

QUÍMICA

BOLETIM DA SOCIEDADE PORTUGUESA DE QUÍMICA 87
Publicação trimestral Outubro - Dezembro 2002



90
anos

90 ANOS DA SPQ

**BIOGEOCICLOS: UMA VISÃO MOLECULAR DAS
ENZIMAS E DOS MECANISMOS ENVOLVIDOS
NOS CICLOS DOS ELEMENTOS: PARTE I**

**ENTREVISTA:
PROF. JOSÉ ARTUR MARTINHO SIMÕES**

Um livro teórico para as aulas práticas

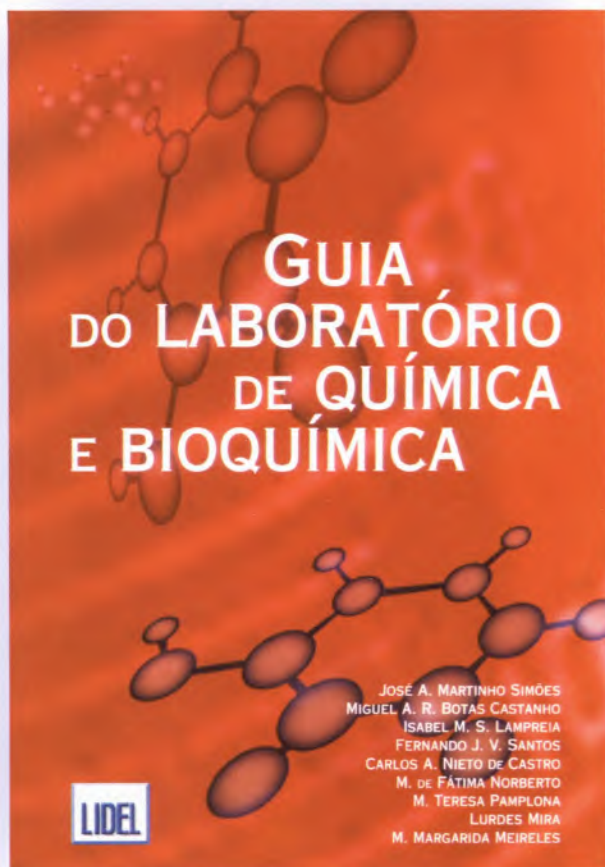
Porque é que este livro é único?

Porque não existe, em português, mais nenhuma obra que trate das regras gerais de "comportamento" num laboratório

Porque chama a atenção para o problema da segurança nos laboratórios

Porque aborda um conjunto de tópicos essenciais que, por falta de tempo, raramente são tratados nas aulas com um nível adequado:

- Elaboração de relatórios
- Pesquisa bibliográfica
- Aquisição automática de dados
- Análise e tratamento de dados experimentais
- Apresentação de dados em gráficos e medida de algumas propriedades



P.V.P.: 2 200\$

Os Direitos de Autor desta obra revertem a favor da Sociedade Portuguesa de Química

Autores

- José A. Martinho Simões
- Miguel A. R. Botas Castanho
- Isabel M. S. Lampreia
- Fernando J. V. Santos
- Carlos A. Nieto de Castro
- M. de Fátima Norberto
- M. Teresa Pamplona
- Lurdes Mira
- M. Margarida Meireles



LIDEL - Edições Técnicas, Lda.

www.lidel.pt

e-mail: promocao@lidel.pt

Lisboa: 21 3541418 * Porto: 22 5097993/5 * Coimbra: 239 822486

Boletim da
SOCIEDADE PORTUGUESA DE QUÍMICA



Capa: 90 anos da SPQ

Propriedade de:

Sociedade Portuguesa de Química
ISSN 0870 – 1180
Registo na DGCS n.º 101 240 de 28/9/72
Depósito Legal n.º 51 420/91
Publicação Trimestral
N.º 87, Outubro – Dezembro 2002

Redacção e Administração

Avenida da República, 37 – 4.º
1050-187 LISBOA
Tel.: 217 934 637
Fax: 217 952 349
E-mail: boletim@dq.fct.unl.pt
www.spq.pt

Editor

Fernando Pina

Editores-Adjuntos

Jorge Gonçalves
Maria João Melo
A. Jorge Parola

Comissão Editorial

Hugh Burrows (FCT–UC)
Maria José Calhorda (FC–UL)
J. Ferreira Gomes (FC–UP)
Ana Lobo (FCT–UNL)
Irene Montenegro (UM)
João Rocha (UA)
M. N. Berberan e Santos (IST–UTL)
A. Nunes dos Santos (FCT–UNL)

Colaboradores

João Paulo Leal
João Carlos Lima
Olivier Pellegrino

Publicidade

António Lopes
Marco Richter

Grafismo

sentido: designers / Nuno Gonçalves

Execução Gráfica

FACSIMILE, Offset e Publicidade, Lda
Rua Vitor Bastos, 10-A
1070 – 285 LISBOA
Tel. 213 829 792
Fax 213 829 794
mail@facsimile.pt

Tiragem

2300 exemplares

Preço avulso

€ 12,50 – 2.506\$00

Assinatura anual – quatro números

€ 45 – 9.022\$00

(Continente, Açores e Madeira)

Distribuição Gratuita aos sócios da SPQ

As colaborações assinadas são da exclusiva responsabilidade dos seus autores, não vinculando de forma alguma a SPQ, nem a Direcção de "Química".

São autorizadas e estimuladas todas as citações e transcrições, desde que seja indicada a fonte, sem prejuízo da necessária autorização por parte do(s) autor(es) quando se trate de colaborações assinadas.

A Orientação Editorial e as Normas de Colaboração são publicadas anualmente no número de Janeiro–Março

Publicação subsidiada pela

FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA

Apoio do Programa Operacional Ciência, Tecnologia, Inovação do Quadro Comunitário de Apoio III

Editorial	2
90 Anos SPQ	2
Noticiário SPQ	14
Noticiário Geral	
<i>In Memoriam, George Porter(1920-2002)</i>	19
Actualidades Científicas	19
7.ª Olimpíada Iberoamericana de Química	23
Links Recomendados	27
Olhares Quirais	
Simbologia e Alegoria na Linguagem Alquímica	29
<i>P. Fontes da Costa</i>	
Ex-Libris	
O Esplendor das moléculas aromáticas (John Birks, Photophysics of Aromatic Molecules, 1970)	37
<i>M. N. Berberan e Santos</i>	
Entrevista	
Prof. José Artur Martinho Simões	43
Artigos	
JAMS Uma imagem de marca	53
<i>João Paulo Leal</i>	
Energética Molecular no CQE-IST:	57
Fragmentos de uma Visão Pessoal	
<i>M. E. Minas da Piedade</i>	
Biogeociclos: Uma visão molecular das enzimas e dos mecanismos envolvidos nos ciclos dos elementos: Parte I	67
<i>Carla Carneiro e José J. G. Moura</i>	
Actividades no laboratório	
Adsorção do Violeta de Cristal em Areia	83
<i>Sónia Sequeira e Inês Portugal</i>	
Química e Ensino	
Entrevista: Externato Delfim Ferreira, Riba de Ave	87
<i>conduzida por Paulo Ribeiro Claro</i>	

Os noventa anos da SPQ

Este número é dedicado às comemorações dos noventa anos da SPQ. O actual Secretário Geral teve a ideia de incluir os nomes de todos os actuais sócios. Será um testemunho para a história. Como nada é eterno, não vale a pena fazer grandes projectos a muito longo prazo. Mas esperamos que haja um futuro radioso para a nossa SPQ. A Química, tal como a Ciência em geral, é um legado extraordinário, fruto do labor de gerações e gerações. Uma herança, que haja pão e bons ares para manter a vida na Terra, todos podemos desfrutar. Mais utópico do que isto será difícil. Um legado que se passa de geração em geração, tal como a sagrada chama. E que necessita de mil cuidados, para continuar a crescer bem. As sociedades como a nossa prestam um serviço de grande utilidade pública. E é no mínimo curioso como a SPQ tenha sido servida por homens e mulheres de todos os sentires e sensilidades, seja no domínio

das convicções sociais e políticas, seja no modo como olham a Ciência. Será porque o que nos faz mover é um objectivo comum, a Química. Será que este sentimento poderia ser transportado para a nossa sociedade, se acaso houvesse um objectivo comum dos nossos compatriotas, a começar pelos políticos? E que esse objectivo fosse o desenvolvimento do nosso amado País? De certo que este não é o local para essa reflexão, mas os Químicos também não vivem fora do que os rodeia. E a Ciência depende de opções políticas. E a aplicação dos ensinamentos da Ciência também. Veja-se o caso paradigmático da co-incineração. Neste número, o nosso entrevistado é o Professor José Artur Martinho Simões, um dos Químicos que mais contribuiu para o desenvolvimento da SPQ neste últimos anos. Nessa entrevista afirmou que a Química como Ciência Central está a ser roubada por outras Ciências. Em princípio só se rouba aquilo que é bom. E como neste

campo se vive para dar, tudo bem. O problema resta no modo como se vai usar o produto do roubo. O problema reside na necessidade de continuar a ter Químicos de raiz, que sirvam a investigação na Química e assegurem o seu ensino. Essa será decerto uma das nossas nobres tarefas. Permitir que continuemos a desenvolver a Química para nos continuarem a roubar.

Neste número há muitos outros motivos de interesse. As habituais secções e uma nova rubrica que se inicia com um excelente texto sobre o Químico Birks. Nos artigos, gostaríamos de salientar a publicação da primeira parte de três textos sobre os bio-ciclos que envolvem os mais importantes elementos. E como é Natal aproveitamos para desejar a todos uma tranquila leitura deste número, e quem sabe dos anteriores, para os quais ainda não tivesse havido tempo. Prometemos que lá irão encontrar alguns motivos de satisfação.

90 ANOS SPQ

A Sociedade Portuguesa de Química aos 90 anos!

A 2 de Dezembro de 1911, o Prof. Doutor António Joaquim Ferreira da Silva (da Faculdade de Ciências do Porto) promove a realização na sala de química (da Faculdade de Ciências de Lisboa) de uma reunião entre professores de química de Lisboa, Coimbra e Porto para lançar as bases duma Sociedade de Química Portuguesa.

Logo a 28 de Dezembro são aprovados os estatutos e a 26 de Janeiro de 1912 tem lugar a sessão inaugural com uma alocução do seu progenitor e presidente perpétuo, Prof. Ferreira da Silva. Esta é a história do nascimento da nossa Sociedade contada por Álvaro de Aguiar que, já em 1905, tinha no Porto acompanhado Ferreira da Silva e José Perei-

ra Salgado na criação da Revista de Química Pura e Aplicada.

Uma alteração estatutária de 1927 transforma a Sociedade de Química Portuguesa em Sociedade Portuguesa de Química e Física, dando o mesmo pé de igualdade à incipiente Secção de Física que estava anexa à Sociedade de Química desde 1917.

Merecem o nosso profundo reconhecimento os químicos portugueses das Escolas Politécnicas de Lisboa e Porto que, no alvorecer da República e da transformação em universidades (logo em Março de 1911), souberam encontrar uma plataforma comum de valorização da química portuguesa. Merecem o nosso reconhecimento aqueles que viveram as difíceis condições de depressão económica (e cultural) que em

Portugal começou ainda antes da 1.^a Guerra e se prolongou até bem depois de 1945. Merece a nossa apreciação a nova geração de químicos formados nos anos 1960 e princípios de 1970 que tiveram a coragem de relançar, já depois de 1974, a Sociedade Portuguesa de Química, agora de novo só, com a Física autonomizada qual filho adolescente. Se Ferreira da Silva é reconhecido como a alma da sua criação, a Alberto Romão Dias temos de agradecer o relançamento da sociedade. Tal como aconteceu em 1911, ele soube reunir à sua volta toda uma nova geração que tem cooperado e assumido responsabilidades diversas para chegarmos aos 90 anos como a maior sociedade científica portuguesa, com congressos científicos regulares que congregam anualmente até 2000 químicos, com um boletim (Qui-

mica) de grande qualidade, com participação – copropriedade e corresponsabilidade – num conjunto de revistas científicas europeias de grande impacto, com um grande entusiasmo e confiança no futuro.

Vivemos nos últimos 30 anos um período de crescimento económico e de grande expansão da química em Portugal. Ao mesmo tempo, a nossa entrada na União Europeia e a globalização da economia levaram à realocação da indústria química e à terciarização das economias europeias. Daqui resultou al-

guma contracção do número de postos de trabalho de químico e um enorme desinteresse pela química e pela ciência em geral nas sociedades europeias. Ao mesmo tempo, a química vem reincarnando na biologia, no ambiente, na segurança alimentar etc.. Em alguns países europeus começou já a retoma do interesse pela química nas novas gerações universitárias. Com a vantagem de quem vive a vida ainda desfasado dos vizinhos, estamos em boa posição para melhor traçarmos o rumo e dizer aos nossos jovens que uma carreira cientí-

ca é dura e difícil – mais difícil do que algumas alternativas que lhes são oferecidas em miragem. Mas a construção de um futuro melhor exige dos melhores a coragem de optar pelo caminho mais difícil na certeza de que encontrarão aí a compensação merecida. A Sociedade Portuguesa de Química ajudá-los-á a encontrar esse caminho e a percorrê-lo para a sua felicidade pessoal e progresso da nossa sociedade.

José Ferreira Gomes,
Presidente da SPQ

A Sociedade Portuguesa de Química vive em 2002 o seu nonagésimo ano. Impulsionada pelo químico portuense Ferreira da Silva (1853-1923), foi fundada em 28 de Dezembro de 1911. A reunião de inauguração, no "grande anfiteatro da aula de química mineral" da Faculdade de Ciências de Lisboa, aconteceu em 26 de Janeiro de 1912. A SPQ (cujo nome era então Sociedade Quími-

ca Portuguesa) foi fundada por 23 sócios, cujos nomes se indicam abaixo. Em 1915 contava já 115 membros.

A actual direcção da SPQ não quis terminar o ano de 2002 sem assinalar esta efeméride de umas das maiores, mais antigas e mais dinâmicas sociedades científicas portuguesas. Não perdendo de vista o **Centenário da SPQ**, a comemorar condignamente em 2011-2012,

pareceu adequado consagrar na presente data algumas páginas do nosso boletim à essência da SPQ: os seus sócios. Apresenta-se assim a lista dos 2234 sócios individuais em efectividade, bem como dos 10 sócios colectivos. A história resumida da SPQ pode ser consultada em www.spq.pt.

