b</sup>			0.5
CoSO <sub>4</sub> · 7 H <sub>2</sub> O	Tóxico/ Carcinogénico <sup>c</sup>	R22-36/38-43-49	S24/25-44-53	0.02
Co(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub> · 4 H <sub>2</sub> O	Tóxico/ Carcinogénico <sup>c</sup>	R45-46-20/21/22-43-36/37/38	S53-45-26-36/37/39-22	0.02
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Co (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 6 H <sub>2</sub> O	NR			
(NH <sub>4</sub> ) Fe(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 12 H <sub>2</sub> O	NR			
K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	NR			
K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]· 3 H <sub>2</sub> O	NR			
MgSO <sub>4</sub> · 7 H <sub>2</sub> O	NR	R22-40-42/43	S22-36/37	
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Mg (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 6 H <sub>2</sub> O	NR			
Mn(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · H <sub>2</sub> O	Tóxico <sup>d</sup>			0.2
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Mn(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 6 H <sub>2</sub> O	Tóxico <sup>d</sup>			0.2
NiSO <sub>4</sub> · x H <sub>2</sub> O	Tóxico/ Carcinogénico <sup>e</sup>	R22-40-42/43	S22-36/37	0.05
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Ni (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 6 H <sub>2</sub> O	Tóxico/ Carcinogénico <sup>e</sup>			0.05
K <sub>2</sub> Ni (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 6 H <sub>2</sub> O	Tóxico/ Carcinogénico <sup>e</sup>			0.05
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NR	R20/21/22-36/37/39	S22-37/39	
NH <sub>4</sub> Cl	Nocivo <sup>f</sup>	R22-36	S22	10 <sup>f</sup>
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NR	R20/21/22	S36	

NR - Não Referido.

<sup>a</sup> Referências [8,9], Representa-se por (- traço) a separação entre dois valores de R ou de S.<sup>b</sup> Classificado como não carcinogénico, classe A4.<sup>c</sup> Não carcinogénico para humanos, classe A3.<sup>d</sup> Afeta o sistema nervoso central.<sup>e</sup> Actividade carcinogénica confirmada em humanos, classe A1.<sup>f</sup> No estado gasoso, a exposição por períodos curtos pode atingir os 20 mg/m<sup>3</sup>.

téticos” não tem grande perigosidade e mesmo o risco é diminuto, desde que se observem as regras básicas de segurança.

Na Tabela 1, estão listadas algumas das substâncias usadas na síntese de “minerais sintéticos” [2-4], bem como a designação do tipo de perigo que envolvem. Nela estão

ainda referidas, sempre que possível, as frases de risco e os conselhos de segurança associados a cada substância. Os valores limite de exposição (VLE) indicados referem-se, de modo geral, à exposição por inalação. Em alguns casos a exposição cumulativa por via cutânea ou oral pode representar um perigo adicional.

O valor limite de exposição - média ponderada define-se como a quantidade de uma substância, expressa em concentração média diária, para um dia de trabalho de 8 horas e uma semana de 40 horas, ponderada em função do tempo de exposição, a que um trabalhador poderá estar sujeito sem que se registem efeitos adversos



(Norma Portuguesa 1796, IPQ, 1988).

A análise da Tabela 1 mostra que, em boa parte, as substâncias usadas na síntese destes "minerais" são substâncias não referidas como substâncias perigosas. Contudo, algumas são nocivas [ $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  ou  $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ] e há, também, substâncias classificadas como tóxicas [ $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Mn}(\text{SO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{Mn}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ]. Há também algumas substâncias que são reconhecidamente carcinogénicas, como é o caso dos compostos de níquel.

