



Vídeo

1

**UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA  
INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO:**

**Departamento de Eng. Química  
Centro de Química Estrutural  
Núcleo de Audiovisuais  
Gabinete de Apoio à Pós-Graduação**

# **AS ROCHAS ORNAMENTAIS E OS MINERAIS SINTÉTICOS**

**Projecto financiado pelos Programas Ciência Viva I/II/III, Ministério da Ciência e da Tecnologia e PRODEP II FOCO, Formação Contínua de Professores, Ministério da Educação 1995-1999.**

**Autora: Clementina Teixeira, Professora Auxiliar do IST**

**“As Rochas Ornamentais e Os Minerais Sintéticos”, vídeo nº1**

**Clementina Teixeira\***, Departamento de Engenharia Química e Centro de Química Estrutural, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa Codex

Colaboradores: N. Lourenço, S. Matos, M. J. Rodrigues, P. Ferreira da Silva, N. Sousa  
Música: Vivaldi, Concerto Nº12 in E Major for violin strings & basso continuo (Allegro), L'estro Armonico, Media Music

As técnicas de cristalização têm mantido a sua importância em todos os domínios da Química, quer à escala laboratorial, como técnicas separativas ou de purificação, quer ao nível industrial na produção de produtos químicos de grande tonelagem, permitindo o controlo da granulometria, velocidades de desidratação, pureza, a optimização das condições de armazenagem, etc. Os processos de crescimento de cristais, por outro lado, tiveram recentemente uma grande evolução: aparecem sistematicamente associados à síntese química, na obtenção de monocristais de pequenas dimensões para determinações de estrutura e na produção de uma vasta gama de novos materiais de interesse tecnológico (monocristais de morfologia ou hábito modificado para aplicações específicas, monocristais para óptica, compostos intermetálicos, semicondutores e supercondutores, proteínas, polímeros, etc.).

Apesar do avanço tecnológico e da existência de aparelhagem muito sofisticada em todas estas áreas, a cristalização pode ser introduzida experimentalmente e ao nível básico, com grande simplicidade e de forma muito atractiva, utilizando, apenas, substâncias que formem monocristais com relativa facilidade. É neste âmbito que se tem vindo a desenvolver, desde 1994 e com bastante sucesso ao nível do ensino da Química [1-12], a cristalização de sais iónicos e de outras substâncias sobre suportes rugosos (rochas, conchas, arame e vidro), os quais estimulam fortemente o crescimento dos cristais, devido ao facto de proporcionarem um elevado número de núcleos de cristalização à sua superfície e de estabelecerem interacções muito fortes com os solutos em solução. O método geral consiste em preparar, por aquecimento, soluções aquosas saturadas de diversos sais iónicos, escolhidos entre aqueles cuja solubilidade aumenta com a temperatura. Estas soluções tornam-se sobressaturadas por arrefecimento controlado à temperatura ambiente, depositando o excesso de material dissolvido sobre os suportes, na forma de cristais bem desenvolvidos e atractivos, podendo atingir dimensões razoáveis (vários centímetros). Ao introduzir uma forte componente lúdica nas preparações, e explorando a beleza magnífica dos cristais, aumenta-se a receptividade dos alunos em relação a grande número de conceitos básicos, tais como:

Reações em solução (ácido-base, precipitação, oxidação-redução e complexação); variação da solubilidade com a temperatura, soluções saturadas, sobressaturadas, equilíbrio de precipitação; processos para exprimir concentrações de soluções; sistemas de cristalização; estado sólido e classificação de cristais etc..

Para além dos objetivos imediatos de ilustração de conceitos acima mencionados, este método permite também proporcionar aos alunos um novo hobby: colecionar “minerais” sintéticos por eles feitos, com cores e sistemas de cristalização muito diversificados, semelhantes aos minerais e pedras preciosas que existem na Natureza, simulando a sua génese.

Este primeiro vídeo sobre o tema não tem grandes pretensões a nível didático: apenas queremos partilhar com o espectador, de uma forma descontraída, uma sequência de imagens que esperamos ser suficientemente motivadora para lhe despertar a curiosidade e convidá-lo a procurar na nossa bibliografia mais informações sobre este método. No entanto, para que possam desde já explorar alguns conceitos ligados à classificação de compostos e dos cristais, deixamos uma listagem das suas fórmulas, neste folheto. A forma de preparar cristais de todos os compostos que constam do vídeo, além de outros, encontra-se descrita nas várias referências (e outras, aí citadas).