Mário N. Berberan e Santos
(Secretário-Geral)

Primeira Direcção da Sociedade

cargo	nome	instituição
Presidente	António Ferreira da Silva (Cons. Prof.)	Faculdade de Ciências (Porto)
Vice-Presidente	Aquiles Machado (Cons. Prof.)	Faculdade de Ciências (Lisboa)
Vice-Presidente	Álvaro Basto (Prof.)	Faculdade de Ciências (Coimbra)
1.º Secretário	Hugo Mastbaum (Dr.)	químico (Lisboa)
2.º Secretário	Artur Cardoso Pereira (Dr.)	Faculdade de Medicina (Lisboa)
Tesoureiro	Amando Artur de Seabra	18.ª Secção Agrícola (Lisboa)
Vogal	Carlos von Bonhorst	Escola Marquês de Pombal
Vogal	César de Lima Alves (Prof.)	Instituto Superior de Agronomia
Vogal	José Pereira Salgado (Prof.)	Faculdade de Ciências (Porto)

restantes sócios fundadores

nome	instituição
Alberto de Aguiar (Prof.)	Faculdade de Medicina (Porto)
António Correia Barreto (General)	Fábrica de Pólvora de Chelas
Bernardino Cincinato da Costa (Prof.)	Instituto Superior de Agronomia
Charles Lepierre (Prof.)	Instituto Superior Técnico
Eduardo Burnay (Prof. Dr.)	Faculdade de Ciências (Lisboa)
João Holtreman do Rego	Laboratório Central de Higiene
José Correia dos Santos (Capitão)	Colégio Militar
José Diogo Arroio (Cons. Prof.)	Faculdade de Ciências (Porto)
José Joaquim dos Santos	engenheiro agrónomo (Lisboa)
Luis Rebelo da Silva (Prof.)	Instituto Superior de Agronomia
Manuel Gomes Himalaia (Padre)	químico industrial (Lisboa)
Otto Klein (Dr.)	químico analista (Porto)
Severiano da Fonseca Monteiro (Cons.)	Companhia das Águas (Lisboa)
Tomás Cabreira (Prof.)	Faculdade de Ciências (Lisboa)

Lista de Sócios

Abílio José Fraga do Nascimento Sobral
 Abílio Marques da Silva
 Adalberto Domingos Ferreira de Matos
 Adelino Joaquim da Silva Lisboa
 Adelino Leitão de Moura Galvão
 Adriana Barreiro de Sousa
 Adriano António da Luz Sampaio e Sousa
 Aécio Pereira Chagas
 Afonso Miguel dos Santos Duarte
 Agathe Emrich Rodrigues
 Aida Maria Gonçalves Moreira da Silva
 Albertina de Oliveira Fontes Pinto
 Albertina Lisboa Fernandes
 Alberto da Costa Gonçalves
 Alberto Ferreira da Silva
 Alberto Romão Dias
 Albina Maria de Sá Ribeiro
 Albina Rosa Santos Ferreira Fontes
 Albino Carvalho Faria da Silva
 Alcina do Aido
 Alcino Jorge Lopes Leitão
 Aida de Fátima Soares Leitão de Sousa
 Aida Patricia Bragança Castelo Ferreira
 Aldina Filomena Simões da Silva Rodrigues
 Alexandra Cristina dos Santos Abreu
 Alexandra de Abreu Vinagre
 Alexandra de Fátima Ludovico Marques
 Alexandra Isabel Amaral Marques
 Alexandra Isabel Martins Paulo da Costa
 Alexandra Lobato Dionisio
 Alexandra Margarida Costa S. Santos
 Alexandra Maria dos Santos Galhoz Cohen
 Alexandra Sofia Rodrigues Sequeira
 Alexandra Sofia Vasques Gonçalves Serra
 Alexandre dos Santos Queirós
 Alexandre Filipe Louro Alves
 Alexandre José da Costa Ferreira
 Alexandre Lopes de Magalhães
 Alexandre Manuel Raposo de Jesus
 Alexandre Miguel dos Santos Antunes
 Alexandre Miguel Trindade Cláudio
 Alfonso Castineiras Campos
 Alfredeira de Jesus da Cunha Veiga
 Alfredo Jorge Palace Carvalho
 Alfredo José Raposo Lopes Subtil
 Alice Angélica Monteiro Fernandes
 Alice Cândida Dias Bertolo Pereira
 Alice Maria Esteves Dias
 Alice Maria Santos Oliveira
 Alice Marinho da Silva Antunes de Carvalho
 Alice Paula Alves Urbano
 Alina Gonçalves Fernandes
 Alirio Egídio Rodrigues
 Altina do Céu Campos Seabra Pinto
 Aluisio da Cruz Marques Leal
 Álvaro António Pinheiro Barroqueiro
 Amadeu Fernandes Brigas
 Amadeu Rui Ferramentas Barbosa
 Amélia Maria Chaves Fernandes
 Amélia Maria de Brito Pires Eusebio
 Américo de Sousa Martins
 Américo João Andrade Ferreira
 Ana Alexandra dos Santos Lopes
 Ana Andreia dos Santos Sousa
 Ana Bela Dias Rodrigues
 Ana Carla Gomes Clemente
 Ana Carolina de Freitas Justino
 Ana Catarina de Carvalho Esteves
 Ana Catarina de Pinho Miranda
 Ana Catarina Dias Filipe Pancada Correia
 Ana Catarina Rodrigues Trindade
 Ana Catarina Sabino Guedes da Fonseca

Ana Catarina Sousa Neves
 Ana Cláudia Martins Nunes
 Ana Coelho da Silva Miranda
 Ana Cristina Abranches Castanheira F. Baptista
 Ana Cristina Bernardino Morais
 Ana Cristina da Conceição Tavares Sousa
 Ana Cristina Fernandes da Cruz
 Ana Cristina Fernandes Mendes Madeira
 Ana Cristina Malato Monteiro Almeida
 Ana Cristina Midões Almeida
 Ana Cristina Moreira Freire
 Ana Cristina Oliveira Lopes Figueira
 Ana Cristina Ramos de Oliveira Justino
 Ana Cristina Reis Alves
 Ana Cristina Rodrigues de Almeida Santos
 Ana Cristina Simão Bastos Laves André
 Ana Cristina Tavares Teixeira
 Ana Cristina Veloso Carvalho
 Ana Cristina Xavier Felizardo
 Ana Daniela Isidoro Brandão
 Ana de Jesus Fernandes de Barros
 Ana Filipa Bernardino Simões
 Ana Filipa Caldeira Damásia
 Ana Filipa Costa Pereira Reis de Azevedo
 Ana Filipa Cruz
 Ana Filipa de Assunção Xavier
 Ana Filipa Ferreira Frutuoso dos Santos
 Ana Filipa Fonseca Nunes dos Santos
 Ana Filipa Nogueira Fixe
 Ana Filipa Pinto Godinho
 Ana Gisela Guedes Nunes da Cunha
 Ana Guadalupe Delgado Filipe Caetano
 Ana Isabel Baptista Fernandes
 Ana Isabel da Rosa Manso Ferreira
 Ana Isabel de Albuquerque Piedade Ponce Leão
 Ana Isabel Lhano Lopes
 Ana Isabel Monteiro dos Santos
 Ana Isabel Moreira da Cruz Lobo Ferreira
 Ana Isabel Mota de Oliveira Fernandes
 Ana Isabel Ortigoso Matias da Silva Alves
 Ana Isabel Pastor Trindade
 Ana Isabel Ramos Monteirinho
 Ana Isabel Rodrigues Pereira de Castro
 Ana Isabel Silva Figueiredo
 Ana Lúcia Cabral Cardoso
 Ana Lúcia Costa Lagoa
 Ana Lúcia Elias da Conceição
 Ana Lúcia Márciano Dominguez Alvarez
 Ana Lucília Cardoso Fiçarra
 Ana Luisa Almeida Ferreira
 Ana Luisa Daniel da Silva
 Ana Luisa Dionisio Martins Roque
 Ana Luisa dos Santos Massuca
 Ana Luisa Ferreira Oliveira
 Ana Luisa Lima Pereira de Castro
 Ana Mafalda Castel-Branco Pereira dos Santos
 Ana Mafalda Filipe de Matos Pinto
 Ana Mafalda Gomes de Machado Aires Veríssimo
 Ana Mafalda Seguro de Oliveira
 Ana Mafalda Vaz Martins Pereira
 Ana Margarida Amado
 Ana Margarida de Sasa Leonardo
 Ana Margarida G. C. C. Santos
 Ana Margarida Gomes da Silva
 Ana Margarida Madeira Viegas de Barros Timmons
 Ana Margarida Martins Marques Miranda
 Ana Margarida Martins Pereira e Tavares Pinto
 Ana Margarida Molha Lopes de Matos
 Ana Margarida Rua Filipe Martins
 Ana Margarida T. Barros Santos Martins
 Ana Margarida Vieira Duarte Ferreira
 Ana Maria Almeida Mota
 Ana Maria Antunes Gonçalves Oliveira

Ana Maria Beato Covas Ramos
 Ana Maria Bettencourt de Freitas Dias
 Ana Maria Boavista Lima
 Ana Maria Carreira Pereira de Carvalho Partidário
 Ana Maria Clemente Fernandes
 Ana Maria Coelho Ferreira de Oliveira Brett
 Ana Maria da Conceição Ferraria
 Ana Maria da Conceição Lopes Ribeiro
 Ana Maria da Silva Abreu Marques Dias
 Ana Maria de Almeida Feliciano
 Ana Maria de Fátima Pinto Amaral dos Santos
 Ana Maria de Jesus B. Varela Coelho
 Ana Maria Dias Antunes
 Ana Maria Duarte Pedro Pereira Mendes
 Ana Maria Ferreira da Silva
 Ana Maria Ferreira de Oliveira Campos
 Ana Maria Flores Paiva Cabral
 Ana Maria Garcia Deibe
 Ana Maria Gomes Martins Antunes
 Ana Maria Henriques Macieira Pires
 Ana Maria Jordão Pinto da Costa
 Ana Maria Lopes Rodrigues
 Ana Maria Loureiro da Seca
 Ana Maria Madeira Martins Faisca Phillips
 Ana Maria Martelo Ramos
 Ana Maria Martinho de Sousa Teixeira Augusto
 Ana Maria Martins Maia
 Ana Maria Martins Silva Freire
 Ana Maria Neves de Oliveira Matos
 Ana Maria Pereira L. Redondo Botelho do Rego
 Ana Maria Pissarra Coelho Gil
 Ana Maria Reis Henriques
 Ana Maria Souto e Castro
 Ana Maria Telmo Dias Pereira Vicente Cabral
 Ana Patricia de Oliveira Queirós
 Ana Patricia dos Santos Marques
 Ana Patricia Quinaz da Silva Neto
 Ana Patricia Teixeira Martins do Canto
 Ana Paula Alexandre Saraiva
 Ana Paula Araújo Miranda
 Ana Paula Cardoso dos Santos
 Ana Paula da Assunção Esteves
 Ana Paula de Almada F. de Bettencourt Estevão
 Ana Paula de Melo Martins
 Ana Paula Delgado Pires G. Heitor Alves
 Ana Paula Fernandes Pires
 Ana Paula Gameiro Francisco
 Ana Paula Jerónimo Maquedones
 Ana Paula Pereira Paiva
 Ana Paula Ramalho David Seabra de Melo
 Ana Paula Rosa Tomás dos Reis
 Ana Paula Sintra Salvo Paiva
 Ana Raquel Rés
 Ana Raquel Sequeira Pinto
 Ana Rita Alves Rebelo de Almeida
 Ana Rita Claro Rodrigues
 Ana Rita Costa Correia Vicente Moreira
 Ana Rita Fonseca Bernardo
 Ana Rita Guerreiro de Brito Petronilho
 Ana Rita Mendão Silva
 Ana Rosa Aires Neto da Silva
 Ana Sara Henriques Barreiros
 Ana Sofia Abreu
 Ana Sofia Ferraz Alves
 Ana Sofia Gomes de Sousa Lopes
 Ana Sofia Madureira Bruno
 Ana Sofia Marques da Ressurreição
 Ana Sofia Mendes Neves
 Ana Sofia Queirós Friaças
 Ana Sofia Rodrigues Pintado de Ferreira Augusto
 Ana Sofia Silva Cotovio
 Ana Sofia Vagueiro de Sousa Dias
 Ana Teresa Fernandes Pereira

- Ana Teresa Passos Fontes Carneiro
 Ana Teresa Salvador Santos Marques
 Ana Teresa Vieira Bernardino
 Ana Vanessa dos Reis Santos
 Ana Violeta Oliveira Morais de Sousa Girão
 Anabela Beatriz Madeira Gomes Boavida
 Anabela Cardoso Antunes
 Anabela Carreiro da Silva Lucas
 Anabela Catarino Fernandes
 Anabela Correia de Almeida Sequeira Ferreira
 Anabela de Carvalho Domingues
 Anabela Figueiras dos Santos Batista
 Anabela Oliveira Viegas
 Anabela Paulo Videira
 Anabela Rodrigues Capelo Virgílio Cachudo
 Anabela Rodrigues de Oliveira Leite e Silva
 Anabela Sousa de Oliveira
 Anabela Tavares Aguiar Valente
 André Alberto de Sousa Melo
 André Duarte Lopes
 André Lima Roque
 André Martins
 Andrea Martins dos Santos
 Andrea Sofia Lopes Torres
 Andrea Carneiro
 Andrea Daniela Moreira da Cruz Leite
 Andrea Denise Lopes Ribeiro Feijão
 Andrea Garcia Guerra
 Andrea Isabel Costa Romeiro
 Andrea Maria Bessa Magalhães
 Andrea Mariana Valinho Dias
 Andrea Mónica Mendes P. do Vale Carvalho
 Andrea Reis da Conceição Rosa
 Andrea Rodrigues
 Â C. Oliveira Prazeres
 Ângela Cláudia Gaspar Esperto
 Ângela Isabel Ferreira Rato
 Ângela Maria Andrade Teixeira dos Santos Domingos
 Ângela Maria da Silva Relva
 Ângela Sandulache
 Angelina dos Prazeres Rolo Matias Regalo
 Angelina Lopes Simões Pena
 Anibal David Pereira Leal
 Antero Jorge Sobral Monteiro
 António Alberto da Silva Lopes Frazão
 António Alberto Fernandes Prada
 António Alexandre da Cunha Bastos
 António Augusto Moniz Tavares
 António Belmiro Gil da Silva Fortes
 António Bernardo Ferreira de Almeida
 António Bernardo Vieira Pinho de Aguiar
 António Blanco Seoane
 António Camilo Pereira Alves
 António Cândido Lampreia Pereira Gonçalves
 António Carlos Silva Henriques
 António Casimiro de F. B. Barreto Archer
 António Comba Alves Lopes
 António Coutinho da Silveira Ramos
 António da Conceição Neto
 António de Campos Pires de Matos
 António Eduardo Baptista Leitão
 António Francisco Carrelhas Cachapuz
 António Gonçalves da Silva
 António João de Carvalho da Cruz
 António Joaquim de Campos Varandas
 António Jorge Dias Parola
 António José Alves da Cunha Pereira
 António José Baptista
 António José de Almeida Gouveia Novais
 António José do Nascimento Queimada
 António José Geraídes de Mendonça
 António José Martins Alves Ferreira
 António Luís Castro Sousa
 António Luís Fernandes Pedro
 António Manuel Andrade de Almeida
 António Manuel D'Albuquerque Rocha Gonçalves
 António Manuel de Figueiredo Palavra
 António Manuel Gonçalves Lopes
 António Manuel Mendes Moreira
 António Manuel Neto Vaz
 António Manuel Roxo Heitor Carita Pista
 António Mauel Almeida da Costa
 António Osmaro Santos Silva Rangel
 António Paulo da Silva Teixeira
 António Roque Taco Calado
 António Sérgio Curvelo Garcia
 António Sérgio Rebelo Martins
 Aquiles José Ferreira de Araújo Barros
 Arlete da Silva Santos Carmona
 Arlindo Canico Gomes
 Arlindo Marques Lagoa
 Armanda Maria de Almeida Braz Severo
 Armanda Maria Formigão Gameiro
 Armando Jorge Domingues Silvestre
 Armando José Latourette de Oliveira Pombeiro
 Armindo Gaspar
 Armindo José Alves da Silva Salvador
 Arnaldo Francisco Febra
 Artur Faria da Torre
 Artur Fernando Alves Moura
 Artur Jorge Faria Ferreira
 Artur José Monteiro Valente
 Artur Manuel Cavaco Paulo
 Artur Manuel Nunes Lopes
 Artur Manuel Soares da Silva
 Astride Euridice Correia Rodrigues
 Augusto Correia Cardoso
 Augusto Costa Tomé
 Augusto Jorge Monterroso dos Reis Teixeira
 Aurélio Daniel Rodrigues Andrade
 Auréllia Graça Pacheco Custódio Carvalho
 Baltazar Manuel Romão de Castro
 Bárbara Manuela Silva Gigante Carvalheiro
 Bárbara Vale-Frias
 Beatriz Duarte Gomes Rebelo
 Beatriz Licina Almeida Magalhães
 Beatriz Royo
 Belarmino Alexandre Salvado Barata
 Benilde de Jesus Vieira Saramago
 Berwinda de Jesus Vila Boa Lourenço
 Bernardete Teixeira
 Bernardina da Glória Ferreira Sobral
 Bernardo Jerosch Herold
 Bernardo Ramos Batista Monteiro
 Branca Maria Cardoso Monteiro da Silva
 Bráulio dos Santos Baptista
 Brian James Goodfellow
 Bruno Gomes da Silva
 Bruno Miguel Caridade Magalhães Duarte
 Bruno Miguel Coelho Alexandre
 Bruno Miguel de Jesus Monteiro
 Bruno Miguel Dias Carvalho
 Bruno Miguel Magalhães Jarrais
 Bruno Serge Félix Cordeiro
 Cacílda Maria Abreu L. Carvalho Ferreira
 Cândida Maria dos Reis Rivotti
 Cândida Maria Martins da Conceição Learmonth
 Cândido Mário Azevedo Pereira Dias
 Cândido Morais Gonçalves
 Carina Isabel Marques Nunes
 Carina Madalena Martins Machado
 Carlá Alberta Fernandes
 Carlá Alexandra Gamelas Albuquerque Pinto
 Carlá Alexandra Lopes Andrade de Sousa
 Carlá Alexandra Lourenço Duarte Rocha Dionísio
 Carlá Cristina de Morais Casal
 Carlá Cristina Ramos Oliveira Neves Duarte
 Carlá de Jesus Grilo de Oliveira Mustra
 Carlá Filipa da Silva Candeias
 Carlá Filipe Amaro de Sousa
 Carlá Inês Paquim Santos António
 Carlá Isabel de Jesus da Silva de Brito
 Carlá Ivone Faria Couto dos Santos
 Carlá Luisa Correia Martins Figueiredo
 Carlá Manuela Soares Matos
 Carlá Margarida Cravo Fernandes
 Carlá Margarida Lourenço Heitor Mota
 Carlá Maria Boura Carvalhais Baptista
 Carlá Maria de Oliveira Sal
 Carlá Maria Ferreira Mesquita Palma
 Carlá Maria Mendes Matoso
 Carlá Marina Cristovão Fernandes
 Carlá Rafaela Lages Carvalho Magalhães
 Carlá Sofia Bernardo Costa
 Carlá Sofia Costa e Sousa
 Carlá Sofia Fernandes Barreira
 Carlá Sofia Silva Santos
 Carlá Susana Heitor Pereira
 Carlo Bento Moura
 Carlos Alberto Alves Cordeiro
 Carlos Alberto da Silva Beato
 Carlos Alberto Freire da Costa
 Carlos Alberto Gonçalves Nogueira
 Carlos Alberto Lima Garcia
 Carlos Alberto Mateus Afonso
 Carlos Alberto Nieto de Castro
 Carlos Alberto Rocha Campos
 Carlos Alberto Rocha Gomes
 Carlos Albino Veiga da Costa
 Carlos Alexandre Borges Garcia
 Carlos Alves Taveira Oliveira
 Carlos André Silva Morais
 Carlos António da Silva Paliteiro
 Carlos Duarte Martins Gomes
 Carlos Eduardo Costa Laginhas
 Carlos Eduardo Sabino Bernardes
 Carlos Estrada Pereira
 Carlos Fernando Esteves Sampaio
 Carlos Franjo Franjo
 Carlos Frederico de Gusmão Campos Geraídes
 Carlos Gabriel Pires Morgado Bernardo
 Carlos João Peixoto Cardoso de Oliveira Gomes
 Carlos Joaquim da Silva Barata
 Carlos Jorge Ferreira do Carmo
 Carlos Jorge Gomes Barranha Lima da Cunha
 Carlos Jorge Ribeiro da Silva
 Carlos José das Neves Catarino
 Carlos José Rodrigues Crispim Romão
 Carlos Lodeiro - Espiño
 Carlos Manuel de Melo Pereira
 Carlos Manuel Ferreira de Sousa Borges
 Carlos Manuel Gomes de Araújo Queiroz
 Carlos Maria de Noronha Galvão Franco Frazão
 Carlos Maria Martins da Silva Correa
 Carlos Menduinha Fernandez
 Carlos Miguel Calisto Baleizão
 Carlos Miguel Marques Peixoto
 Carlos Pedro da Silva Cardoso dos Santos
 Carlos Rodrigues Pereira
 Carlos Serpa
 Carlos Vitor de Paiva e Almeida
 Carlota da Conceição Pires Simões
 Carlota Maria Lucas da Silva Vidal
 Carmen Maria dos Santos Soeiro Cravo
 Carmen Salefe Fradique Gonçalves
 Carmen Sofia da Rocha Freire
 Carolina Juliana da Costa Pereira Pinto
 Carolina Maria Apolinário do Rio
 Catarina Alexandra Delgado de Sousa