*A atitude perante as substâncias usadas na síntese dos "minerais sintéticos" terá necessariamente que diferir, consoante as suas características.*

O uso dos **sais de níquel no estado sólido** requer cuidados especiais e deve ser exclusivo a professores, quando usado a nível do ensino básico ou secundário, pois a sua manipulação exige medidas de segurança adequada, tais como uso de câmara exaustora e equipamento de protecção pessoal. No entanto, as soluções diluídas poderão ser usadas por alunos, mesmo dos níveis atrás referidos, desde que usem o equipamento de protecção mínimo recomendado (bata, luvas e óculos de protecção) e sejam devidamente orientados. A não existência de câmara exaustora poderá não impedir completamente a **manipulação dos sais de níquel, se o local for arejado** e o operador recorrer ao uso de máscara, para além das normais formas de protecção.

É bom recordar que os valores de VLE referidos na Tabela 1 dizem respeito a exposições repetidas, dia após dia, durante semanas, nos períodos normais de trabalho e não correspondem a uma exposição única, ou mesmo repetida ocasionalmente, como a que pode ocorrer ao longo de um ano lectivo. Nessas circunstâncias, os valores mínimos permitidos podem ser excedidos de forma controlada.

O uso, por alunos, de substâncias nocivas como as referidas na Tabela 1, em solução e mesmo no estado sólido, não implica um peri-

go substancial desde que o **local** em que se efectuam as operações de **pesagem e dissolução** seja **bem arejado** e não haja uma exposição muito prolongada ou repetida.

*Haverá sempre risco elevado se não forem observadas as devidas formas de protecção pessoal.*

Uma boa prática operativa diminui fortemente o risco, sempre que se usam substâncias perigosas. Entende-se por boa prática operativa, não apenas a atitude perante o trabalho "nobre" de manipular as substâncias perigosas, mas também e muito particularmente, a forma como se procede à sua eliminação e limpeza do local de operação.

A contaminação do local de trabalho (bancada) por operadores pouco escrupulosos põe em risco as suas próprias condições de experimentação, para além de fazer perigar as condições de trabalho de quem venha em seguida.

*Note-se que o experimentador descuidado volta frequentemente ao local do crime e passa a ser vítima da sua incorrecta prática operativa.*

A acumulação de substâncias químicas em locais acessíveis a diferentes utilizadores é um dos factores de risco mais preocupantes, pois para além da quantidade de substância a que este está exposto ser superior ao esperado, podem ainda ser postas em contacto substâncias incompatíveis, cuja reactividade passará a ocorrer de forma não controlada, podendo mesmo levar à formação de produtos mais perigosos que os originalmente abandonados.

Por outro lado, a eliminação de substâncias perigosas nunca poderá à partida ser da obrigação de pessoal não especializado, já que este não estará preparado para o fazer, a menos que devidamente orientado.

**A exigência de que, após a execução de uma dada experiência, se proceda à limpeza e arrumação da bancada de trabalho, corresponde a uma correcta prática operativa e diminuir francamente o risco.**

A rede pública de esgotos só

poderá ser o destino de alguns resíduos laboratoriais, quando estes tenham sido devidamente neutralizados e diluídos. Em muitos casos, os resíduos terão que ser tratados recorrendo a técnicas convencionais antes de poderem ser lançados no esgoto. Há substâncias perigosas que nunca deverão ser lançadas na rede de esgoto (metais pesados, solventes, etc.).

## CONCLUSÃO

A abordagem, sob o ponto de vista de segurança, de alguns aspectos relacionados com a preparação de rochas ornamentais e minerais sintéticos, mostra que há aspectos que deverão ser tidos em atenção antes de começar a ornamentar a escola, a casa de habitação ou qualquer outro local com pedras bonitas carregadas de cristais brilhantes.

Estes trabalhos são didácticos e muito compensadores em termos de resultados finais, podendo constituir verdadeiros incentivos ao aprofundamento do conhecimento da química e de outras ciências.

Para que se possam fazer crescer cristais sem efeitos adversos conhecidos, bastará que sejam tomadas algumas medidas de precaução e segurança. Se assim for o risco não deverá atingir valores preocupantes.