Ao nível do ensino secundário e básico, a cristalização sobre suportes rugosos pode ser enquadrada em várias disciplinas, permitindo ao alunos fazer uma síntese e articulação de conceitos de Química, Física, Mineralogia e Geologia, Matemática, Educação Visual e Estudo do Meio. Em relação a protocolos, fichas exemplificativas, remetemos o leitor para as várias referências bibliográficas, que cobrem as aplicações já feitas no âmbito das seguintes cadeiras ou atividades: Técnicas Laboratoriais de Química, Blocos I e II, Técnicas Laboratoriais de Geologia, Bloco I, Ciências da Terra e da Vida, Ciências Físico-Químicas, Química, Educação Visual, atividades integradas na área-escola e Clubes de Ciência [3,5-7]. Ao nível universitário, foi introduzido o tema em cadeiras do 1º ano de cursos de Química Geral de Engenharia, em Laboratórios Integrados I e II do curso de Engenharia Química e, a um nível mais avançado e ainda em curso, na cadeira de Projeto de Investigação Laboratorial do 5º ano de Eng. Química do IST.

Finalmente, cumpre-nos alertar o público em geral, mesmo aqueles que desconhecem as regras básicas da Química: a venda de minerais sintéticos solúveis em água é prática corrente e negócio de algum vulto em muitos países como, por exemplo, Marrocos e Itália (Sicília). Muitas coleções de minerais incluem algumas destas amostras que vêm batizadas com outros nomes, misturadas com exemplares verdadeiros. Por exemplo, alúmen de potássio dopado com um corante de cor amarela e recristalizado sobre vulcanitos é impingido aos incautos como uma das formas alotrópicas de enxofre (a forma distorcida dos cristais cúbicos do alúmen pode ser

confundida com a dos de enxofre ortorrômbico). Além da diferença nos sistemas de cristalização, há as diferenças de solubilidade: ao contrário do alúmen, o enxofre não se dissolve em água, o que permite de imediato detetar a fraude. Para além da burla, que já de si é condenável, estas pessoas vendem gato por lebre e o gato pode ser perigoso: todos os produtos químicos devem ser vendidos com rótulos apropriados, alertando os utentes para as suas propriedades e perigos de manuseamento. Embora o alúmen de potássio não seja perigoso, ao falsificar o rótulo está-se a cometer um ato criminoso: difundir a venda de produtos químicos identificados com nomes errados e que podem ser nocivos à saúde. Tal é o caso do dicromato de potássio microcristalino, pulverizado e colado sobre basalto (as pedrinhas do Etna) também incluído na coleção!

Não é intenção deste trabalho fazer qualquer imitação de minerais, o que se comprova pela utilização de conchas como suporte. Também não pretendemos incentivar ninguém a fazê-lo: de facto, há casos em que o crime não compensa e, neste caso, somando todos os prós e contras, estes minerais sintéticos, quando feitos nas condições apropriadas sem riscos para a saúde de quem os faz por rotina, acabam por ficar mais caros do que a maior parte das amostras naturais que se vendem no mercado. A nossa função é apenas convidar as pessoas para uma prática estimulante, um hobby, se lhe quisermos chamar, que as irá reconciliar com a tão detestada Química....

#### **Agradecimentos:**

Ao Ministério da Ciência e da Tecnologia, Programa Ciência Viva, Projetos P046, PII147 e PIII189C.

Ao Programa PRODEP II-FOCO do Ministério da Educação, as Ações de Formação do Instituto Superior Técnico, "As Rochas Ornamentais no Ensino da Química" e aos seus formandos, que prepararam uma boa parte das amostras aqui incluídas.

À Fundação Calouste Gulbenkian, pela aposta na divulgação deste projeto no Colóquio Ciências.

À Sociedade Portuguesa de Química pela divulgação no respetivo Boletim.

À empresa SITAF pela colaboração preciosa na divulgação dos resultados nos kits "On the Rocks" e no "Livro das Pedras".

Aos alunos e às Professoras das Escolas Secundárias Manuel Cargaleiro e Palmela, que prepararam dois dos exemplares mostrados neste vídeo.

Ao Núcleo de Audiovisuais do IST e em particular ao seu responsável, Luis Carlos Raposo, pela competência (e paciência!) durante as muitas horas de filmagens e montagens apressadas.

A todos a quem pedimos comentários para uma futura e melhor edição.

*Este texto tem sido divulgado em pequena escala e sujeito a alguns aditamentos, nomeadamente de atualização de bibliografia e de licenciamento da música. Parte das imagens e fotografias impressas neste folheto são comuns às da referência 4. Algumas das publicações da autora aqui listadas, contêm figuras que incluem essas mesmas imagens.*

© Copyright Clementina Teixeira, Instituto Superior Técnico, 1997, 1998.

Instituto Superior Técnico, 30 de Junho de 2000

Todos os direitos reservados

## Bibliografia:

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

[2]-C. Teixeira, "**O Livro das Pedras**", Manual dos sistemas modulares para cristalização "On the Rocks" (Parte I e II)," edição da autora, Novembro de 1995. A primeira publicação propriamente dita foi registada em 2 de Fevereiro de 1996 pela autora. Esta edição tem vindo a ser posteriormente retificada todos os anos.

[3]-C. Teixeira, "**Experiências Interativas Ligadas ao Tema das Rochas Ornamentais**", Manual de Experiências das Ações de Formação do Foco, "As Rochas Ornamentais no Ensino da Química", Instituto Superior Técnico. Elaborado em 1996, sofrendo aditamentos posteriores.