Catarina Cunha Monteiro Manso	Cristina Maria Carvalho Miguel	Eduardo Rui Afonso Ribeiro
Catarina da Silveira Amaral	Cristina Maria Cavadas Moraes do Couto	Egídio Manuel Gonçalves Subtil
Catarina Henriques	Cristina Maria Correia Marques	Eliã Maria Batista da Costa Bento
Catarina Isabel Aguiar dos Santos	Cristina Maria Fernandes Delerue Alvim Matos	Eliana Fabiola Correia Fernandes
Catarina Isabel Cabral Vieira Bastos	Cristina Maria G. C. Silva Cordas	Elisa da Conceição Martins Gonçalves Alves
Catarina Isabel Carvalho de Matos	Cristina Maria Henriques Farroco Martins	Elisa Maria da Silva Campos
Catarina Isabel Monteiro Ribeiro	Cristina Maria Loureiro da Silva	Elisa Maria Matos Sousa Pinto
Catarina Isabel Rocha Cardoso Alves Pires	Cristina Maria Machado Gomes	Elisa Regina Figueiras Julião Inácio de Campos
Catarina Isabel Santos de Jesus Dias	Cristina Maria Mesquita Nunes Petrucci	Elisabete Andrade Alves Pires
Catarina Isabel Vicente Ramos	Cristina Maria Pereira de Oliveira Cardoso	Elisabete Maria Veiga Marques
Catarina Maria Martins Duarte	Cristina Maria Pereira Gaspar Marques	Elisabete Maurício Nascimento
Catarina Miguens das Neves André	Cristina Maria Póvoa Borges	Elsa Cláudia Correia Barracho
Catarina Rodrigues Oliveira Leite e Silva	Cristina Maria Rei Rebelo Nunes Vieira	Elsa Correia Faria
Catarina Sofia Rodrigues Duarte Costa Gamboa	Cristina Maria Rocha Vidal Fonseca	Elsa Maria da Silva Lopes Amaro
Catarina Susana Alves Portela Gonçalves	Cristina Maria Rocha Vidal Fonseca	Elsa Maria Isqueiro Batista
Catarina Vieira Ralheta	Cristina Maria Roque Ramiro de Oliveira	Elsa Maria Monteiro da Silva
Cátia Margarida Jorge dos Santos	Cristina Raquel Batista Costeira	Elsa Sofia Farinha Soares
Cecília Costa Azevedo	Custódia do Sacramento Cruz Fonseca	Elvira Maria Mendes Sardão Monteiro Gaspar
Cecília de Melo Correia Baptista	Dália Maria Godinho Guerreiro	Ema Dulce de Brito Pereira
Cecília Maria Oliveira Martins	Daniel André Botelho da Silva	Emanuel Alexandre Coutinho de Freitas Reis
Cecília Maria Vaz Serra	Daniel Casimiro Maia Nunes	Emanuela Bravo Mira
Celeste de Matos Lino	Daniel Filipe Leitão Pinto	Emídio André do Vale Fernandes
Célia Allen Revez Ferreira	Daniela Alexandra Mendes Teixeira	Emídio César de Queiroz Lopes
Célia Maria Cardona Faustino	Daniela Patrícia Leitão Silva	Emídio Marques Amaro Barata
Célia Maria Costa Lopes	Daniela Oliveira	Ermelinda Rosa de Oliveira Lopes Pinho
Célia Martins Ribeiro Constâncio Almeida Oliveira	Dário Fernandes Luis	Ermelinda Vasco Guimaráes
César António Tonicha Laia	David José Pereira Gago	Esmeralda Ferrão Mendes Duarte
César Augusto Correia Sequeira	David Miguel Ribeiro Ferreira	Estela de Jesus Guerreiro B. Pinheiro Correia
César Esmeraldo Fernandes	Delfim Armando Pestana Duarte	Eugénia Maria Neves Rasteiro
César João dos Santos Oliveira	Delvino José Aires de Sousa	Eulógio Jimenez Cuesta
César Manuel Ferreira Leite Nogueira	Denísio Togashi	Eunice Paula Marques S. Fonseca Ferreira Louro
Christopher Michael Ashton Brett	Deonilde Susana Isidro Bento	Eurico Cores Correia de Melo
Cidália Cristina Pestana Bandarra	Diana Cláudia Gouveia Alves Pinto	Eurico Duarte da Silva Couto
Cidália Maria Martins Alvis	Diana Maria Lopes Costa	Euslía Maria Gomes de Lacerda Pereira
Clara Manuela Pereira Monteiro Ferreira	Diana Torrão Patóio	Eva Maria Gonçalves de Paiva Pinto Serra
Clara Maria Pinheiro B. M. Vieira da Silva	Didia Cristina Sá Pereira Marques Teixeira	Fanny Gonçalves Eliseu
Clara Raquel Neves dos Santos	Dina Alexandra Veríssimo Albino	Fanny Rodrigues Fernandes
Clara Sofia Barreiro Gomes	Dina Maria Bairrada Murtinho	Fátima Cristina Gregório Sampaio
Cláudia Cristina Lago Pereira Pereira	Dina Teresa Henriques dos Santos	Fátima Isabel Antunes Nunes
Cláudia Eunice Amorim da Costa	Diogo Afonso Almeida Santos Fonce de Leão	Fátima Maria Carvalhinhas Barreiros
Cláudia Isabel Rodrigues de Almeida	Diogo de Sousa Martins	Fátima Susana de Abreu Saraiva
Cláudia Manuela Monteiro Gomes	Diogo Gaspar Teixeira de Oliveira e Silva	Fernanda Alexandra Sousa Pereira
Cláudia Margarida Barreto	Diogo Miguel da Trindade Bastos Pinhão	Fernanda Braguez da Costa
Cláudia Margarida C. A. Ribeiro Simões	Diogo Paulo Pereira Gomes	Fernanda de Fátima dos R. Janeiro Alvarão
Cláudia Margarida Gomes de Moraes	Dora Filomena Fernandes Presado	Fernanda Isabel Gonçalves Matias Vicente
Cláudia Maria Vieira Vaz	Dora Raquel Silva Pinho	Fernanda Isabel Ramos Guerreiro de Almeida
Cláudia Marlene Loureiro Teixeira	Dora Sofia Ferreira Dias	Fernanda Madalena de Abreu da Costa
Cláudia Patrícia Henriques Santinho Coelho	Duarte Ananias Marques	Fernanda Maria Pereira Gomes
Cláudia Raquel Barroso da Silva Gaspar	Duarte Manuel Rosa de Carvalho	Fernanda Maria Teixeira Almeida
Cláudia Ricardo Gonçalves	Duarte Manuel Trindade Pita	Fernanda Ramos Nogueira da Silva Barata
Cláudia Sofia Castro Gomes da Silva	Duarte Maria Novaes Tito	Fernando Alvaro Pires Basto
Cláudia Sofia dos Santos Valente	Duarte Miguel Nobre Gonçalves Furtado Paulino	Fernando Augusto A. Lencart e Silva
Cláudia Sofia Pimenta Mendes Ferreira	Dulce Elisabete Bornes Teixeira Pereira Simão	Fernando Glenadel Braga
Cláudio Manuel Soares	Dulce Manuela Freitas Valinhas	Fernando Hermínio F. M. Nunes
Clélia Alexandre Claudino Milhano	Dulce Maria Azevedo Vieira de Castro Ferreira	Fernando Jorge Andrade Gonçalves
Clementina Maria Cardoso T. da Cunha Pereira	Dulce Maria da Silva Ferreira	Fernando Jorge Cardoso Pinto
Clementina Maria Moreira dos Santos	Dulcineia Maria de Sousa Ferreira	Fernando Jorge da Silva Pina
Conceição Maria das Dores Lopes	Dúnia Rosale Entrudo Viegas da Palma	Fernando Jorge de Sousa Teixeira
Conceição Maria de B. P. Lopes de Pinho Leão	Edgar Nunes Ximenes Henriques	Fernando Jorge dos Ramos
Conceição Martins	Edite Manuela da Graça Veríssimo	Fernando José Almeida Bento
Conceição Pedruco	Edite Maria Penha Franco Fiuza	Fernando José Cadete Lourenço
Conception Saa Delgado	Edite Maria Teixeira de Lemos	Fernando José de São João Varela Nunes
Corina Luísa Vieira de Abreu Fernandes Carranca	Edmundo José Simões Gomes de Azevedo	Fernando José Russo Abegão
Cornélia Garrido Sousa Castro	Eduarda Azevedo	Fernando José Vieira dos Santos
Cristela Matos de Brito	Eduarda Maria dos Santos Antunes	Fernando Manuel de Jesus Domingues
Cristiana Coelho Leandro	Eduarda Marlene Peixoto da Silva	Fernando Manuel Pestana da Costa
Cristina Alexandra Pinto Moreira Maia	Eduardo Filipe Fernandes Lage	Fernando Manuel Ramôa Cardoso Ribeiro
Cristina da Conceição Ferreira dos Santos	Eduardo Jorge Figueira Marques	Fernando Miguel Esteireiro Cabelo
Cristina Freitas Gonçalves	Eduardo Jorge Morilla Filipe	Fernando Morão Lopes Dias
Cristina Gabriela Correia Pereira Lopes	Eduardo Manuel Dias Lopes	Fernando Oliveira de Sousa Vieira
Cristina Isabel Emídio Rodrigues	Eduardo Manuel dos Santos Carreira	Filipa Aires Jorge da Silva Lopes
Cristina Maria Araújo Silva	Eduardo Manuel Hipólito Pires Mateus	Filipa Alexandra Delgado Siopa
Cristina Maria Caneira Lourenço	Eduardo Manuel Perdiga Oliveira	Filipa Almeida Martins de Matos Gonçalves