No caso das substâncias referidas nas sínteses a que se refere o presente documento, a utilização de sais de níquel deverá ser particularmente cuidada. Todavia, em boas condições operatórias, usando pequenas quantidades de substância e recorrendo às formas de protecção pessoal adequadas, não será necessário excluí-la. Devem ter-se em atenção, contudo, alguns aspectos relativos não tanto à substância, mas particularmente ao utilizador. As pessoas que tenham desenvolvido sensibilidade particular ao níquel, ao crómio ou a outros metais, ou ainda, a quaisquer outras substâncias usadas na síntese de "rochas ornamentais e minerais sintéticos", deverão recorrer a formas de protecção parti-

culares, podendo mesmo desaconselhar-se a execução deste tipo de experiências. Em geral, constitui evidência para alergia a certos metais o facto de se desenvolverem sintomas perante o uso de certo tipo de bijuteria.

A conservação, para efeitos decorativos, de "rochas ornamentais e minerais sintéticos" exige medidas de precaução e segurança. Assim, é necessário que estas sejam revestidas a verniz e guardadas em caixas transparentes devidamente rotuladas e fechadas, para evitar a sua desagregação, a qual pode ocorrer com o tempo. No caso de substâncias eflorescentes, a desagregação em pós ou partículas é um processo com elevada probabilidade, pelo que se não estiverem devidamente protegidas, poderão passar a constituir perigo para os utentes. Pelas mesmas razões, qualquer utilização deste tipo de minerais como bijuteria ou outro ornamento representa um perigo muito elevado se o compararmos com o risco da sua preparação.

## AGRADECIMENTOS

Clementina Teixeira agradece às entidades financiadoras do Projecto Rochas Ornamentais e Minerais Sintéticos: Programa Ciência Viva, Ministério da Ciência e da Tecnologia, P046, PII147; PRO-DEP II-FOCO, Formação Contínua de Professores.

\* Centro de Química Estrutural,  
Complexo Interdisciplinar,  
Instituto Superior Técnico,  
Av. Rovisco Pais 1096 Lisboa Codex

## NOTAS

<sup>1</sup> Segurança.

<sup>2</sup> Experiências interactivas, "Minerais Sintéticos".

## BIBLIOGRAFIA

1. M.F.N.N. Carvalho, "Segurança em laboratórios de ensino ou investigação em química. I - Conceitos gerais", Ver número 1 desta série.

2. C. Teixeira, A. Santana, C. Mesquita, "On the Rocks", Química, Boletim da Sociedade Portuguesa de Química, **53** (1994) 50-54.

3. C. Teixeira, A.T. Sousa, I. Trigueiros, "Cristalização: Síntese de Sais Iónicos Duplos", Química, Boletim da Sociedade Portuguesa de Química, **66** (1997) 25-31.

4. C. Teixeira, *O livro das pedras*. Partes I e II, 2ª edição, Instituto Superior Técnico, Lisboa 1995.

5. C. Teixeira, *As Rochas Ornamentais e Os Minerais Sintéticos*, Video nº1, Instituto Superior Técnico, Lisboa, 1997 (submetido para publicação).

6. C. Teixeira, "On the Rocks", *Crystallization on Rough Surfaces*, Video nº2, Instituto Superior Técnico, Lisboa, 1997 (submetido para publicação).

7. C. Teixeira\*, M. J. Rodrigues, S. Matos, N. Lourenço, I. Silva, M. C. Silvério, M. F. Coelho, A. A. Gomes, A. M. Morais, M. F. Soares, G. L. Libânio *As Rochas Ornamentais e Os Minerais Sintéticos*, Documentário-Escolas, Video nº 3, Instituto Superior Técnico, Lisboa, 1997.

8. G.L. Hathaway, N.H. Proctor, J.P. Hughes, *Chemical Hazards of the Workplace*, 4ª ed., ITP Van Nostrand Reinhold, 1996.

9. G. Aylward, T. Findlay, *SI Chemical Data*, 3ª ed., John Wiley & Sons, 1994.

## ANEXO

Lista das frases de risco (R) e de segurança (S) conforme a Portaria nº 732-A/96 de 11 de Dezembro, Anexos III e IV respectivamente.