[4]- C. Teixeira, "**On The Rocks... Crystallisation on Rough Surfaces**". Video nº2, Núcleo de Audiovisuais, Instituto Superior Técnico, Lisboa, 1997.

[5]- C. Teixeira, N. Lourenço, S. Matos, M.J. Rodrigues, M.C Silvério, I. Silva, M.F. Coelho, A.M. Morais, M.F Soares, A.A. Gomes em "**Rochas Ornamentais e Minerais Sintéticos -Experiências**

**Interativas**", *Metodologia do Ensino das Ciências- Investigação e Prática dos Professores*, V.M. Trindade (Coord.), Secção de Educação, Departamento de Pedagogia e Educação, Universidade de Évora, 1999, 247-261.

[6]- M.F.N.N. Carvalho, C. Teixeira, **Segurança em laboratórios de ensino de química e investigação. II--Aplicação a casos concretos. "On the Rocks..." Em segurança com Rs e Ss! - Química**, *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, **69**,14-22 (1998).

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

[8]- C. Teixeira em **"Rochas Ornamentais e Minerais Sintéticos-Aplicações no ensino"**, *Metodologia do Ensino das Ciências- Investigação e Prática dos Professores*, V. M. Trindade (Coord.), Secção de Educação, Departamento de Pedagogia e Educação, Universidade de Évora, 1999, 237-245.

[9]- 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"**, Vídeo nº 3, Lisboa, Instituto Superior Técnico, 1997.

[10]- M.F.N.N. Carvalho, C. Teixeira, **Segurança em Laboratórios de Ensino de Química e Investigação. III- Jardim de Sílica e Outras Experiências Atrativas**, *Química, Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, **73**, 17-26 (1999).

[11]- C. Teixeira, **Rochas Ornamentais e Minerais Sintéticos, Brincando com a Cor**, *Química, Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, **74**, 55-58 (1999).

[12]- C. Teixeira, **Os Cristais no Ensino e Divulgação da Química**, *Colóquio Ciências*, Fundação Calouste Gulbenkian, **25**, 20-36 (2000).

**Rochas Ornamentais e Minerais Sintéticos****Programa Ciência Viva 96/97, M.C.T.****A sequência de imagens**

Música: Vivaldi

(Os tempos marcados são aproximados, contados a partir do primeiro separador “Ministério...)

**0:15 Zolfo-alúmen de potássio  
 $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$** 

Sistema cúbico, dopado com um corante e vendido como falsificação de enxofre nativo, que cristaliza no sistema ortorrômbico; facilmente se desmascara a imitação por dissolução em água. Cristais amarelo-pálido.

**0:18 Ematite; Mimetite**

Falsificações incluídas na mesma colecção de minerais que continha a amostra de “enxofre”, vendida na Sicília. Cristais cinzento-escuro e cor de laranja. Dos primeiros ainda não é conhecida a composição. Os segundos são de dicromato de potássio.



**0:23 Enxofre, S<sub>8</sub>**

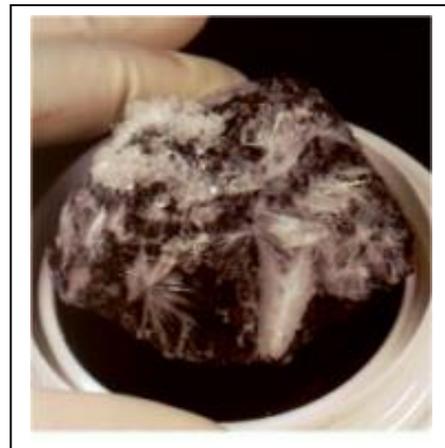
Cristalizado de soluções sobressaturadas de dissulfureto de carbono, usando como suporte um vulcanito; as falsificações eventualmente feitas por este processo são mais perfeitas do que no caso do alúmen de potássio, uma vez que a substância química é a mesma da amostra natural. Sistema ortorrômbico. Cor: amarelo-canário.

**Cristais Moleculares****0:28 Glicina , ácido aminoacético,  
NH<sub>2</sub> CH<sub>2</sub>COOH ou glicinamônio  
NH<sub>3</sub><sup>+</sup> CH<sub>2</sub>COO<sup>-</sup>**

Cristais incolores.

**Sais Iônicos Anidros****0:34- Dihidrogenofosfato de amônio,  
(NH<sub>4</sub>)H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>**

Recristalizado sobre um vulcanito, provocando a formação de cristais aciculares. Sistema tetragonal. Cristais incolores.



**0:37 Dihidrogenofosfato de amónio,**

sobre vulcanito, de hábito acicular (preparado pelos alunos de Técnicas Laboratoriais de Geologia I, da Escola Secundária de Palmela).