Filipa Andreia Aguiar Marques	Hélio Ramos Cruz	Isabel Maria Pinto Leite V. Oliveira Ferreira
Filipa Correia Guedes Abrunhosa	Henrique Anibal Santos de Matos	Isabel Maria Santos Silva
Filipa Isabel Branco Melão	Henrique Jorge Lopes Raminhos	Isabel Maria Vaz Domingos dos Santos
Filipa Lourosa Sousa	Henrique José Oliveira dos Reis	Isabel Marta Ferreira de Almeida Ribeiro
Filipa Marques Sá Pereira	Henrique José Rodrigues Guedes	Isabel Palmira Joaquim Castanheira
Filipa Teixeira Martins	Henrique Marques Tavares	Isabel Rita Rebelo Ferreira Barbosa
Filipa Teresa Lopes da Silva Belchior	Hermínio Albino Pires Diogo	Isabel Sofia São João Silva Baptista
Filipe André da Silva Raminhos Natálio	Hernani Lopes da Silva Maia	Isabel Victória Faustino Gonçalves
Filipe Coimbra Pinto Arouca	Heroína da Silva Blanco	Isilda dos Santos Rodrigues Nobre Urbano
Filipe Manuel Amado da Silva Fernandes Machado	Higuinaldo José Chaves das Neves	Isilda Gomes Barata
Filipe Manuel Ferreira Babo	Hilário Rodrigues Tavares	Isilda Isabel Rodrigues Montinho
Filipe Manuel Lázaro dos Santos Monteiro	Hilda Maria Leal de Oliveira	Iva Filipa Carvalho da Costa
Filomena de Fátima Martins Freitas	Honorina Maria de Matos Cidade	Ivo Manuel Correia da Costa Moreira
Filomena Maria Machado de Castro Amaral	Horácio Maggioly Novais	Ivo Miguel Lopes Ferreira
Filomena Maria Ramos Rebelo	Hugh Douglas Burrows	Jacinto António Rolha Castanho
Flávio Sérgio Fernandes Pinto	Hugo Alexandre Meireles Rio Tinto	Jaime Alberto Santos Cardoso
Francisco A. Amoedo Cabaleiro	Hugo Couto Ferreira Governo Picciocchi	Jaqueline Soares Ouakinin
Francisco António Mendes da Silva	Hugo dos Santos Pinheiro	Jesus Miguel Lopez Rodilla
Francisco Ferrete Alfonso Peres	Hugo Filipe Félix Antunes da Silva	Jesus Sanmartin Matalobos
Francisco José Andias Paula	Hugo Filipe Pedro Martins	Joana Alves Santinho de Freitas Morna
Francisco José Pires Pedroso	Hugo Machado Teixeira dos Santos	Joana Catarina Castanheira da Costa Marques
Francisco Manuel Lemos Amado	Hugo Miguel Batista Loureiro	Joana do Amaral Pacheco de Azuaga
Francisco Manuel Pereira Peixoto	Humberto Bento Ayres Pereira	Joana Duarte Gintra
Francisco Trindade de Matos	Humberto dos Santos Ferreira	Joana Fonseca Branquinho Pais Monteiro
Francisco Trindade de Matos	Humberto Eduardo de Carvalho Santos Ferreira	Joana Inês Teixeira Alves Cabr
Francisco Xavier Malcata	Humberto Jorge Alves da Silva Santos	Joana Isabel Félix Paixão
Frank Steven Scott Rogerson	Isabna Miguel Barreto Dupret Miranda	Joana Lobo Antunes
Gabriel Pais Travasso	Idalina Maria Pinto Narciso	Joana Paula Assunção Almeida
Gabriela Alexandra Canha Rodrigues Monteiro	Iedena Kahina Nascimento Lima	Joana Simba Vanda Sebastião
Gabriela Ventura Alves da Silva	Ignácio Lopéz Martin	Joana Sofia de Pinho Gonçalves
Gerardo Gonzalez Aguiar	Ilda Maria Custódio Ribeiro	João Alexandre Guarita da Silva Rodrigues
Gil Alberto Bastista Gonçalves	Inês Isabel Monteiro Vasconcelos	João Alfredo Vieira Canário
Gina Maria Martins Gomes	Inês Isabel R. Coelho	João António de Sampaio Rodrigues Queiroz
Glória Estrela Leitão Libânio	Inês Lúcio Paulo Valente	João António Soares da Silva Matos
Gonçalo Alves Correia	Inês Patricia Alves Morais	João Augusto Oliveira
Gonçalo José Lopes Bernardes	Inês Teodora Elias da Fonseca	João Carlos da Silva Barbosa Sotomayor
Gonçalo Trindade Garrido Serra	Irene Dias Quintas Neves	João Carlos de Matos Paiva
Gonzalo Vasquez Una	Irene Maria Abrunhosa Marques	João Carlos Fazendeiro Diogo
Gorete Amado Serras	Iria Isabel Curado de Oliveira	João Carlos Marques Ribeiro Reis
Goreti Maria dos Anjos Botelho	Iria Nina Franco Saldanha	João Carlos Matias Celestino Gomes da Rocha
Graça Maria da Silva Gonçalves Rocheta	Irina Clara Rodrigues	João Carlos Moura Bordado
Graça Maria da Silva Rodrigues Oliveira Rocha	Isabel Cristina Maia da Silva Santos	João Carlos S. Nogueira Sousa Dias
Graça Maria Meireles Carvalho Silva	Isabel Cristina Pina da Fonseca	João Carlos Vidaurre Pais de Moura
Graça Maria Póvoa Pascoal	Isabel Cristina Sousa Lucas	João Daniel da Silva Seixas
Graça Maria Torres Vieira de Sousa	Isabel da Conceição Cardeira da Cruz	João de Vasconcelos Abreu de Oliveira Martins
Graça Maria Traveiras Parreira	Isabel da Graça Rego dos Santos	João Eduardo Pereira Custódio
Guilomar Manuel Massa Medeiros	Isabel de Sousa de Almeida Trigueiros	João Ermidio da Silva da Costa Pessoa
Gumerzinda Gomes Gonçalves Cabral	Isabel Dias Rodrigues	João Evangelista de Jesus Simão
Hélder Antonio Fernandes da Silva	Isabel Fernanda Soares Gomes da Cruz	João Fernando Martins
Hélder Dias Mota Filipe	Isabel Filipa Valente Cabral	João Fernando Nogueira Correia Luis
Hélder Filipe Rocha Vieira	Isabel Maria Almeida Fonseca	João Fernando Pereira Gomes
Hélder Gomes da Silva	Isabel Maria Baltazar Simões de Carvalho	João Francisco Martins Papoila Magalhães
Helena Albertina Silva Pedrosa	Isabel Maria Boal Palheiros	João Henrique Amorim da Costa
Helena Carmen Fernandes de Oliveira Valente	Isabel Maria Bogalho C. Pinto Pinheiro	João José de Oliveira Bandarra
Helena Cristina Vaz Pereira	Isabel Maria Carmo Almeida do Amaral	João José Rodilhes Frausto da Silva
Helena Isabel Benoliel Chantre	Isabel Maria Carreira Ferreira	João Leonel Pires Costa
Helena Isabel Cabral A. Baião Caeiro	Isabel Maria Cruz Sá Nogueira	João Luís Leão Cabreira de Oliveira Cabral
Helena Isabel Neto de Oliveira Tavares	Isabel Maria da Silva Almeida Antunes de Carvalho	João Luís Tavares de Matos Gomes
Helena Margarida Guerreiro Galla Gaspar	Isabel Maria da Silva Pires Marques de Matos	João Luís Tavares Ferreira
Helena Margarida Luis Ramos Tomás	Isabel Maria de Melo Sampaio de Freitas	João Luis Teixeira Marinho dos Santos
Helena Margarida Nunes Pereira	Isabel Maria de Sousa Gonçalves	João Manuel Cunha Rodrigues
Helena Maria da Silva Batista Inocêncio Ramada	Isabel Maria dos Santos Nunes	João Manuel da Costa Correia Barata
Helena Maria dos G. Villaca Fernandes Gonçalves	Isabel Maria Fernandes Ramos	João Manuel da Costa e Araújo Pereira Coutinho
Helena Maria Gomes Lourenço	Isabel Maria Lopes Esteves	João Manuel do Rosário Miranda
Helena Maria Marques de Sousa	Isabel Maria Lourenço Gomes	João Manuel Martins Mendonça
Helena Maria Prata Dias Figueiredo	Isabel Maria Martins Lopes	João Manuel Pires da Silva
Helena Maria Vieira Monteiro Soares	Isabel Maria Meleças Gago	João Manuel Roldão Cruz
Helena Mónica Mendes Fradique	Isabel Maria Neto da Silva Moreira	João Mário de Jesus Ferreira Vasconcelos
Helena Paula de Freitas Caldeira Araújo	Isabel Maria Nunes Bravo Moura	João Niuno Cortes Fernandez Ruiuio
Helena Rosa e Melo Gonçalves Alves	Isabel Maria Nunes de Sousa	João Paulo Arriegas Estevão Correia Leal
Helena Sofia Louro Ribeiro	Isabel Maria Osório Viana de Lemos	João Paulo Costa Tomé
Helena Valente Vargas	Isabel Maria Palma Antunes Cavaco	João Paulo Ferreira de Matos
Helene Christine de Oliveira	Isabel Maria Palma Pires	João Paulo Gil Lourenço

João Paulo Gonçalves Ferreira	José António Maia Rodrigues	Julio Domingos Pedrosa da Luz de Jesus
João Paulo Henriques Rodrigues	José António Mestre Prates	Julio Gonzalez Urones
João Paulo Lopes Madureira	José António Rosa Ramalho	Juvelina Centeno Amaro
João Paulo Martins Ferreira Lavrado	José António Teixeira Lopes da Silva	Konstantina Papadogianni
João Paulo Nunes Cabral Telo	José Arlindo Pereira da Silva Valente	Krassimira Assenova Passos Guerra
João Paulo Rodrigues Fernandes André	José Armando Luísa da Silva	Laetitia da Costa Teixeira
João Pedro Alves de Carvalho	José Artur de Sousa Martinho Simões	Lara Isabel Cardoso Rolo da Silva Silva
João Pedro Batista Tomaz	José Augusto Lopes Infante	Laura Ivone Velez Galão
João Pedro Bettencourt Cepeda Malhado	José Augusto Paixão Coelho	Laura Maria de R. da Costa Ilharco de Almeida Santos
João Pedro Cesário Serrano	José Carlos Almeida Mesquita	Laura Maria Matias Nogueira da Silva
João Pedro de Macedo Carneiro	José Carlos Antunes Marques	Laurinda Maria Paula Rocha Duarte
João Pedro dos Santos Marques	José Carlos da Silva Leuschner	Laurinda Sousa Ferreira Leite
João Pedro Gomes Roque Borges Ferreira	José Carlos Silva Russo	Leonel Alegre Carvalho da Silva
João Pedro Lopes	José de Almeida Diniz de Carvalho	Leonor Salgado do Fundo Carreira
João Pedro Martins Poiães	José de Oliveira Fernandes	Leopoldina Gouveia Pimentel Neves
João Pedro Oliveira Morgado Madail	José Dias Lopes da Silva	Liberta Maria Cerejo Vieira
João Rodrigo da Silva Santos	José do Rosário Ascenso	Lidia Maria Veloso Pinheiro
João Rui Carvalho Nunes e Silva	José Egidio Fernandes Inverno	Lidia Miguel Pires Chumbinho de Albuquerque
João Sousa	José Enrique Rodriguez Borges	Lidia Pereira Domingues
João Vasco Serrano de Almeida	José Fernando Oliveira Ramos Martins	Ligia Carla Pascoal Silva Carvalho
João Vasconcelos Simão	José Francisco Rodrigues da Costa	Ligia Lourdes Miranda Marona Rodrigues
João Vitor Gomes Rebelo	José Inacio Ferrão de Paiva Martins	Lilia Maria Correia Miguel Mateus
Joaquim Carlos Gomes Esteves da Silva	José Joaquim Cristino Teixeira Dias	Lilia Raquel Leitão Castanheira
Joaquim Carrasqueiro Marçal de Almeida	José Joaquim de Melo Orfão	Lilia Vânia Moreira Teixeira
Joaquim Correia dos Santos Barbosa	José L. Lopez-Ruiz	Liliana Cristina Duarte Cerqueira
Joaquim Henrique Alves dos Santos Teles	José Lopes de Carvalho	Liliana da Silva Jesuino
Joaquim José Barbosa Romero	José Luis Cabral da Conceição Figueiredo	Liliana Maria Quintão Pereira
Joaquim José de Azevedo Loureiro de Amorim	José Luis da Silva Santos	Liliana Paula Carvalho Bento
Joaquim José de Azevedo Moura Ramos	José Luis Legido Soto	Lina Maria da Silva Ribeiro
Joaquim José Ribas Perdigão Queiroga	José Luis Moniz Jardim	Lina Maria Leal da Silva Almeida
Joaquim Luis Bernardes Martins de Faria	José Luis Nicolau	Lina Maria Palma Cantinho
Joaquim Manuel Jesus Sobral Gil	José Manuel Abecassis Empis	Lino Miguel Salgueiro B. dos Santos Dias
Joaquim Miguel Badalo Branco	José Manuel Barata Centeio	Lisete Maria de Medeiros Rodrigues
Joaquim Pereira Cardoso	José Manuel Barata Lourenço	Lúcia Maria da Silveira Santos
Joaquina Rosa Ribeiro Coelho	José Manuel Carvalho da Silva Campos	Lúcia Maria de Lemos Cabral
Joel dos Santos Pereira	José Manuel da Silva Nunes	Lúcia Maria Osório V. O. Teles Salgado
Joel Pedro Gago Guiomar	José Manuel Florêncio Nogueira	Lúcia Maria Tavares Guise
Jorge Alberto Guerra Justino	José Manuel Fradique	Luciana Alves Moreira Teixeira
Jorge António Ribeiro Salvador	José Manuel Gaspar Martinho	Ludovina Rodrigues Galego
Jorge Bruno Reis Wahnon	José Manuel Nunes Moreira	Luís Alberto Barbosa de Almeida
Jorge Carreira Gonçalves Calado	José Manuel Pereira da Silva	Luís Alexandre Almeida Fernandes Cobra Branco
Jorge dos Santos Veiga	José Manuel Raimundo de Almeida	Luís Alexandre Oliveira Marques
Jorge Manuel Alexandre Saraiva	José Manuel Robalo Lisboa	Luís Carlos Pereira Leandro de Sousa
Jorge Manuel Alves de Carvalho e Silva	José Manuel Teixeira Fernandes	Luís da Silva Campos
Jorge Manuel da Cunha Carapinha	José Manuel Tomás Santos	Luís Daniel dos Anjos de Carvalho
Jorge Manuel da Silva Sena	José Manuel Vila Abad	Luís de Jesus Santos Soares
Jorge Manuel Dias Guerreiro	José Miguel da Costa Reis	Luís Fernando Regalheiro Henriques
Jorge Manuel Ferreira Morgado	José Miguel de Abreu Pinto	Luís Filipe Coelho Veiros
Jorge Manuel Lameiras de Oliveira e Moreira	José Miguel Teixeira Dias Meneses de Almeida	Luís Filipe Damas de Jesus
Jorge Manuel Martins	José Orlando B. C. Gonçalves	Luís Filipe Faria de Brito Barros Mendes
Jorge Manuel Pinto de Jesus Garrido	José Paulo da Silva	Luís Filipe Guerreiro Martins
Jorge Manuel Pinto Lampreia Pereira	José Paulo Soares Pinheiro	Luís Filipe Martins Leite Ferreira
Jorge Manuel Rodrigues Ricardo da Silva	José Pedro de Freitas Campos	Luís Filipe Narciso Vitorino
Jorge Manuel Rosa Medeiros	José Pedro Fernandes Moreira	Luís Filipe Nunes Godinho
Jorge Manuel Tavares Branco Varejão	José Pedro Madeira Costa Santos Jorge	Luís Filipe Oliveira Rosa
Jorge Marques Gonçalves	José Pedro Soares de Albergaria e Paiva	Luís Filipe Pinto Pereira
Jorge Miguel Alves Pinheiro	José Pedro Teixeira Domingues	Luís Filipe Vieira Ferreira
Jorge Miguel Gonçalves Sarraguça	José Pelágio Figueiroa Teixeira Góis	Luís Filipe Vilhena Martins
Jorge Renato Rocha Paulino	José Ricardo Ramos Franco Tavares	Luís Guilherme de Lima Ferreira Guido
Jorge Victor de Jesus Amador	José Richard Baptista Gomes	Luís Herculano Melo de Carvalho
José Abrunheiro da Silva Cavaleiro	José Rodrigues Ribeiro	Luís José Pereira da Costa Cabrita
José Albertino Almeida de Figueiredo	José Sérgio Casas Fernandez	Luís Lehmann Veloso de Araújo
José Alberto Loureiro Costa	José Soares de Albergaria Ferreira Pinto	Luís Manuel Carreira Moreira
José Alberto Nunes Ferreira Gomes	José Sordo Rodriguez	Luís Manuel Cavaco Conceição
José Alberto Nunes Lopes Tavares	José Sousa Câmara	Luís Manuel Cunha Silva
José Alberto Santos Alves	José Viegas	Luís Manuel das Neves Belchior Faia dos Santos
José Alcides Silvestre Peres	José Virgílio de Sousa Coelho Prata	Luís Manuel dos Santos Sobral
José António Albuquerque Santos	Juan Manuel Antelo Cortizas	Luís Manuel Esteves Varela Cid
José António Alves da Trindade Leitão	Judite da Conceição Nunes Costa	Luís Manuel Figueiredo Lopes
José António da Costa P. Bracons Ferreira	Judite dos Santos Vieira	Luís Manuel Oliveira Manique
José António de Sousa Moreira	Júlia Carvalho Costa	Luís Miguel Batista Campos
José António Ferreira Gameelas	Julia Maria das Neves Barrulias	Luís Miguel Borges Domingos
José António Ferreira Guimarães	Julia Rosalia de Oliveira Abreu Viana Moco	Luís Miguel Costa Santos de O. Pegado