### Frases de risco

- R1 Explosivo no estado seco
- R2 Risco de explosão por choque, fricção, fogo, ou outras fontes de ignição
- R3 Grande risco de explosão por choque, fricção, fogo, ou outras fontes de ignição
- R4 Forma compostos metálicos explosivos muito sensíveis
- R5 Perigo de explosão sob acção do calor
- R6 Perigo de explosão em contacto ou sem contacto com o ar
- R7 Pode provocar incêndios
- R8 Perigo de incêndio em contacto com matérias combustíveis

- R9 Pode explodir quando misturado com matérias combustíveis
- R10 Inflamável
- R11 Muito inflamável
- R12 Extremamente inflamável
- R13 Gás liquefeito extremamente inflamável
- R14 Reage violentamente em contacto com a água
- R15 Em contacto com a água liberta gases muito inflamáveis
- R16 Pode explodir quando misturado com substâncias comburentes
- R17 Espontaneamente inflamável ao ar
- R18 Aquando da utilização, formação possível de mistura vapor/ar inflamável /explosiva
- R19 Pode formar peróxidos explosivos
- R20 Nocivo por inalação
- R21 Nocivo em contacto com a pele
- R22 Nocivo em caso de ingestão
- R23 Tóxico por inalação
- R24 Tóxico em contacto com a pele
- R25 Tóxico em caso de ingestão
- R26 Muito tóxico por inalação
- R27 Muito tóxico em contacto com a pele
- R28 Muito tóxico em caso de ingestão
- R29 Em contacto com a água liberta gases tóxicos
- R30 Pode tornar-se muito inflamável durante a utilização
- R31 Em contacto com ácido liberta gás tóxico
- R32 Em contacto com ácido liberta gás muito tóxico
- R33 Perigo de efeitos cumulativos
- R34 Provoca queimaduras
- R35 Provoca queimaduras graves
- R36 Irritante para os olhos
- R37 Irritante para as vias respiratórias
- R38 Irritante para a pele
- R39 Perigo de efeitos irreversíveis muito graves
- R40 Possibilidade de efeitos irreversíveis
- R41 Risco de lesões oculares graves
- R42 Pode provocar uma sensibilização por inalação
- R43 Pode provocar uma sensibilização em contacto com a pele
- R44 Risco de explosão se aquecido em ambiente fechado
- R45 Pode provocar cancro
- R46 Pode causar alterações genéticas hereditárias
- R47 Pode causar malformações congénitas

- R48 Risco de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada
- R49 Pode causar o cancro por inalação
- R50 Muito tóxico para organismos aquáticos
- R51 Tóxico para organismos aquáticos
- R52 Nocivo para organismos aquáticos
- R53 Pode causar efeitos negativos a longo prazo no ambiente aquático
- R54 Tóxico para a flora
- R55 Tóxico para a fauna
- R56 Tóxico para organismos do solo
- R57 Tóxico para as abelhas
- R58 Pode causar efeitos negativos a longo prazo no ambiente
- R59 Perigoso para a camada do ozono
- R60 Pode comprometer a fertilidade.
- R62 Possíveis riscos de comprometer a fertilidade.
- R63 Possíveis riscos durante a gravidez de efeitos indesejáveis na descendência.
- R64 Pode causar danos nas crianças alimentadas com leite materno.

A combinação de algumas destas frases de risco produz informação mais completa como por exemplo:

- R14/15 Reage violentamente com a água libertando gases muito inflamáveis
- R15/29 Em contacto com a água liberta gases tóxicos e muito inflamáveis
- R20/21 Nocivo por inalação em contacto com a pele
- R21/22 Nocivo por contacto com a pele e ingestão
- R20/22 Nocivo por inalação e ingestão
- R20/21/22 Nocivo por inalação, em contacto com a pele e por ingestão
- R23/24 Tóxico por inalação e contacto com a pele
- R24/25 Tóxico em contacto com a pele e por inalação
- R23/25 Tóxico por inalação e ingestão
- R39/23 Tóxico: perigo de efeitos irreversíveis muito graves por inalação
- R40/20 Nocivo: possibilidade de efeitos irreversíveis por inalação
- R48/20/21/22 Nocivo: risco de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada por inalação, por contacto com a pele e por ingestão