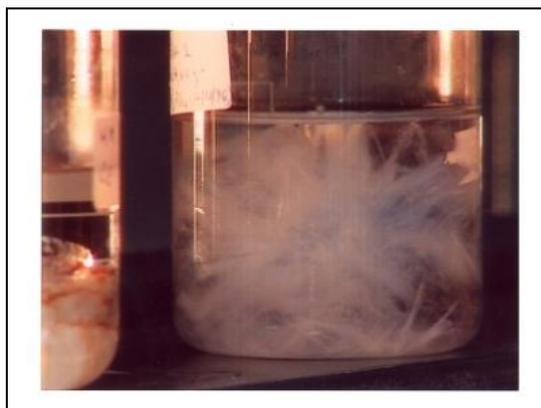
**0:40 Dihidrogenofosfato de amónio**

Recristalizado sobre vulcanito: a maior parte dos cristais formaram-se fora do suporte.



**0:42 A amostra anterior ainda em solução**

Cristais aciculares, parecidos com lã de vidro.



**0:44** Dihidrogenofosfato de amónio, recristalizado sobre granito.



**0:47** Dihidrogenofosfato de potássio,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$

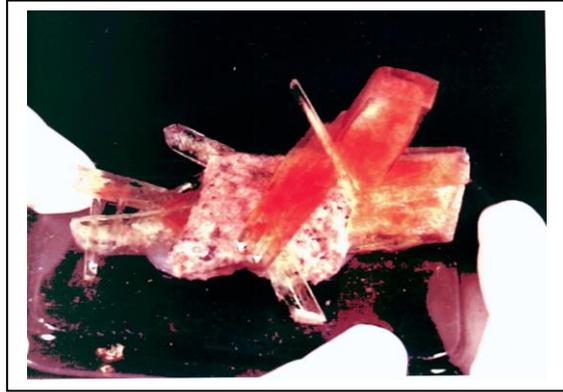
Cristais incolores, com o seu hábito normal. O crescimento dos cristais foi feito em presença de uma concha. Tem o mesmo aspecto e estrutura que o sal análogo de amónio. São sais isomorfos ou isoestruturais.



**0:50** Dihidrogenofosfato de amónio com corante amarelo tartrazina ocluído e recristalizado sobre granito.

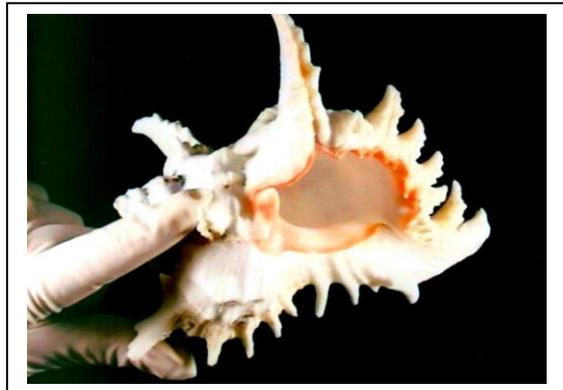


**0:53** Dihidrogenofosfato de amónio com corante vermelho ocluído e recristalizado sobre granito.



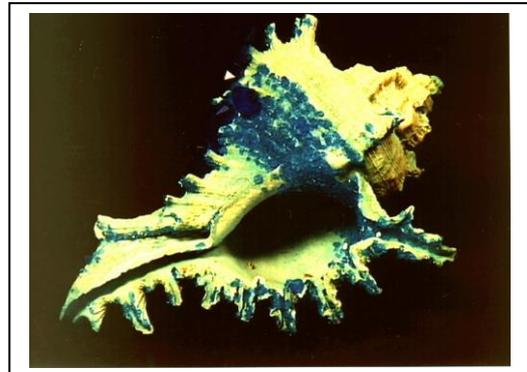
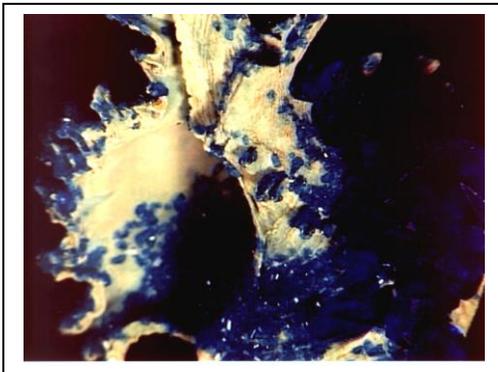
### Sais Iónicos Simples Hidratados

**0:58**-Múrice ,  
suporte para cristalização.



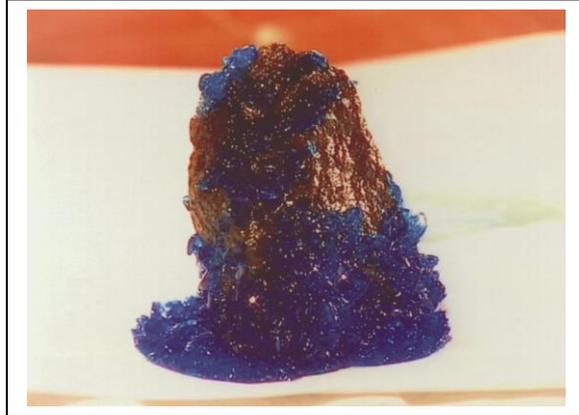
**01:01** Sulfato de cobre pentahidratado,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , cristalizado num búzio.