Luís Miguel da Conceição Campos da Costa	Margarida Isabel Serrano Oliveira	Maria Celeste Carvalho Moreira Caetano
Luís Miguel de Almeida de Eça Pereira da Costa	Margarida Isolina Almeida Braga	Maria Celeste Pimenta Quirino Martins
Luís Miguel de Brito e Cunha Alvares Ribeiro	Margarida Manuela Oliveira Ferreira	Maria Celina de Moraes Silva
Luís Miguel Marinho Ferreira	Margarida Maria Fernandes Baptista e Silva	Maria Cesaltina Marques Duarte Borges
Luís Miguel Marques Fernandes	Margarida Maria Henriques Mesquita Bastos	Maria Clara Crespo Moreira Gomes F. Carvalho
Luís Miguel Monteiro Mafra	Margarida Maria Portela Correia dos Santos	Maria Clara Ferreira Magalhães
Luís Miguel Mota Ferreira	Margarida Maria Queirós M. Leitão Ribeiro	Maria Clara Semedo da Silva Costa
Luís Miguel Pereira Horta	Margarida Maria Teixeira de Moraes de Moura	Maria Cláudia Pinho da Rocha Carneiro Veloso
Luís Oliveira Monteiro Santos Dias	Margarida Mónica Bandeira Novais	Maria Clementina Pereira da Silva
Luís Pedro Franca Viegas	Margorzata Muscynska Wegrezyn	Maria Clementina Pimenta de Sousa Gaspar
Luís Rocha San Miguel Bento	Maria Adelaide Alves Ferreira	Maria Cristiana Henriques Nunes
Luís Sérgio Henriques Pereira Vale	Maria Adelaide Duarte Marques Lourenço	Maria Cristina Alexandre Gil Saraiva Martins
Luisa Antónia de Vila Fernandes Orvalho	Maria Adelaide Ferreira de Almeida Capel Ramos	Maria Cristina de Albuquerque Fernandes
Luisa Bernardina Lopes Maia	Maria Adélia da Silva Carvalho	Maria Cristina de Miranda Climaco Pereira
Luisa Joséia Costa	Maria Adília de Abreu Carvalho Mesquita	Maria Cristina dos Santos Ribeiro Martins
Luisa Manuela Dias Gonçalves	Maria Alcina Félix B. Gonçalves Catarino	Maria Cristina Fialho Oliveira
Luisa Maria Antunes Alves Vicente	Maria Alexandra Correia de Oliveira Ormonde	Maria Cristina Gomes Pinto Soromenho
Luisa Maria Campos Gomes de Castro Loureiro	Maria Alexandra Espiga de Macedo Queirós	Maria Cristina Guiomar Antunes
Luisa Maria Figueira Roldão	Maria Alexandra Feijo Esteves	Maria Cristina O. Melo e Silva Thies Thiemann
Luisa Maria Lima Gonçalves Mourato	Maria Alexandra Sardinha Bernardo	Maria Cristina Sena Ferreira
Luisa Maria Rodrigues Gouveia Silva	Maria Alexandrina Castro Dias Saraiva	Maria da Assunção Pereira da Silva Matos
Luiz Fernando Mesquita da Silva Pinto	Maria Alice Andrade Martins Inocêncio	Maria da Conceição Abreu Nunes de Almeida Viçoso
Madalena Dias Ferreira Leonor da Silva	Maria Alice Ferreira Borges	Maria da Conceição B. da S. Mendonça Montenegro
Madalena Maria de Magalhães Pinto	Maria Alice Rosália Catarino	Maria da Conceição Barbosa M. Franca de Carvalho
Mafalda Cristina Proença Guedes	Maria Alice Silva da Conceição	Maria da Conceição Belo Duarte Silvério
Mafalda de J. Costa	Maria Alice Valente Tavares de Almeida Machado	Maria da Conceição dos Santos Vilela
Mafalda Sofia Figueiredo Macedo	Maria Alzira Bessa Almoester Moura Ferreira	Maria da Conceição Henrique Mestre
Magda Cristina P. Barreira Abrantes	Maria Alzira de Almeida M. da C. Dinis Roldão	Maria da Conceição Monteiro André de Oliveira
Magda Manuela Nieta Chaves Reprezas	Maria Amália Velez Antão Roque	Maria da Conceição Moura P. Almeida Antunes
Magno Lourenço Agostinho	Maria Amélia Campelo Tavares Carvalho	Maria da Conceição Sequeira Torres dos Reis
Manuel Aboim Sande Lemos	Maria Amélia da Costa Pereira	Maria da Conceição Silva Sopas
Manuel Alberto Azevedo Gomes Novo	Maria Amélia da Silva Amado	Maria da Conceição Valentim Viçoso
Manuel Anibal Varejão Ribeiro da Silva	Maria Amélia de Oliveira Correia	Maria da Conceição Vaz Angélico
Manuel António Coimbra Rodrigues da Silva	Maria Amélia Duarte Rodrigues	Maria da Estrela Borges de Melo Jorge
Manuel António Piteira Segurado	Maria Amélia F. Barreiros Gouveia	Maria da Glória Lobo Vaz Pato
Manuel Augusto Costa da Silva	Maria Amélia Finz. Franco Machado	Maria da Glória Murteira Peres
Manuel Aureliano Pereira M. Alves	Maria Amélia Gil Vicente da Silva Barata	Maria da Glória Pereira Giestas
Manuel Diogo Rodrigues Cepeda Cordeiro	Maria Amélia Loureiro dos Santos	Maria da Graça Almeida S. e Frade Ruivo
Manuel Duarte Pedro do Nascimento	Maria Amélia Rodrigues Saraiva	Maria da Graça Calixto Gonçalves Simões
Manuel Eduardo Fernandes Salgueiro	Maria Ana Vicente Jorge Alves	Maria da Graça Carloto Marques
Manuel Eduardo Ribeiro Minas da Piedade	Maria Angélica Ferreira da Silva Neves	Maria da Graça de Castro Q. F. Dinis Carvalho
Manuel Eduardo Rodrigues Castel-Branco	Maria Antónia Torres Maia Madeira Rosário	Maria da Graça de Pinho Morgado Silva Neves
Manuel Farinha Portela	Maria Antonieta de Lurdes Gregório Caxias	Maria da Graça Ferreira Inácio Mamede
Manuel Filipe Baptista Fraga	Maria Ariete Moraes Queirós	Maria da Graça Martins Miguel
Manuel Francisco Vasquez Quirino	Maria Ariete Rodrigues Correia	Maria da Graça Moniz Medeiros
Manuel Grande Benito	Maria Armanda Cabral Ferreira de Andrade	Maria da Graça Nóbrega Baptista Serrão
Manuel João Cordeiro Magrinho	Maria Armanda Ferreira da Cunha Martins	Maria da Graça Ornelas Santana Marques
Manuel José Duarte Leite de Almeida	Maria Armanda Gomes Martins Nunes Còdea	Maria da Graça Pereira Ventura
Manuel José Estevez Prieto	Maria Armanda Santos Charrito Cachopas	Maria da Graça Ribeiro Barbosa
Manuel José Matos	Maria Arménia Abreu F. de Carvalho Teixe Carrondo	Maria da Graça Samora Pontes Correia
Manuel José Rodrigues Gomes	Maria Arminda Costa Alves	Maria da Graça Sousa Teixeira Lopes Lourenço
Manuel Maria Pereira da Silva	Maria Arminda Pedrosa e Silva Carvalho	Maria Daniela Costa Martins Fleming
Manuel Nogueira Martinho	Maria Arminda Teixeira de Lima Malheiros	Maria das Dores Melo da Cruz Ribeiro da Silva
Manuel Nuno de Magalhães Pinheiro Alçada	Maria Augusta Abranches Gonçalves dos Santos	Maria das Mercês Carvalho Correia Sousa Ramos
Manuel Rafael Bermejo Patino	Maria Augusta Baptista C. Sampaio de Oliveira	Maria das Mercês Silva M. Vasconcelos Marques
Manuel Rosa Nunes	Maria Augusta de Jesus Lemos	Maria de Ascensão Rebelo da Silva Trancoso
Manuel Sérgio de Sá Carneiro	Maria Augusta Fernandes Neto Silva	Maria de Deus Corceiro Carvalho
Manuel Serra Lourenço Gil	Maria Augusta Guerreiro Martins	Maria de Fátima Alves de Oliveira Sousa Castro
Manuela de Almeida Pais do Amaral	Maria Augusta Quaresma Antunes	Maria de Fátima Avó Paiva
Mara Lúcia Carnide Ramos	Maria Augusta Rodrigues de Sousa Nogueira	Maria de Fátima Barroca Machado Monteiro
Marcela Alves Segundo	Maria Beatriz Neves Quinzá Garcia Guerra Junqueiro	Maria de Fátima Barrosa Monteiro Coelho
Márcia Carvalho Neves	Maria Beatriz Prior Pinto Oliveira	Maria de Fátima Capucho Piteira
Márcia Cristina Martins Fernandes	Maria Beatriz Viana dos Santos	Maria de Fátima Coelho Alves Portela
Márcia E. Benquerença Costa	Maria Belmira Carriço Costa	Maria de Fátima da Conceição Pires Vinagre
Marco Alexandre Aguiar Vaz	Maria Benevoluta Schultz Loup	Maria de Fátima Domingos Dias
Marco Alexandre Marques Silva	Maria Cândida de Oliveira Tavares Monteiro Dias	Maria de Fátima dos Anjos G. Pereira Cabral
Marco André Almeida Silva	Maria Cândida dos Remédios Barradas Rodrigues	Maria de Fátima Duarte Araújo
Marco Aurélio Correia Preto	Maria Cândida Trigo de Abreu Negreiros Vaz	Maria de Fátima Fernandes Barbosa
Marco José Nunes Antunes	Maria Carlota Leitão Redol de Santa Rita	Maria de Fátima Leal Pereira N. Marques Frazão
Margarida Alexandrina B. Osório Saraiva Neves	Maria Carlota Saldanha Lopes	Maria de Fátima Lopes da Silva Ramos Morgado
Margarida Cristina Silva Amorim	Maria Carlota Veiga de Macedo	Maria de Fátima Machado Horta
Margarida da Silva Miranda	Maria Cecília Gomes de Aguiar Ribeiro Leitão	Maria de Fátima Marques dos Santos
Margarida do Rosário Domingos Terraço Figueiredo	Maria Cecília Reis de Almeida Oliveira	Maria de Fátima Moreira Balio da Silva

- Maria de Fátima Paiva Martins
 Maria de Fátima Pereira Lopes Dias
 Maria de Fátima Teles Fortes Leal
 Maria de Jesus Andrade Carvalho
 Maria de Jesus Coelho Alves Ramos Esteves
 Maria de Jesus Coelho C. Gaspar da Silva Domingos
 Maria de La Salette Nunes Fernandes
 Maria de Lourdes Afonso Barreira Alves de Mira
 Maria de Lourdes de Andrade P. A. Crespo Matias
 Maria de Lourdes do R. Barriguinha Granadeiro
 Maria de Lourdes Lopes Coimbra Martins
 Maria de Lourdes Malta Gens A. de Matos Faia
 Maria de Lourdes Mateus da Silva Mesquita
 Maria de Lourdes Ochoa P. Gonçalves da Gama
 Maria de Lourdes Sabino Corsea
 Maria de Lourdes Vaz Ribeiro
 Maria de Lurdes da Silva Gomes
 Maria de Lurdes Leal Monteiro
 Maria de Lurdes Martins Henriques Vaz
 Maria de Lurdes Vicente Ramires
 Maria de Oliveira Martins de Carvalho
 Maria Delfina Henriques de Carvalho da S. Leal
 Maria Deolinda O. P. Serdoura Rodrigues
 Maria do Amparo Ferreira Faustino
 Maria do Carmo Dâmaso da Costa Silva Aze Carreiras
 Maria do Carmo dos Santos Valente
 Maria do Carmo Pinto Carvalho
 Maria do Carmo Primitivo Constantino
 Maria do Carmo Ramalho Rosa
 Maria do Carmo Temudo Carrilho
 Maria do Céu Cavalheiro Catarino
 Maria do Céu da Silva Gomes Rodrigues João
 Maria do Céu Gonçalves da Costa
 Maria do Céu O. Gonzalez de Abreu Ribeiro
 Maria do Céu Ramos Guerreiro
 Maria do Rosário Beja de Figueiredo Gonz Bronze
 Maria do Rosário Caeiro Martins
 Maria do Rosário Fino Leote de Carvalho
 Maria do Rosário Henriques Mergulhão
 Maria do Rosário Mingocho P. Correia Bernardo
 Maria do Rosário Ruas de Campos Matoso
 Maria do Sameiro Gonçalves da Silva Correa
 Maria do Sameiro Torres Gonçalves
 Maria Dolores López de la Torre
 Maria Dometila C. Azevedo Menezes
 Maria Dulce da Costa Camboa Catarrunas
 Maria Dulce da Mota Antunes de Oliveira Estevão
 Maria Dulce Tito Carvalho Relvas
 Maria Edite Carvalho dos Santos
 Maria Edite da Silva Oliveira Torres
 Maria Eduarda da Cunha Pereira
 Maria Eduarda de Jesus António de Mendes
 Maria Eduarda Machado de Araújo
 Maria Eduarda Moura da Silva Maia Carona
 Maria Eduarda Nunes Rosa
 Maria Eduarda Pereira R. T. Pinto Silva Marinho
 Maria Eduarda Romãozinho de A. Esteves Mendes
 Maria Elisa Amorim Matos Fernandes Soares
 Maria Elisa da Silva Serra
 Maria Elisabete Antunes Sousa Santos
 Maria Elisabeth da Silva Fonseca Elias
 Maria Elizabeth Tintan
 Maria Elmina Gouveia Barreira Lopes
 Maria Etvira Callapez
 Maria Ema Ferreira Teixeira Monteiro
 Maria Emilia Calado Borges Boavida
 Maria Emilia da Silva Pereira
 Maria Emilia da Silva Pereira de Sousa
 Maria Emilia do Carmo H.de A. Charters Moraes
 Maria Emilia Jacinto Vaz Gomes
 Maria Etelvina Alves Ferreira da Costa
 Maria Eugénia Caçoil das Neves
 Maria Eugénia Fernandes Temtem
- Maria Eugénia Gomes Proença
 Maria Eugénia Loureiro Balsa
 Maria Eugénia Pineda Fernandes
 Maria Eugénia Santos Fronteira e Silva
 Maria Fernanda Alves Neves
 Maria Fernanda Batista Alvarez
 Maria Fernanda da Silva Gomes Canto
 Maria Fernanda do Nascimento Neves de Carvalho
 Maria Fernanda Machado Pinto Soares Vitorino
 Maria Fernanda Martins Sousa Delgado Catalão
 Maria Fernanda Nogueira G. da Costa Almeida
 Maria Fernanda Oliveira Ramos
 Maria Fernanda Pereira da Silva
 Maria Filipa A. S. L. V. Charters Verdasca
 Maria Filipa Gomes Ribeiro
 Maria Filomena da Silva Dias Costa
 Maria Filomena de Jesus Baceio
 Maria Filomena de Jesus Pinto
 Maria Filomena Gomes Ferreira Crujo Cambes
 Maria Filomena Trindade Nunes Duarte
 Maria Gabriela Coutinho Soares Lema Botelho
 Maria Gabriela da Silva Bernardo Gil
 Maria Gabriela de Oliveira L. Basto de Lima
 Maria Gabriela Machado de Almeida
 Maria Gabriela Silveiras de Figueiredo
 Maria Gabriela Soares da Veiga Gonçalves
 Maria Gabriela Teles Cepeada Ribeiro
 Maria Goreti Ferreira Sales
 Maria Goreti Frias Pereira Matos
 Maria Graciete Simões das Dores Almeida
 Maria Graziela Tavares Pinto de Sousa M. Lopes
 Maria Guilhermina N. de Oliveira Bessa Gonçalves
 Maria Helena Anselmo Viegas Garcia
 Maria Helena Barreira Lopes
 Maria Helena Candelas Martins
 Maria Helena da S. O. Figueira da Silva
 Maria Helena de Albuquerque Landeiro e Melo
 Maria Helena Dias da Silva
 Maria Helena Dias dos Santos
 Maria Helena Esgalhado de O. Gaspar Martinho
 Maria Helena Ferreira da Silva Florêncio
 Maria Helena Ferreira Dias Flámino Bicha
 Maria Helena Florido B. de Lemos e Sousa Vieira
 Maria Helena Fogaça Xavier do Nascimento
 Maria Helena Gouveia F. T. Pedrosa de Jesus
 Maria Helena Guimarães de Almeida
 Maria Helena Lopes M. Costa Pereira
 Maria Helena Martins da Costa
 Maria Helena Martins da Rocha Ferraz
 Maria Helena Matos S. de Azembuja Fonseca
 Maria Helena Milheiras da Rosa Gonçalves
 Maria Helena Monteiro Caçote
 Maria Helena Ribeiro Matias Mendonça
 Maria Helena Rodrigues Duarte
 Maria Helena Santos Cristina
 Maria Inês Damião Portela
 Maria Inês Neves Taborda
 Maria Inês Rocha Moreira
 Maria Irene Graça Henriques Fraga
 Maria Irene Magalhães Assunção Montenegro
 Maria Irene Pais Lopes
 Maria Isabel Almeida Ferra
 Maria Isabel Andrade de Oliveira Santos
 Maria Isabel Araújo Pinto
 Maria Isabel Boturão Cabral Calheiros Godinho
 Maria Isabel da Silva Pereira
 Maria Isabel Dias Marta Nunes
 Maria Isabel dos Santos Martins Gonçalves
 Maria Isabel Evangelista Castanheira
 Maria Isabel Flausino de Paiva
 Maria Isabel Guerreiro da Costa Ismael
 Maria Isabel Lopes Soares
 Maria Isabel Macedo Santos Leal Lampreia
- Maria Isabel Nunes Pereira de Almeida Reis
 Maria Isabel Pimentel dos Santos Viseu
 Maria Isabel Roque de A. Vila Franca
 Maria Isabel Tavares Luiz de Marques
 Maria Isabel Tavares Pinheiro Martins
 Maria Isabel Vieira C. de Melo Torres
 Maria Isabel Zeferino Freitas Figueiredo
 Maria Isaura Anselmo Silva Fernandes
 Maria Isilda Sena da Fonte e Silva
 Maria Iveta Trindade Quaresma
 Maria Joana de Carvalho Ribeiro
 Maria Joana Vaz Pinheiro Teixeira
 Maria João Alegria Timóteo Rodrigues
 Maria João Alvarenga Teles Carvalho
 Maria João Araújo Gouveia Bernoliel
 Maria João Cruz Trindade Pereira
 Maria João Cunha Silva Reis Lima
 Maria João da Anunciação Franco Bebiano
 Maria João de Almeida Miranda
 Maria João de Sousa Brites
 Maria João dos Reis Matos Cebola
 Maria João Fernandes Lopes
 Maria João Ferreira Sottomayor
 Maria João Gomes Ferreira
 Maria João Gomes Teixeira da P. Mariano Esteves
 Maria João L. V. Assis Barbas
 Maria João Lobo dos R. Madeira Crispim Romão
 Maria João Marcelo Mourinho Rosa Silva
 Maria João Martins Teixeira
 Maria João Pita A. de M. Cabral Oliveira Basto
 Maria João Ribeiro Nunes Ramos
 Maria João Ribeiro Peixoto de Queiroz
 Maria João Rocha Galamarrá Curado
 Maria João Santos e Moura
 Maria João Seixas de Melo
 Maria João Sinde Monteiro Pinto de Araújo
 Maria João Valente Silva
 Maria João Ventura Baptista Marques Barroso
 Maria João Vicente Correia
 Maria João Vieira Pinto
 Maria Joaquina de Sousa Gabriel da Cruz
 Maria Joaquina Leal Monteiro
 Maria José Alegria Martins Borges
 Maria José Alves da Castro Neves
 Maria José Alves Magalhães
 Maria José Alves Trindade Sousa
 Maria José Bacão Madruga
 Maria José Botelho V. Melo Moraes Varela
 Maria José C. P. da Costa Lourenço
 Maria José Carvalho Carrasco Godinho Mariano
 Maria José de Carvalho Gonçalves Samora
 Maria José de Freitas Peixoto
 Maria José de Sá Miranda Moreno
 Maria José de Sousa Pereira
 Maria José Diogo da Silva Calhorda
 Maria José dos Santos Galante Silva Pereira
 Maria José Feio Mendes da Silva Medeiros
 Maria José Fernandes da Costa Sousa
 Maria José Ferreira Rebelo
 Maria José Gonzales Alves de Matos
 Maria José Guiomar Henriques Marques Lito
 Maria José Maia Gonçalves Banha
 Maria José Rangel e Osório Valddoleiros
 Maria José Teixeira Guedes Gonzalez
 Maria Lene de Freitas Jardim
 Maria Leonor da Silva Miranda Ferreira
 Maria Leonor Gonzalez O. Madureira Pinto
 Maria Leonor Nunes
 Maria Leonor Pereira de A. P. Sequeira de Medeiros
 Maria Leonor Portela Correia dos Santos
 Maria Leonor Sampaio Machado Amaral Domingos
 Maria Leonor Tavares da Silveira Duarte
 Maria Leopoldina Vilhena Fernandes Diniz