### Frases de segurança

- S1 Conservar fechado à chave
- S2 Conservar fora do alcance das crianças
- S3 Conservar num lugar fresco
- S4 Conservar longe de qualquer zona de habitação
- S5 Conservar em (líquido apropriado a especificar pelo produtor)
- S6 Conservar em ...(gás inerte a especificar pelo produtor)
- S7 Conservar o recipiente bem fechado
- S8 Conservar o recipiente ao abrigo da humidade
- S9 Conservar o recipiente num local bem ventilado
- S12 Não fechar hermeticamente o recipiente
- S13 Conservar longe dos alimentos e das bebidas, incluindo os alimentos para animais
- S14 Conservar longe de ...(matérias incompatíveis a indicar pelo produtor)
- S15 Conservar longe do calor
- S16 Conservar longe de qualquer fonte de ignição - Não fumar
- S17 Manter longe de matérias combustíveis
- S18 Manipular e abrir o recipiente com prudência
- S20 Não comer nem beber durante a utilização
- S21 Não fumar durante a utilização
- S22 Não respirar as poeiras
- S23 Não respirar os gases / vapores / fumos / aerossóis [termo(s) apropriado(s) a indicar pelo produtor]
- S24 Evitar o contacto com a pele
- S25 Evitar o contacto com os olhos
- S26 Em caso de contacto com os olhos, lavar imediata e abundantemente com água e consultar um médico
- S27 Retirar imediatamente toda a roupa contaminada
- S28 Em caso de contacto com a pele, lavar imediata e abundantemente com (produtos adequados a indicar pelo produtor)
- S29 Não deitar os resíduos nos esgotos
- S30 Nunca deitar água neste produto
- S33 Evitar acumulação de cargas electrostáticas
- S34 Evitar o choque e a fricção
- S35 Deitar fora este produto e o seu recipiente com a devida precaução
- S36 Usar vestuários de protecção adequados
- S37 Usar luvas apropriadas
- S38 Em caso de ventilação insuficiente, usar equipamento respiratório adequado
- S39 Usar um equipamento de protecção de olhos e cara
- S40 Para limpar o chão ou os objectos contaminados com este produto, utilizar ... (a especificar pelo produtor)
- S41 Em caso de incêndio e/ou explosão não respirar os fumos
- S42 Durante as fumigações/ pulverizações usar um equipamento respiratório adequado [termo(s) apropriado(s) a indicar pelo fabricante]
- S43 Em caso de incêndio utilizar (meios de extinção a especificar pelo fabricante. Se a água aumentar os riscos acrescentar "Nunca utilizar água")
- S44 Em caso de indisposição, consultar o médico (mostrar-lhe o rótulo se possível).
- S45 Em caso de acidente ou de indisposição, consultar imediatamente um médico (mostrar-lhe o rótulo se possível)
- S46 Em caso de ingestão, consultar imediatamente um médico e mostrar-lhe a embalagem ou o rótulo
- S47 Conservar a uma temperatura que não exceda ... °C (a especificar pelo fabricante)
- S48 Manter húmido com ... (material adequado a especificar pelo fabricante)
- S49 Conservar unicamente no recipiente de origem
- S50 Não misturar com ....(a especificar pelo fabricante)
- S51 Usar só em lugares bem ventilados
- S52 Não utilizar em grandes superfícies nas zonas habitadas
- S53 Evitar a exposição, obter instruções especiais antes da utilização
- S54 Obter autorização das autoridades responsáveis pelo controlo da poluição antes da descarga nas instalações de tratamento de águas residuais
- S55 Tratar usando as melhores técnicas