Reparar na cor do búzio (Múrice) antes da recristalização: as soluções ácidas de sulfato de cobre atacam suportes contendo carbonato de cálcio e provocam a libertação de dióxido de carbono, bem como a decomposição do sal de cobre. As conchas ficam com uma tonalidade verde.



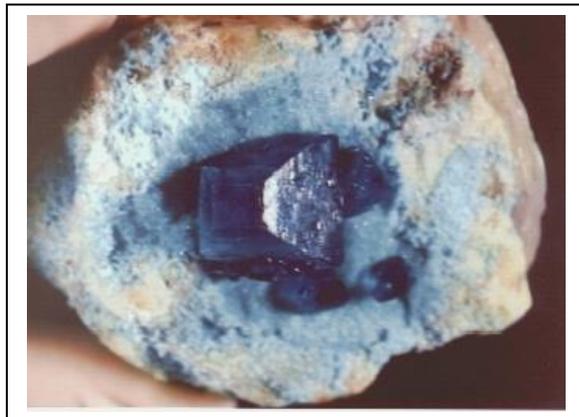
**01:18 Sulfato de cobre pentahidratado**

Mostra-se a mesma rocha antes e depois da cristalização. Sistema triclínico.



**01:46 Sulfato de níquel hexahidratado  $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .**

Estável. Sistema tetragonal. Cristal verde. Carcinogénico.



**01:52 Sulfato de níquel heptahidratado  $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ .**

Eflorescente. Sistema ortorrômbico. Cristais opacos, de cor verde-clara.



**01:58 Solução sólida de sulfato de níquel hexahidratado e de sulfato de cobre pentahidratado .**

Cristais azul-esverdeados, em suporte acrílico branco.



### Sais Iônicos Duplos Hidratados

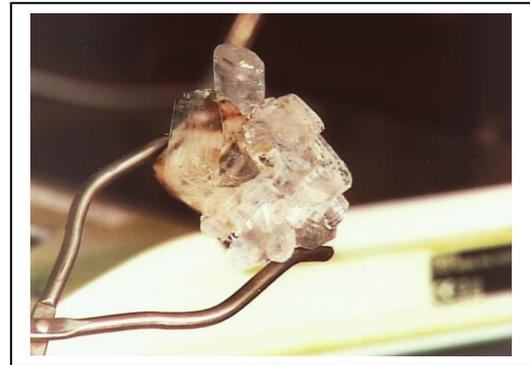
**02:06 Tartarato de sódio e potássio tetrahidratado  $\text{KNa}(\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  (Sal de Rochelle).**

Na recristalização ficaram aglutinadas a casca de uma ostra e uma amostra de quartzo. Sistema ortorrômbico.



**Todas as amostras transparentes que se seguem são de sal de Rochelle (02:21, 02:24, 02:37, 02:46, 02:52).**





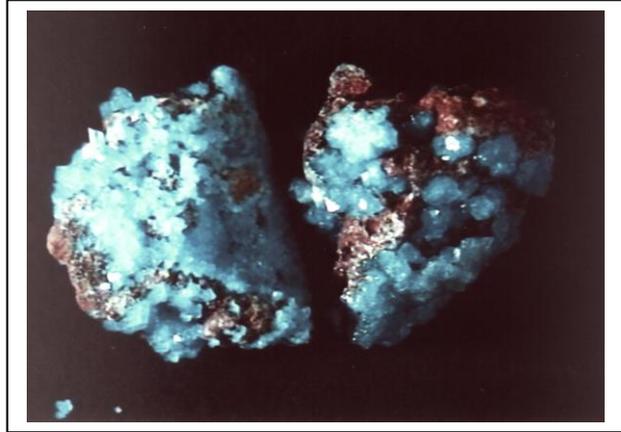
02:54 Tartarato de sódio e potássio tetrahidratado, com sulfato de cobre adsorvido à superfície, “águas marinhas” ( $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  com  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) azul claro, não há alteração do sistema de cristalização.



03:05

Tetraclorodiacuopurato(II) de amónio ou tetracloreto de amónio e cobre(II) dihidratado,  $(\text{NH}_4)_2\text{CuCl}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

Sistema tetragonal. Cor azul-turquesa.



03:08 Alúmen de crómio  
 $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ .

Sistema cúbico. Eflorescente. Cristais vermelho-escuro, quase negro.



03:10 Alúmen de potássio,  
 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ .

Sistema cúbico. Incolor.