- Maria Licinia Freire Soares de Pinho
 Maria Lidia Pinto Coelho Homem da Costa
 Maria Lourdes dos Santos Serrano
 Maria Lúcia Franco Filipe Padilha
 Maria Lúcia Marques F. de Sousa Saraiva
 Maria Lucília Mata
 Maria Lucilla Raimundo Gomes
 Maria Lucinda Moreira da Costa
 Maria Luísa Amaro Pontes
 Maria Luísa Andrade de Caldas Nogueira Gomes
 Maria Luísa Araújo Fernandes Carvalho
 Maria Luísa Calisto de Jesus Moita
 Maria Luísa Campeão Fernandes Vaz Sá e Melo
 Maria Luísa Cardoso do Vale
 Maria Luísa Carvalho Gaspar
 Maria Luísa Cochofel Calem Holzer Ferrão
 Maria Luísa Cordeiro R. L. dos Santos Alves
 Maria Luísa D. M. Beirão da Costa
 Maria Luísa das Neves Marcelo
 Maria Luísa de Bivar Weinholtz Roseiro
 Maria Luísa Dias Ramos
 Maria Luísa Gomes Correia
 Maria Luísa Pestana de A. Maia Dias da Silva
 Maria Luísa Pires Jesus Pereira
 Maria Luísa Ribeiro Covas
 Maria Luísa Saraiva Duarte
 Maria Madalena Alves Campos de Sousa Dionísio
 Maria Madalena Leal da Silva Lamberia
 Maria Madalena Mendes Caldeira
 Maria Madalena Nazaré de Oliveira
 Maria Madalena Ramos de Lemos Araújo Humanes
 Maria Manuel Cruz Silva
 Maria Manuel Félix Dias Pereira
 Maria Manuela Barral Isidro Pereira Gomes
 Maria Manuela Coelho P. de Matos Peixoto Taveira
 Maria Manuela de Carvalho Teixeira
 Maria Manuela dos Prazeres A. Santos Pereira
 Maria Manuela Fernandes Valente
 Maria Manuela Figueiredo da Silva
 Maria Manuela Gil Fernandes Mealha
 Maria Manuela Gomes Monteiro Lopes Barros
 Maria Manuela M. Lopes Simões
 Maria Manuela M. P. Pereira Tavares
 Maria Manuela Malhoa Gomes
 Maria Manuela Marques Raposo
 Maria Manuela Morais S. S. L. C. Brotas Carvalho
 Maria Manuela Moreira dos Santos Pereira
 Maria Manuela Pinheiro Cruz Dias da Silva
 Maria Manuela Pinho Moreira Alves
 Maria Manuela Porto Lousa Vicente
 Maria Manuela Seixas Aguiar
 Maria Margarida Cabrito Freitas
 Maria Margarida Cruz de B. L. Dias Regino
 Maria Margarida de Aguiar Faria Medeiros Carvalho
 Maria Margarida de Almeida Monteiro
 Maria Margarida de Sousa Salema de Araújo
 Maria Margarida Ferreira Alves
 Maria Margarida Helena da Silva e Carmo
 Maria Margarida Neves Heliodoro
 Maria Margarida Ribeiro Bernardes Galvão Fernandes
 Maria Margarida Severino dos Santos
 Maria Margarida Silvestre Gonçalves
 Maria Margarida Teles Grilo Santana
 Maria Maribel Matias Dias
 Maria Matilde Soares Duarte Marques
 Maria Mendes Mota Martins Fernandes
 Maria Miguel Moreno de Sousa
 Maria Miguens Pereira
 Maria Nair Fernandes Neves Alua
 Maria Natal de Lima Viana de Carvalho
 Maria Natália Anes da Cruz
 Maria Natália Botelho Marques da Silva
 Maria Natália Dias Soeiro Cordeiro
- Maria Noémia Pires Maciel B. Soares
 Maria Nubélia Silvestre Bravo Gomes de Matos
 Maria Odete Ferreira Feliciano Lopes Pereira
 Maria Odete Nunes de Castro Margalho
 Maria Odete Nunes Marques da Costa
 Maria Odete Saraiva de O. de Barros Henriques
 Maria Otilde Rodrigues Simões Pereira Alves
 Maria Palmira Bordalo Pires Patrício
 Maria Paula Cordeiro Crespo Cabral Campello
 Maria Paula do Vale Viana
 Maria Paula Fernandes de Sá Pereira
 Maria Paula Gomes Conceição Sequeira Esteves
 Maria Paula Matos Marques
 Maria Paula Rombeiro do Rego Pimentel Lopes
 Maria Piedade Carvalho C. Fidalgo dos Santos
 Maria Pilar Ribeiro Dias
 Maria Raquel Mourão
 Maria Rita Folgado F.P. Soeiro de Carvalho
 Maria Rita Mendes Bordalo Ventura
 Maria Rosa D'Assunção L. Antunes dos Reis
 Maria Rosa Martins Lousada
 Maria Rufina Bastida de La Calle
 Maria Rute Abreu Rodrigues Gomes da Costa
 Maria Sofia de Castro F. Vasconcelos Liberal
 Maria Sofia Soares da Fonseca
 Maria Susana Araújo de B. Goes Ferreira
 Maria Susana B. F. Simões Maximiano
 Maria Suzete Amorim Sousa Alves Correia
 Maria Teresa Andrade Costa
 Maria Teresa Aviles Perea
 Maria Teresa Cortes Pirra Salvado Martinho
 Maria Teresa de Albuquerque Santos Leitão
 Maria Teresa de Lacerda P. N. Carteador Mena
 Maria Teresa de Matos Paiva Filipe
 Maria Teresa de O. Gaspar Rodrigues
 Maria Teresa de Oliveira Lemos
 Maria Teresa de Sousa Alves Pacheco
 Maria Teresa de Vasconcelos Dias Belo
 Maria Teresa Gonçalves M. Vinagre de Almeida
 Maria Teresa Gonçalves Vilhena
 Maria Teresa Nogueira Leal da Silva Duarte
 Maria Teresa P. de O. Teles Moreira
 Maria Teresa Pereira Lorenzo
 Maria Teresa Pereira Raimundo
 Maria Teresa Raposo de Almeida e Sousa
 Maria Teresa Rebelo Seixas Horta
 Maria Teresa S. Amorim
 Maria Teresa Sá Dias de Vasconcelos
 Maria Tereza Neves Fernandez
 Maria Virginia Mendes Gregório
 Mariana da Piedade Branco Alves Pereira
 Mariana Matias Martinho
 Mariana Paula Domingues Varregoso Cunha
 Mariana Sofia Peixoto Fernandes
 Marília Elisabete Tavares Ferreira Silva
 Marília Raquel Martins Vieira
 Mário A. S. Grilo
 Mário João Cardoso da Silva
 Mário Joaquim dos Santos Cardoso
 Mário Jorge Oliveira Barros
 Mário Jorge Pereira Estima de Oliveira
 Mário José Inácio Gomes
 Mário Julião Malcata
 Mário Manuel Coelho Patrício
 Mário Manuel Quialheiro Simões
 Mário Nuno de Matos Sequeira Berberan e Santos
 Mário Sousa Passos
 Marisa Alexandra Farinha Silva
 Marisa Helena Fonseca Nicolai
 Marisa Isabel Correia Simões
 Marlene Pires Guimarães
 Marta Alexandra Campo de Oliveira
 Marta Alexandra Marques Alves
- Marta Alexandra Semedo Matos
 Marta Cristina de Matos Fernandes
 Marta de Campos Baptista Guimarães Santos
 Marta Guerra
 Marta Helena Catana da Encarnação
 Marta Helga Freire Lopes
 Marta Isabel dos Santos Veríssimo
 Marta Isabel Moniz Pedroso
 Marta Lúcia da Silva Sousa Batista
 Marta Luísa da Silva Donato
 Marta Maria da Silva Calçada
 Marta Maria de Almeida Neres
 Marta Maria Duarte Ramos
 Marta Pereira Torres dos Santos Rodrigues
 Marta Piñeiro Gomez
 Marta Ramilo Abrantes
 Marta Sofia da Silva Gomes
 Marta Sofia de Almeida Batalha
 Marta Sofia Roma Pires
 Marta Susana S. D. da Silva Pinto
 Martha Reis Marques da Fonseca
 Martinha dos Santos Moderno
 Matilde Calado Vieira
 Matilde Esteves Coroado
 Matilde Fondo Busto
 Mauro Alexandre de Almeida Coelho
 Melani Franco Pacheco
 Melanie Santos Gomes
 Mercedes Manuela Almeida Pais de Oliveira
 Miguel Augusto Rico Botas Castanho
 Miguel Bailerstedt Abrantes
 Miguel Carlos Bastos Viana
 Miguel Carlos Monteiro Pimenta
 Miguel Filipe da Branca Martins
 Miguel José Rodrigues Vilas Boas
 Miguel Lino Ferreira Viveiros
 Miguel Maria Miranda Ferreira Lino
 Miguel Paulino Silva Tavares
 Miguel Pedro de Freitas Barbosa Mourato
 Miguel Vidal Drummond
 Miriam Heloisa Frade Moniz
 Mirtha Asencion Pires Graça
 Moisés Alexandre dos Santos Henriques
 Moisés de Jesus Jardim
 Mónica Alexandra Basto de Almeida Silva
 Mónica Alexandra Filipe Rainho
 Mónica Barroso Silva da Cruz
 Mónica Carla Gonçalves Pereira
 Mónica Fernanda de Oliveira Santos Costa
 Mónica Isabel Tomás Jorge
 Mónica Mafalda Meira Araújo
 Nadia Isabel da Costa Makaya
 Nádia Maria Pereira Quaresma
 Nádia Raquel Pólvora Ribeiro
 Natália da Conceição Nogueira Pereira
 Natália dos Anjos Barbosa Pinto
 Natália Ferreira Leal
 Natália Oliveira Silva
 Natália Relvão da Silva
 Natália Sofia Deus Faleiro
 Natércia da Conceição Tomé Martins
 Nélia Isabel Azaredo Fortunato
 Nélia Rosário Santos Martins Alves Guerra
 Nelma Alexandra Sousa Fernandes
 Nelson Alberto Frade da Silva
 Nelson Cabrita Martins
 Nelson Guerreiro Cortez Nunes
 Nelson Jorge Teixeira de Brito
 Nelson José Rocha Santos
 Nilton de Jesus Ferreira
 Nilza Maria Gomes Ribeiro
 Nívio José Prior
 Noélia Maria Viana Marreiros Mauricio