- conhecidas antes da descarga no sistema de esgotos ou no ambiente aquático
- S56 Não efectuar a descarga no sistema de esgotos ou no ambiente; entregar num lugar autorizado para descarga de resíduos
- S57 Utilizar um recipiente adequado para evitar a contaminação do ambiente
- S58 Deve ser eliminado como resíduo perigoso
- S59 Solicitar ao fabricante/ fornecedor informações relativas à sua recuperação /reciclagem.
- S60 Este material e/ou o seu recipiente devem ser eliminados como resíduos perigosos.
- S61 Evitar a libertação para o ambiente. Obter instruções específicas/fichas de segurança.
- S62 Em caso de ingestão não provocar o vômito. Consultar imediatamente um médico e mostrar-lhe a embalagem ou o rótulo.

#### Combinação de frases de segurança

- S1/2 Conservar fechado à chave e fora do alcance de crianças
- S3/9 Conservar em lugar fresco bem ventilado
- S7/9 Manter o recipiente bem fechado em local bem ventilado
- S3/7/9 Conservar em recipiente bem fechado, em local fresco e bem ventilado
- S7/8 Conservar o recipiente bem fechado ao abrigo da humidade
- S20/21 Não comer, beber ou fumar durante a utilização
- S24/25 Evitar contacto com a pele e os olhos
- S36/37 Usar vestuário de protecção e luvas adequadas
- S36/39 Usar vestuário de protecção e equipamento de protecção para os olhos/cara adequados
- S36/37/39 Usar vestuário de protecção, luvas e equipamento de protecção para os olhos/cara adequados

- S3/14 Conservar em lugar fresco ao abrigo de ... (matérias incompatíveis a indicar pelo produtor)
- S3/9/14 Conservar em lugar fresco e bem ventilado ao abrigo de ... (matérias incompatíveis a indicar pelo produtor)
- S3/9/49 Conservar unicamente no recipiente de origem em lugar fresco e bem ventilado
- S3/9/14/49 Conservar unicamente no recipiente de origem em lugar fresco e bem ventilado ao abrigo de ... (materiais incompatíveis a indicar pelo produtor)
- S47/49 Conservar unicamente no recipiente de origem à temperatura que não ultrapasse ... °C (a especificar pelo produtor)

### Instituto Português da Qualidade

Ministério da Indústria e Energia

PORTUGUESE INSTITUTE FOR QUALITY

Rua C à Avenida dos Três Vales  
2825 MONTE DA CAPARICA  
Portugal  
Tel: (01) 294 81 00  
Fax: (01) 294 81 01

#### CERTIFICADO DE CONFORMIDADE

NÚMERO

96/CEP.410

O INSTITUTO PORTUGUÊS DA QUALIDADE certifica que o Sistema da Qualidade da

#### SOQUÍMICA - SOCIEDADE DE REPRESENTAÇÕES DE QUÍMICA, LDA.

Rua Coronel Santos Pedroso, 15  
1500 LISBOA  
PORTUGAL

implantado na comercialização, manutenção e calibração de equipamentos de laboratório, cumpre os requisitos da Norma Portuguesa NP EN ISO 9002 - "Sistemas da Qualidade. Modelo de garantia da qualidade na produção, instalação e assistência após venda".

O presente certificado é emitido ao abrigo do Decreto-Lei n.º 234/93 de 2 de Julho, e de acordo com a Directiva CNQ 22 - "Certificação de sistemas da qualidade de empresas. Metodologias e regras gerais".

A presente certificação é válida por um período de três anos, renovável.

Monte de Caparica, 18 de Junho de 1996

*Cândido dos Santos*

Cândido dos Santos  
Presidente



SOQUÍMICA

#### Sociedade de Representações e Química, Lda.

Rua Coronel Santos Pedroso, 15 • 1500 LISBOA • Tel.: 716 51 60 • Fax: 716 51 69

Sede Social: Av. da Liberdade, 220-2º • 129 LISBOA CODEX

Rua 5 de Outubro, 269 • 4100 PORTO • Tels.: 609 30 69 • Fax: 600 08 34

Email: soquimica@mail.telepac.pt; Internet: www.soquimica.pt