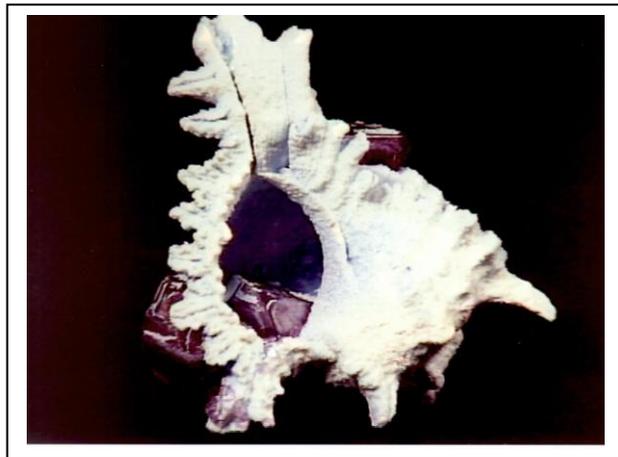
**03:13 Alúmen de potássio.**

Reparar no hábito do cristal que aglutina as duas rochas: octaedro truncado com um cubo.

Sistema cúbico. Incolor.

**03:19 Solução sólida de alúmen de crómio e potássio “ametistas”**

Reparar nos produtos de decomposição dos alúmens e do búzio, recobrando toda a sua superfície, resultantes do ataque do carbonato de cálcio que o constitui, pelas soluções ácidas dos alúmenes.

**03:29-Búzio-canilha utilizado como suporte.**

**03:33-Reparar na cor verde característica do sulfato de crómio em solução. Desta, saiem os cristais cor de ametista da solução sólida de alúmenes de crómio e potássio que recobre o búzio.**

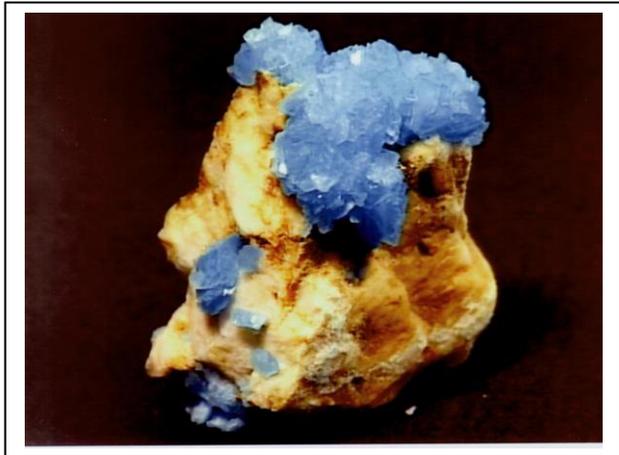


**03:47 Solução sólida de alúmen de crómio e de potássio, noutras proporções, contendo mais crómio do que a amostra anterior.**



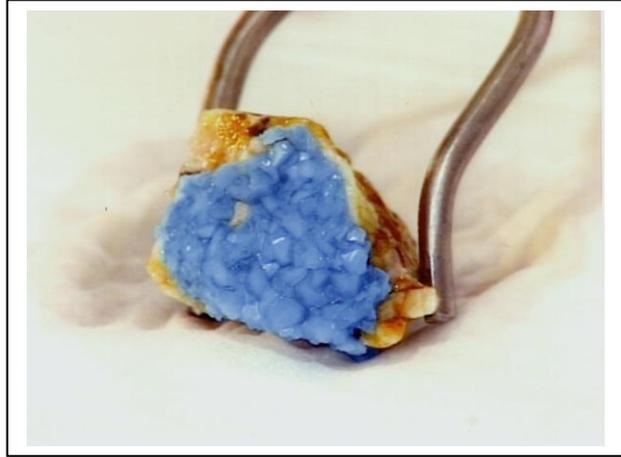
**03:59 Sulfato duplo de cobre e amónio hexahidratado (Schönite de cobre)  $(\text{NH}_4)_2 \text{Cu}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .**

Azul claro. Sistema monoclinico.



**04:03-Schönite de cobre.**

Reparar nas cores das soluções de sulfato de cobre (azul escuro) e de schönite de cobre (azul mais claro).

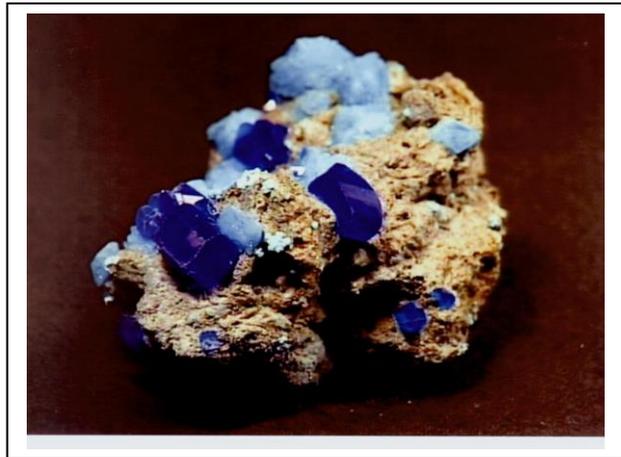


**04:32-Schönite de cobre.**

Preparada na Escola Secundária Manuel Cargaleiro. Técnicas Laboratoriais de Química-Bloco I. Reparar mais uma vez no tom verde e aveludado da rocha, recoberta de produtos de decomposição.