- Noémia Herminia Lopes Ferreira de Almeida
 Noémia Margarida Santos Capela Tavares
 Noémia Sofia da Silva Marques
 Norberto José Mestre
 Nundina das Dores Palmeira Gaspar
 Nuno Alberto Santos dos Reis
 Nuno Aldeia Marques Luis
 Nuno Alexandre Afonso dos Santos
 Nuno Alexandre Guerreiro Bandeira
 Nuno Augusto Serra
 Nuno Eduardo Domingos Cipriano
 Nuno Filipe da Cruz Batista Mateus
 Nuno Filipe de Sousa Vale
 Nuno Filipe Mota Ribeiro
 Nuno Gonçalo de Carvalho Lopes Rebanda
 Nuno Gonçalo Santa Bárbara dos Reis Almeida
 Nuno Gonçalo Santos Freire
 Nuno Jorge da Silva Pereira Milhazes
 Nuno Jorge Rodrigues Faria
 Nuno Manuel Ferreira de S. Azevedo Cerqueira
 Nuno Manuel Lira Melão
 Nuno Miguel Ferreira Amado
 Nuno Miguel Ferreira Garrido
 Nuno Miguel Henriques Morais Câmara Manoel
 Nuno Pedro Alcântara Barreto Reis da Conceição
 Nuno Pereira Quirino Cardoso Coelho
 Nuno Ricardo Moreira Araújo
 Nuno Rui Alves Ribeiro
 Nuno Vasco da Costa Pepe
 Olga da Conceição Martins Sequeira
 Olga Manuela Simão Filipe
 Olga Maria Fernandes Andrade
 Olga Maria Rodrigues dos Santos
 Olinda Coelho Monteiro
 Olivia de Fátima Carneiro da Cunha
 Olivier Alain Gérard Pellegrino
 Otília Maria Abrantes dos Santos
 Patricia Alexandra Abreu dos Santos
 Patricia Alexandra Miranda David Barata
 Patricia Alexandra Rodrigues Raleiras
 Patricia Andreia Amaro de Sousa
 Patricia Carla Pacheco da Gama Gião
 Patricia Castelo-Branco A. S. Ferrari Lampreia
 Patricia de Oliveira Florido
 Patricia dos Santos Antunes
 Patricia Mira Paes de Sousa Videira
 Patricia Raquel Monteiro Machado
 Patricia Susana Gonçalves Correia
 Paul H. Gross
 Paula Alexandra Antunes Gouveia
 Paula Alexandra Frias Rebelo
 Paula Celeste da Silva Ferreira
 Paula Cristina Alcântara Morgado Costa
 Paula Cristina Almeida Marques
 Paula Cristina Alves Barreleiro
 Paula Cristina Alves da Silva
 Paula Cristina Amaro Chambel Gomes
 Paula Cristina Baldaia M. Silva Gomes
 Paula Cristina Carmellino Alves
 Paula Cristina da Costa Coelho
 Paula Cristina da Silva Cordeiro Proença Laranjeira
 Paula Cristina da Silva Ferreira
 Paula Cristina de Oliveira Rodrigues Pinto
 Paula Cristina de Serio Branco
 Paula Cristina de Sousa Pereira Ornelas
 Paula Cristina dos Santos Lopes
 Paula Cristina Ferreira Silva Brandão
 Paula Cristina Lima Varela Passarinho
 Paula Cristina Machado Ferreira Castilho
 Paula Cristina Neves Miranda
 Paula Cristina Pereira da Silva
 Paula Cristina Pereira Mendes
 Paula Cristina Ramos da Silva
 Paula Cristina Ramos Soares e Santos
 Paula Cristina Ribeiro Galão Lemos
 Paula Cristina Rodrigues dos Ramos
 Paula Cristina Rosado da Silva
 Paula Isabel Pereira Viana da Fonseca
 Paula Margarida Ferreira da Silva
 Paula Margarida Gonçalves Cabral
 Paula Maria Carrasquinho Pires Cabral
 Paula Maria Coelho Pereira Franca
 Paula Maria da Luz Figueiredo de Alvarenga
 Paula Maria dos Reis Correia
 Paula Maria Jorge Marcos
 Paula Maria Ponte Jardim
 Paula Marina de Sousa Plasencia Matos
 Paula Sofia Assis Antunes Martins
 Paula Sofia Sarrico Lacerda
 Paula Susana Ribeiro de Almeida
 Paula Susete Duarte Figueiredo Pais
 Paulo Alexandre Lourenço Santos Agostinho
 Paulo Alexandre Mira Mourão
 Paulo Arlindo Ribeiro Ferreira
 Paulo Carlos Rodrigues Vale Figueira
 Paulo Dinis Pedrosa Paulino
 Paulo Eduardo M. S. da Costa Laranjeira
 Paulo Eloi Edmond Reis da Silva Augusto
 Paulo Fernando da Conceição Santos
 Paulo Fernando Martins de Magalhães Correia
 Paulo Francisco Gonçalves Anastácio
 Paulo João de Lemos Cabral de Sousa Fialho
 Paulo Jorge Amaro Esteves
 Paulo Jorge Amorim Madeira
 Paulo Jorge de Almeida Baptista
 Paulo Jorge de Almeida Ribeiro Claro
 Paulo Jorge Ferreira de Matos Costa
 Paulo Jorge Gomes Dinis
 Paulo Jorge Gonçalves
 Paulo Jorge Mesquita Fonseca
 Paulo Jorge Parente Martins
 Paulo Jorge Pereira Gomes
 Paulo Jorge Pires Vieira da Silva Martins
 Paulo Jorge Rocha Arruda
 Paulo José Braz Correia
 Paulo José Gomes Coutinho
 Paulo José Ribeiro dos Santos Ramos
 Paulo José Sobreira Rosa Pereira
 Paulo Lopes dos Santos
 Paulo Manuel da Silva Salvado Sanches
 Paulo Miguel Pereira de Brito
 Paulo Nuno Lourenço de Abreu
 Paulo Pereira Viegas
 Paulo Sérgio Costa Pereira Machado
 Pedro Alexandre da Fonseca Isidoro
 Pedro Alexandre Figueiredo da Silva
 Pedro António Afonso Esteves
 Pedro Caetano Maia Seródio
 Pedro Filipe dos Santos Tropeçilo
 Pedro Filipe Gonçalves Sousa Paredes Silva
 Pedro Francisco Moreira de Oliveira
 Pedro Henriques Couto Oliveira
 Pedro Jorge Macedo de Abreu
 Pedro Jorge Rodrigues Martinho
 Pedro José Cortes do Nascimento
 Pedro José da Rocha Batista
 Pedro Lopes Granja
 Pedro Lourenço França Rodrigues Alves
 Pedro Manuel Amorim dos Santos Viana
 Pedro Manuel Azevedo Alexandrino Fernandes
 Pedro Manuel da Cunha Cataião Pires dos Santos
 Pedro Manuel Flora Ferreira
 Pedro Manuel Guichard Lucena Coutinho
 Pedro Manuel Machado Teixeira Gomes
 Pedro Miguel Álvaro do Rosário
 Pedro Miguel Borralho Nunes
 Pedro Miguel Coelho Pereira
 Pedro Miguel da Silva F. Viana Dantas
 Pedro Miguel de Oliveira Abreu
 Pedro Miguel Dimas Neves Domingues
 Pedro Miguel dos Santos Melo Rodrigues
 Pedro Miguel Duarte Vaz
 Pedro Miguel Ferreira Joaquim da Costa
 Pedro Miguel Fortunias Dias Sousa
 Pedro Miguel Lopes Gonçalves
 Pedro Miguel Mendonça Rocha
 Pedro Miguel Neves Ribeiro Paulo
 Pedro Miguel Ramos Patrão
 Pedro Miguel Vieira Saraiva
 Pedro Orlando Ferreira de Lemos Vaz Pinto
 Pedro Paulo da Costa Cerqueira
 Peter Joseph Michael Carrott
 Pier Parpot
 Punit Sanatcumar
 Rafael Berbert Chust
 Rafael de Cirne e Patacas
 Rafaela Carolina Oliveira Campos
 Raquel Beatriz Ribeiro de Mesquita
 Raquel Celina da Cruz Figueira
 Raquel Cristina F. Patão
 Raquel da Silva Pessoa Ferreira
 Raquel Eliana Lourenço Grazina
 Raquel Margarida Cristóvão
 Raquel Pinho Ferreira Guiné
 Raquel Soares Corréa
 Ricardo Alberto Rodrigues Inácio
 Ricardo Alexandre Rodrigues Pires
 Ricardo André Fernandes da Mata
 Ricardo Castela Gomes de Azevedo
 Ricardo Emanuel Costa Resende
 Ricardo Gaspar André Lopes
 Ricardo João Vieira Ferraz
 Ricardo Jorge de Figueiredo Lopes Ferraz
 Ricardo Jorge Neves Bettencourt da Silva
 Ricardo Jorge Rodrigues de Carvalho
 Ricardo José Paulo Alvim
 Ricardo Manuel da Fonseca Ribeiro
 Ricardo Manuel Farias Garrido
 Ricardo Manuel Picciocchi de Oliveira
 Ricardo Miguel Alves Mota
 Ricardo Miguel Tomás do Couto
 Rita Alexandra Correia Navarro
 Rita Cândida de Sousa Forte de Sá
 Rita Cardoso Guedes
 Rita de Jesus Leal Nogueira
 Rita Emanuel Azevedo Lopes Costa
 Rita Emilia Cardoso Gomes Ferreira
 Rita Gusmão de Noronha
 Rita Henriques Pinto de Barros
 Rita Isabel Lemeira Morgado
 Rita Isabel Lourenço da Silva Lopes
 Rita Isabel Miranda da Cruz Paes de Faria
 Rita Isabel Simões Pinto Ferreira
 Rita Joana Miguel Ribeiro
 Rita Luzes Torres
 Rita Margarida Roque Veloso
 Rita Maria Ferreira Coimbra
 Rita Maria Pinho Ferreira
 Rita Mónica Domingos Andrade
 Rita Sofia Ramos Mesquita
 Rita Virginia Delgado António
 Roberto Fiuza Alves
 Roberto Pedrosa Pires de Araújo
 Rodolfo Miguel Grou de Oliveira Orão
 Rodrigo Alberto Guedes de Carvalho
 Rodrigo José Gomes Nunes
 Rodrigo Manuel Simões Castanheira
 Roger Fernandes Enes
 Rogério Alberto Guerreiro de Almeida

Rogério Eurico Amaral Nunes	Sandra Rita Pedrosa Félix	Susana da Silva Pinto
Rogério Gomes Carpentier	Sandra Sofia Nogueira Silva	Susana das Neves Pereira da Silva
Rosa Alice de Abreu Carvalho de Mesquita	Sandra Sofia Pereira Rodrigues	Susana de Jesus Henriques Lopes
Rosa Branca Silva Pinto	Sara Cristina Miranda Pereira Oliveira	Susana de Lurdes Vieira
Rosa Clara Amaral Pacheco Morais Guedes	Sara de Jesus de Vidigal e Almada	Susana Dias Lucas
Rosa da Silva Almeida Crespo Soares	Sara Isabel Jorge da Silveira	Susana dos Santos Braz
Rosa Maria Almeida Marques	Sara Isabel Pereira Verdugo	Susana Filipe Barreiros
Rosa Maria da Silva Baptista Samora Pinto	Sara Isabel Vistas Rodrigues	Susana Gonçalves dos Santos
Rosa Maria da Silva Curado	Sara Manuela Mendonça da Silva Cravo	Susana Isabel Dias Ramos
Rosa Maria e Cruz dos Santos	Sara Manuela Neto Machado	Susana Isabel Massena do Nascimento
Rosa Maria Santos Rodrigues	Sara Martins Vasco de Lacerda	Susana Isabel Pereira Casal
Rosa Maria Teixeira Barbosa	Sara Neves Vieira da Silva	Susana Luísa Henriques Rebelo
Rosa Maria Veiga de Almeida	Sara Raquel Rodrigues Santos Madalil	Susana Margarida dos Santos de Oliveira Caeiro
Rosa Maria Vieira Correia Bragança Pinheiro	Sara Rute Janeiro Magalhães	Susana Margarida Duarte Gomes
Rosa Marinha de Castro Ferreira	Sebastião José Formosinho Sanchez Simões	Susana Margarida Neto Simões
Rosa Sandra Guimaraes Gomes Costa	Serafim Gonçalves Pereira	Susana Margarida Silva Rosalino e Paiva
Rosalina da Conceição dos Santos Mata	Sérgio Carlos Velloso Esteves	Susana Maria de Moura Pavao dos Santos
Rosária da Conceição Azevedo Correia Pacheco	Sérgio Carreira Leal	Susana Maria de Almeida Cardoso
Ruben Anacoreta de Seabra Elvas Leitão	Sérgio Miguel Magalhães Alves	Susana Maria de Ornelas Quintal
Ruben Emanuel Lamas Pinheiro	Sérgio Paulo do Carmo Alves	Susana Maria Marinho de Bastos Pinto Santos
Rui E. Carvalho Pinto	Sérgio Victor Pires Barreira	Susana Maria Silveira de Vasconcelos Peixoto
Rui Fausto Martins Ribeiro da Silva Lourenço	Silvia Brum de Melo	Susana Marisa André Tavares
Rui Filipe Pamplona de Castro Soeiro	Silvia Cristina Ferreira de Carvalho	Susana Marta Rodrigues dos Santos Martins
Rui Jorge Centeno Santos	Silvia Cristina Paiva Marques	Susana Martins da Luz
Rui Luis Tavares da Palma	Silvia da Graça Duarte e Silva	Susana Miriam Flores Marques
Rui Manuel Azeiteiro Martins	Silvia de Vasconcelos Chaves	Susana Patrícia da Silva Pinto
Rui Manuel Canas Fazenda	Silvia do Rosário Carvalheira dos Santos	Susana Paula Graça da Costa
Rui Manuel da Silva Loureiro	Silvia Faveiro Costa	Susana Rute Guerra Dias
Rui Manuel Lopes Marques	Silvia Isabel Cavaco Nogueira	Susana Sofia da Fonseca Lima
Rui Manuel Oliveira Matheus	Silvia Liem Tchum de Gouveia Falcão	Susana Sofia Ramos
Rui Manuel Silva Gomes Barbosa	Silvia Liliana de Sousa Duarte	Susete Lisboa Pereira
Rui Manuel Soares de Albergaria	Silvia Luisa Soreto Teixeira	Suzana Maria de Sousa Marques
Rui Miguel da Silva Coelho Borges dos Santos	Silvia Maria Carricho dos Santos Monteiro	Suzana Mónica Vieira Palhais
Rui Miguel Domingos	Silvia Maria de Morais Silva Correia	Tânia Isabel Trindade Lapão
Rui Miguel Duarte Rodrigues Nunes	Silvia Maria Madeira Aquilino Correia	Tânia Isolete Osório de Sousa
Rui Miguel Pinheiro Vitorino	Silvia Maria Salgueiro Oeiras	Tânia Marisa Marques Martinho
Rui Miguel Rodrigues Pereira	Silvia Maria Viegas Fernandes	Tânia Patrícia Freitas Aguiar
Rui Nazário Nóbrega Henriques	Silvia Marília de Brito Costa	Tânia Sofia Araujo Figueiras Ferreira
Rui Óscar Baptista Pinto	Silvia Raquel Fernandes Quinteiro	Tânia Vanessa Castelo Félix
Rui Paulo Galo Vareda	Silvia Sofia Gonçalves Sérgio	Tatiana Faria da Fonseca
Rui Pedro Frias da Silva Correia	Silvina dos Anjos Pimenta M. Maia Ferro Palma	Telma Costa Cordeiro
Rui Ramos do Vale	Silvina Maria Torres Fernandes	Telma Maria Borrego Encarnação
Rui Rodrigues Fortunato Urbano Munhá	Sofia Alexandra Ramos de Carvalho	Telmo Rafael Tavares Pereira
Rui Teives Henriques	Sofia de Lurdes Matoso de Oliveira	Teodora Cristina Pires Ferreira
Rui Vidal Correia da Silva	Sofia Isabel César Martins	Teodorico Lopes dos Santos
Rute Cristina Aniceto de Carvalho	Sofia Isabel Lucas de Sousa	Teresa A. F. A. Pimenta
Rute Cristina M. R. Silveira Mesquita	Sofia Manuela Campos de Oliveira	Teresa Adriana Gomes Alves
Rute Isabel Ferreira Domingos	Sofia Margarida Costa Rebola	Teresa Alexandra da Silva Ferreira
Rute Maria Gonçalves Nunes	Sofia Margarida Pereira dos Santos Furtado	Teresa Cândida Barbosa Castelo-Grande
Salomé Alexandra de Sá Magalhães	Sofia Segarra Marques Cortez Godinho	Teresa Cristina dos Santos Pinheiro
Samuel Venâncio de Sousa Freitas	Sónia Alexandra Lopes Antunes	Teresa Cristina Valente da Fonseca
Sandra Branco Soares	Sónia Alexandra Madalil Manaiá	Teresa de Jesus de Oliveira Pereira
Sandra Cristina Borges Pinto	Sónia Cláudia Cubal Torres	Teresa Filomena Ribeiro Matos
Sandra Cristina Gama dos Santos	Sónia Cristina Cristovão Mexia	Teresa Isabel Anica Claro Rodrigues
Sandra Cristina Severino Fernandes	Sónia Cristina Namorado Gonçalves Calado	Teresa Isabel Gonçalves Carvalho
Sandra Diniz da Silva	Sónia Dias Gomes da Costa	Teresa Margarida dos Santos
Sandra Elisa Teixeira Pinto	Sónia Isabel Mendes Guimaraes	Teresa Margarida Roseiro Maria
Sandra Ilda Morais Lopes	Sónia Lúzia Claro de Pinho	Teresa Margarida Vasconcelos D. Pinho e Melo
Sandra Isabel Godinho Dias	Sónia Maria dos Santos Carvalho Sequeira	Teresa Maria Alves Casimiro
Sandra Isabel M. R. Cavaqueira	Sónia Marisa Loureiro Silva	Teresa Maria Amaral Vaz Marcelino Diogo
Sandra Isabel Rodrigues Baptista da Costa	Sónia Martins Ribeiro	Teresa Maria de Oliveira Garcia
Sandra Luísa de Sousa Lourenço	Sónia Pereira dos Santos	Teresa Maria Figueiredo P. Ramos da Mota Miranda
Sandra Maria da Gama V. Pedrosa de Moura	Soraia Isabel Marcos Falcão	Teresa Miguel dos Santos Ferreira Henriques
Sandra Maria Domingues Lopes	Soraia Patrícia Pinto dos Santos	Teresa Paula da Costa D.P. de Pereira da Silva
Sandra Maria Pinheiro Abrantes	Soraya Abdul Rehman Mangá	Teresa Sofia Varandas Guerra
Sandra Maria Pinto Cerqueira	Steve Dias Lourenço	Tiago Daniel Cachulo Carvalho
Sandra Marina Reis do Couto Ferreira	Sundaresan Prabhakar	Tiago Fernandes Ferreira Quaresma Marques
Sandra Marques Lucas	Susana Alexandre Silva Rodrigues	Tiago José Quinteiros Lopes Henriques da Silva
Sandra Mónica dos Santos Ramos	Susana C. Costa Leme de Abreu Pereira	Tiago Mendes Belo
Sandra Paixão Nunes	Susana Catarina Correia Macedo	Tiago Miguel Marques Arruda
Sandra Paula Perera Bernardes	Susana Cristina Amorim Rodrigues	Tiago Miguel Protázio Ferreira
Sandra Pereira Magina	Susana Cristina Morais da Fonseca	Tiago Neto Cordeiro
Sandra Raquel Silva Cunha	Susana da Conceição Coutinho Ferreira	Tiago Ribeiro Baptista