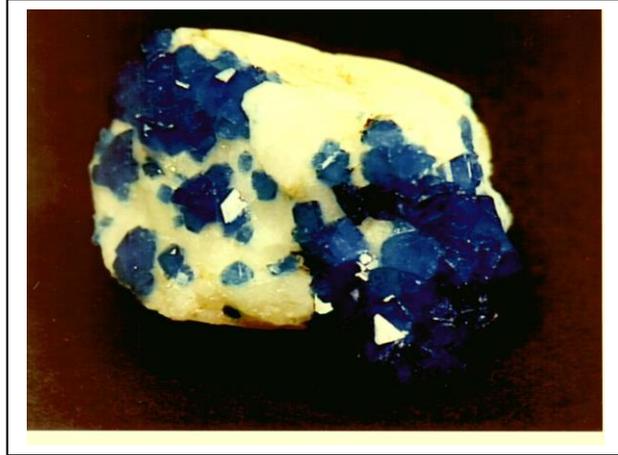


**04:35 Sulfato de cobre pentahidratado (azul escuro) e sulfato duplo de cobre e amónio (azul claro).**



**04:46 Sulfato duplo de níquel e potássio hexahidratado (Schönite de níquel)  $K_2Ni(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ .**

Sistema monoclínico. Tom azul-esverdeado.

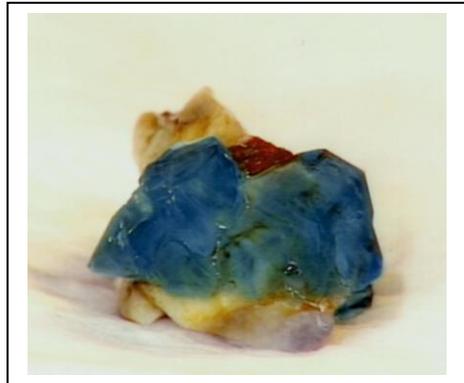
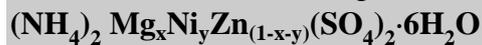


**04:49-Solução sólida de Schönites de níquel, magnésio e zinco, todas de amónio:**



Todas isoestruturais, do sistema monoclínico.

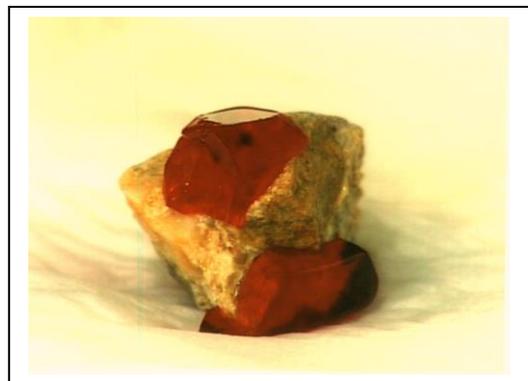
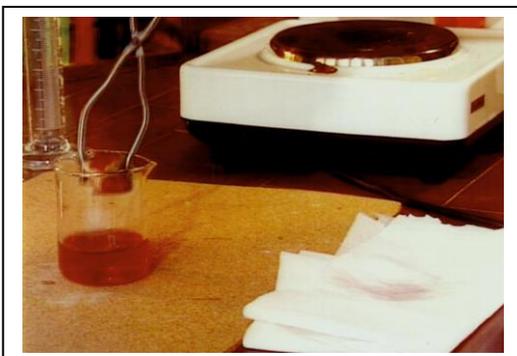
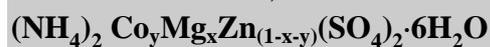
Cor: verde-claro. Fórmula geral:



**04:55 Solução sólida de Schönites de cobalto, magnésio e zinco, todas de amónio:**



Todas isoestruturais, do sistema monoclínico. Cor: vermelho. Fórmula geral:



**05:06 Sulfato duplo de cobalto e amónio , schönite de cobalto, cor: vermelho escuro,  $(\text{NH}_4)_2 \text{Co}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$**



**05:11 Solução sólida de schönites de cobalto, magnésio, zinco, contendo amónio e potássio**



**05:13 Solução sólida de schönites de cobalto, magnésio e zinco contendo amónio.**

O arenito utilizado como suporte, encontra-se coberto de uma penugem microcristalina de produtos da reacção da rocha com a solução. A percentagem de cobalto utilizada nesta solução é pequena. Cor: rosa.



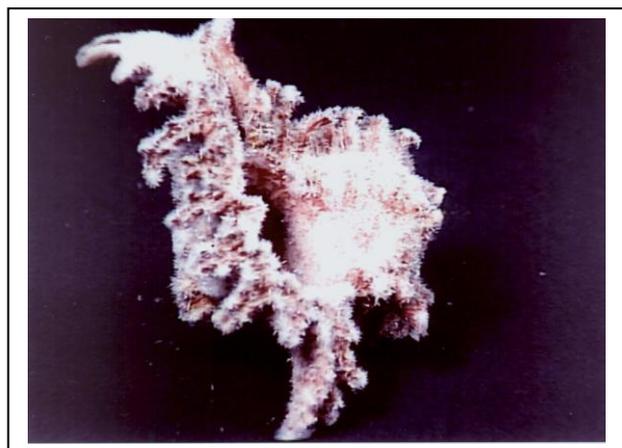
**05:38** Solução sólida de schönites de níquel, cobalto, magnésio e amónio. Com percentagem grande de níquel. Cor: verde.



**05:40** Solução sólida de schönites de cobalto, níquel, zinco, magnésio e amónio. Percentagem elevada de cobalto. Produtos de decomposição microcristalinos, recobrando a rocha. Cor: castanho



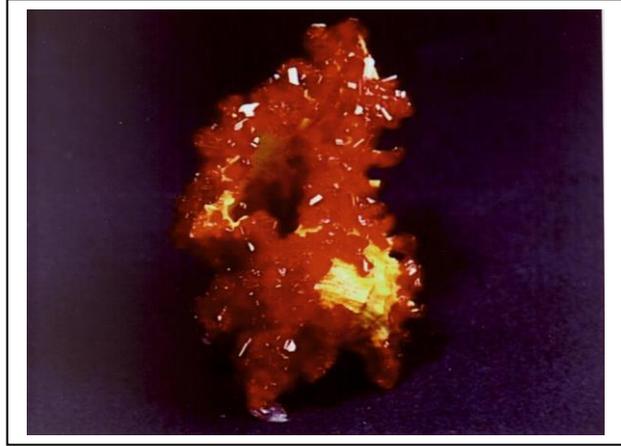
**05:43** Precipitado microcristalino de uma solução contendo schönites de níquel, cobalto, magnésio e amónio. A composição química das agulhas microcristalinas ainda não foi determinada.



**Complexos**

**05:56 Ferricianeto de potássio,  $K_3[Fe(CN)_6]$ .**

Sistema monoclínico. Cor: vermelho.

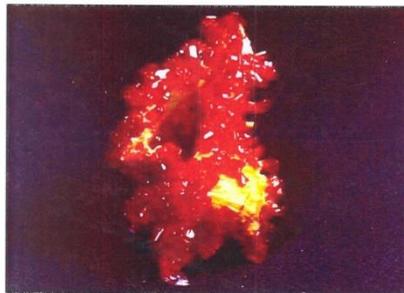
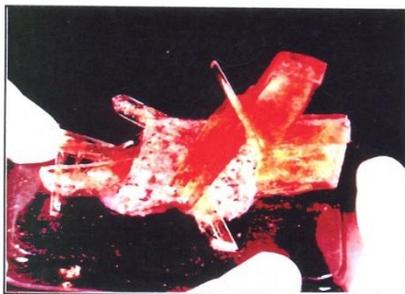
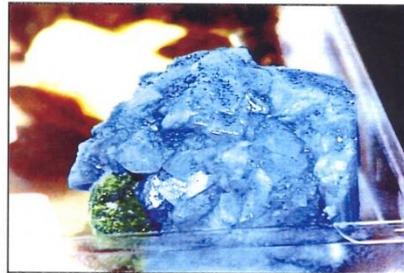
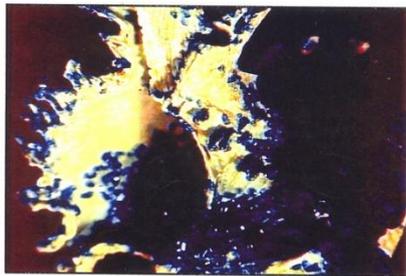
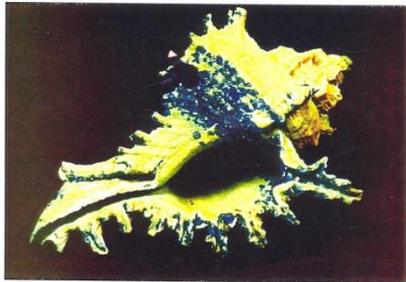


**Genérico**

**06:24 Solução sólida de cobalto, níquel, zinco, magnésio e amônio.**



## APRENDA A FAZER CRESCER CRISTAIS GIGANTES !



ISBN 972-98598-0-9



789729859809



Teixeira, Clementina , “As Rochas Ornamentais e Os Minerais Sintéticos”, Vídeo nº1, Departamento de Engenharia Química e Centro de Química Estrutural, Instituto Superior Técnico, 1997, Junho 2000, ISBN 972-98598-0-9 (Colaboradores: Nuno Lourenço, Sandro Matos, Maria José Rodrigues, Palmira F. Silva, Noé Sousa). Comentário: Catálogo de Cristais "On the Rocks" .

Published as a catalog of a vídeo, collection Crystals “On the Rocks”

**Clementina Teixeira,**

**“Projecto Estratégico – PEst-OE/QUI/UI0100/2013”, Centro de Química Estrutural, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa.**

**<http://web.ist.utl.pt/clementina> (please use Internet Explorer).**

**Prof. <sup>a</sup> Clementina Teixeira da Cunha Pereira, Facebook page of Science and Art  
Clementina Teixeira, Google +**

**2014-2-27**