Tiago Ribeiro Santos
 Tomásia da Conceição Bezerra Martins
 Valdemar Borges da Costa Figueira
 Valentim Maria Brunheta Nunes
 Valentim Ribeiro de Almeida
 Valentina Maria Fernandes Domingues
 Vanessa Alexandra Correia Alves
 Vanessa de Jesus Gaffney
 Vanessa Palmira Silva de Vasconcelos
 Vânia Solange Ferreira Muralha
 Vasco António Alves Coelho
 Vasco Daniel Bigas Bonifácio
 Vasco Filipe Domingues Alvaro
 Vasco Manuel Mântua Carrelhas
 Vera Alexandra Monge Coelho
 Vera Cristina de Seixas Fino Sá da Costa
 Vera Cristina Ferreira da Silva
 Vera Lúcia Almeida Peres
 Vera Lúcia Marques da Silva

Vera Maria Branco de Melo Gouveia Barros
 Vera Mónica Vieira de Castro
 Vera Plácida Escórcio Torres
 Victor Armando Pereira Freitas
 Victor Manuel de Matos Lobo
 Victor Manuel Simões Gil
 Victor Rafael Ferreira Valente
 Vila Família
 Virgílio António Ferro Batista
 Virgílio António Ferro Bento
 Vitor Domingos Ferreira da Silva
 Vitor João Salgueiro Rosa
 Vitor José de Matos Mendonça
 Vitor José Meira Borges
 Vitor Manuel Cunha Santos
 Vitor Manuel da Silva Pinto
 Vitor Manuel Geraldes Freire dos Santos Ferreira
 Vitor Manuel Sousa Félix
 Vitor Pereira Crespo

Vitorino Maria Ximenes Marques
 Zaida Catarina Lourenço de Almeida
 Zélia Maria Braga Santos Azevedo
 Zhao Shengxian
 Zita Maria Calado Faustino Neves

Sócios Colectivos

Biodinâmica, Biónica Aplicada, Lda. (<http://www.biodin.pt/>)
 Burdinola (www.burdinola.com)
 Dias de Sousa, Lda. (<http://www.dias-de-sousa.pt/>)
 Emilio de Azevedo Campos & C., Lda. (ecampos@eacampos.pt)
 ILC-Instrumentos de Laboratório e Científicos, Lda. (ilc@quimic.pt)
 Instrumentália, Lda. (laborteque@mail.telepac.pt)
 José Manuel Gomes dos Santos, Lda. (geral@jmgsciente.com)
 Merck Lab - Material de Laboratório, S.A. (LAB-MEL@merck.pt)
 RAR, Refinarias de Açúcar Reunidas S.A. (<http://www.rar.pt/site/in-dice.html>)
 UNICAM, Sistemas Analíticos (unicamportug@mailtelepac.pt)

NOTICIÁRIO SPQ

O **Prémio Ferreira da Silva**, instituído pela Sociedade Portuguesa de Química em 1981, será atribuído pela 8.^a vez em 2004, durante o XIX Encontro Nacional da SPQ. Este Prémio é concedido a um químico português que, pela obra científica produzida em Portugal, tenha contribuído significativamente para o avanço da Química, em qualquer das suas áreas.

As candidaturas devem ser propostas ao Presidente da Sociedade Portuguesa de Química por cinco professores universitários ou por três membros do júri até 31 de Julho de 2003. As propostas devem ser acompanhadas de uma justificação e incluir separatas de todos os trabalhos relevantes dos candidatos. O júri, presidido pelo Presidente da SPQ, integra os dois últimos

Prémios Ferreira da Silva e é composto ainda por 4, 6 ou 8 membros da SPQ escolhidos de entre os químicos portugueses pelo Conselho Directivo da SPQ, e sobre os quais haja garantias de capacidade de julgamento e de isenção.

O regulamento completo do Prémio pode ser consultado em <http://www.spq.pt>.

A **Medalha Vicente de Seabra**, instituída pela Sociedade Portuguesa de Química em 2002, será atribuída pela 1.^a vez em 2004, durante o XIX Encontro Nacional da SPQ.

A medalha destina-se a premiar a alta qualidade, originalidade e autonomia do trabalho de investigação em Química desenvolvido em Portugal por um investigador de idade não superior a 40 anos.

As candidaturas devem ser apresentadas até 31 de Julho de 2003. São proponentes os presidentes das Divisões da SPQ, e grupos de dez ou mais sócios da SPQ. O júri considerará a qualidade, impacto e quantidade do trabalho científico realizado pelos nomeados, espe-

cialmente nos cinco anos mais recentes.

O regulamento completo da Medalha Vicente de Seabra é o seguinte:

Regulamento da Medalha Vicente de Seabra

A SPQ atribuirá bianualmente uma medalha em memória do químico Vicente Coelho de Seabra Silva Teles (Congonhas do Campo, 1764 – Lisboa, 1804), autor das obras pioneiras Elementos de Química (Coimbra, 1788-1790) e Nomenclatura Química Portuguesa, Francesa e Latina (Lisboa, 1801).

A atribuição da medalha será o reconhecimento pela SPQ da alta qualidade, originalidade e autonomia do tra-

balho de investigação em Química desenvolvido em Portugal por um investigador de idade não superior a 40 anos.

O Presidente da SPQ fixará o calendário, nomeará os vogais do júri a que ele próprio presidirá, e coordenará o procedimento até à decisão final, devendo todo este processo decorrer nos doze meses anteriores à reunião da SPQ em que a medalha será entregue.

O presidente de cada Divisão fará a nomeação de um ou dois candidatos com actividade na respectiva área, enviando ao Presidente da SPQ o CV dos nomeados, preferivelmente por via electrónica.

Serão também consideradas propostas feitas por pelo menos dez sócios da SPQ, enviadas ao Presidente da SPQ com o CV dos nomeados, preferivelmente por via electrónica.

EUROANALYSIS 12 - Dortmund, 8-13 Setembro 2002

A 8 de Setembro de 2002, antecedendo a 12.ª Conferência Europeia de Química Analítica, teve lugar, no Instituto de Espectroquímica e Espectroscopia Avançada (ISAS), a Reunião Anual da Divisão de Química Analítica da Federação Europeia das Sociedades de Química, DAC/FECS, presidida pelo respectivo presidente, Miguel Valcarcel/Univ. Córdoba e secretariada por Ernst-Heiner Korte/ISAS Dept. Berlin, com a participação dos representantes das sociedades de química dos vários países-membros europeus. Foram passadas em revista as actividades dos vários grupos de trabalho "Ensino da Química Analítica", "Garantia de Qualidade e Acreditação", "História da Química Analítica" e "Inventário de Termos Analíticos", avançando-se com os planos para o futuro. Foi apresentado e discutido o contributo da DAC e dos seus membros para o Projecto "Tuning Educational Structures in Europe". Foi decidido progredir na produção de materiais bibliográficos no âmbito do *Eurocurriculum*, nomeadamente na reedição do livro "Analytical Chemistry" do qual, dois dos editores faleceram em idade em que ainda muito deles se esperaria. Ficou estabelecida uma série de "Lições Robert Kellner", em memória e honra do antigo Presidente e Secretário da DAC, que de imediato recebeu o patrocínio da Springer GmbH & Co. A colaboração com outras organizações com objectivos parcialmente comuns, no que respeita à Química Analítica, ex: EURACHEM, foi considerada desejável, a bem da eficácia e da harmonização, havendo desde já planeamento de actividades conjuntas.

Foi apresentado o ponto da situação referente à EUROANALYSIS 12, a ter lugar

O júri considerará a qualidade, impacto e quantidade do trabalho científico realizado pelos nomeados, especialmente nos cinco anos mais recentes.

por esta altura, na Universidade de Dortmund, a cujo Praesidium pertence a representante portuguesa na DAC. Discutiu-se o relatório de progresso da organização da EUROANALYSIS 13 a levar a cabo em Salamanca, em Setembro de 2004. Foi apresentada, defendida e aprovada a proposta para a realização da EUROANALYSIS 14, em Setembro 2007 em Antuérpia. Entre estas duas últimas verificar-se-á um intervalo de três anos, para que não haja colisão com a planeada 1.ª Grande Conferência da FECS a ter lugar em Setembro de 2006. A série EUROANALYSIS continuará, depois disso, a ter a periodicidade de 2 anos. Nos anos ímpares, das conferências FECS, a DAC far-se-á representar e dará o seu apoio e contributo científico.

Nota-se com agrado a franca recuperação, do grave problema de saúde que o atacou em Lisboa em 2000, de Lauri Niinisto (Univ. Helsínquia), anterior Presidente da FECS e da DAC, o que lhe permitiu participar activamente nos trabalhos da reunião da DAC e na EUROANALYSIS 12.

Após recepção aos participantes na EUROANALYSIS 12, seguiu-se, durante a semana, a Conferência que decorreu em três sessões paralelas, cobrindo os tópicos, Improved Teaching Techniques of Analytical Science (Conferência electrónica <<http://www.rsc.org/emeetings/euroanalysis2002/euroanalysis2002.htm>>), Biosensors, Miniaturization, Trace Metal Speciation, Promising Electromagnetic Radiation for Analytical Chemistry, New Developments in Analytical Chemistry: Separation Science, Biometrology: Challenges in Genomics and Proteomics Analysis and Detection of Genetically Modified Organisms, Process Related Analytical Chemistry and New Developments in Analytical Chemistry: Spectroscopy.

A medalha Vicente de Seabra será entregue num Encontro Nacional de Química, devendo o distinguido apresentar uma conferência sobre a sua investigação.

A representação portuguesa foi notada como relativamente numerosa (possivelmente foram os ecos da EUROANALYSIS XI, Lisboa, 2000).

A Conferência foi antecedida de cursos que tiveram um elevado número de inscritos.

O 50.º aniversário do ISAS foi celebrado nesta atmosfera internacional, com uma sessão especial na Quarta-feira, 11 Setembro, à tarde.

Os colegas espanhóis constituíram a delegação estrangeira mais numerosa que, adiccionada da portuguesa, dando lugar à representação ibérica, foi mesmo o maior grupo. Foi assim criado um forte espírito de entusiasmo e adesão para a próxima EUROANALYSIS, em Salamanca.

Após uma Euroanalysis X, em Basileia, 1998, que por razões trágicas padeceu de problemas de organização, coube à Comissão Organizadora de Lisboa, em 2000 e à de Dortmund, em 2002, a tremenda responsabilidade de fazer rejuvenescer a série. Conseguimos, estamos felizes pelo nosso contributo. Prova deste sucesso é o facto de a Merck, que após Basileia tinha desistido de usar a sessão de abertura da EUROANALYSIS para atribuição da sua Gold Medal Award, ter reconhecido mais uma vez o elevado prestígio da EUROANALYSIS e ter prometido regressar para a próxima!

Para acesso a informações e documentação sobre eventos planeados e/ou em curso, recomenda-se a consulta regular da página da DAC/FECS <http://www.dac-fecs.org> (aliás com ligação pela página da SPQ <http://www.spq.pt>).

Maria Filomena Camões
Representante da SPQ na DAC/FECS

Encontros Luso - Galegos de Química

Na sequência de um programa de colaboração estabelecido entre a Delegação Norte da SPQ (posteriormente assumido pela Delegação do Porto) e o Colégio Oficial/Associação Nacional de Químicos da Galiza, têm vindo a realizar-se desde 1985, alternadamente na Galiza e no Norte de Portugal, os Encontros Luso - Galegos de Química (ou Encontros Galego - Portugueses de Química, quando realizados na Galiza).

Estes Encontros constituíram um exemplo ímpar de colaboração bilateral entre os químicos das duas regiões, e foram uma marca distintiva das actividades da Delegação do Porto da SPQ.

Cabe aqui recordar os 15 Encontros já realizados:

- 1.º Encontro Galego – Português de Química, Santiago de Compostela, 14-16 de Novembro de 1985
Tema: *Águas Naturais e Residuais*;
- 2.º Encontro Luso - Galego de Química, Porto, 20-22 de Novembro de 1986
Tema: *Química e Tecnologia dos Alimentos*;
- 3.º Encontro Galego – Português de Química, Vigo, 5-7 de Maio de 1988
Tema: "Controlo de Qualidade";
- 4.º Encontro Luso - Galego de Química, Porto, 22-24 de Novembro de 1990
Tema: *Métodos Instrumentais de Análise*;
- 5.º Encontro Galego – Português de Química, La Coruña, 21-23 de Novembro, de 1991
Tema: *Meio Ambiente*;
- 6.º Encontro Luso - Galego de Química, Maia, 26-28 de Novembro de 1992
Tema: *Química e Indústria*;
- 7.º Encontro Galego – Português de Química, Vigo, 25-27 de Novembro de 1993
Tema: *Química e Tecnologia da Água*;

- 8.º Encontro Luso - Galego de Química, Vairão, 23-25 de Novembro de 1994
Tema: *Química e Ambiente*;
- 9.º Encontro Galego – Português de Química, Lugo, 22-24 de Novembro de 1995
Tema: *Química Agrária e Alimentar*;
- 10.º Encontro Luso - Galego de Química, Matosinhos, 27-29 de Novembro de 1996
Tema: *Química Fina e Aplicada*;
- 11.º Encontro Galego – Português de Química, Ferrol, 26-28 de Novembro de 1997
- 12.º Encontro Luso - Galego de Química, Matosinhos, 11-13 de Novembro de 1998
- 13.º Encontro Galego – Português de Química, Vigo, 17-19 de Novembro de 1999
- 14.º Encontro Luso - Galego de Química, Braga, 22-24 de Novembro de 2000
- 15.º Encontro Galego – Português de Química, La Coruña, 21-23 de Novembro de 2001

Como se verifica, até à 10.ª edição os Encontros foram temáticos, mas desde então passaram a ser Encontros generalistas de Química.

A organização de cada um destes Encontros foi assegurada por uma Comissão Organizadora Local, assessorada por uma "Comissão Directiva" paritária, cujos membros (inicialmente 4+4, e posteriormente 3+3) eram nomeados pelo Colégio de Químicos e pela Delegação do Porto da SPQ. A missão principal deste órgão consistia em manter a coerência de formato dos Encontros, e assegurar o cumprimento dos protocolos de colaboração entre a Sociedade Portuguesa de Química e o Colégio de Químicos.

Até ao ano 2000, fizeram parte da Comissão Directiva:

Pela parte espanhola:

Pelayo Rubido Muñiz, José Maria Varela Cardama, Juan Vieites Baptista de Sousa, Gonzalo Vázquez Uña, Generoso Alvarez Seoane, José Enrique Rodríguez Coello, Andrés Valiñas Rivas;

Pela parte portuguesa:

José Luís Figueiredo, José Luís Costa Lima, Manuel Ribeiro da Silva, Alberto Roque da Silva, Aquiles Araújo Barros, Baltazar Romão de Castro, Joaquim Luís Faria.

À dedicação e entusiasmo dos membros das diversas Comissões Directivas fica a dever-se grande parte do sucesso dos Encontros.

Entretanto, em resultado da tomada de posse de uma nova equipa dirigente, ocorreu a substituição de todos os elementos da Comissão Directiva nomeados pelo Colégio de Químicos. Esta Comissão Directiva foi responsável pela organização do último Encontro Galego Português de Química em Novembro de 2001. Apesar do aparente sucesso deste Encontro (pelo menos no que respeita ao número de participantes e de comunicações) verificaram-se graves desentendimentos entre os elementos portugueses e espanhóis da Comissão Directiva, sobretudo porque não foram minimamente respeitados os protocolos que tradicionalmente têm regido a colaboração SPQ/Colégio. Estes desentendimentos tiveram as seguintes consequências imediatas:

- a) o colega da Universidade de Aveiro que estava indigitado para organizar o 16.º Encontro Luso - Galego de Química, em 2002, decidiu retirar-se do processo;
- b) os 3 elementos da Delegação do Porto que integravam a Comissão Directiva (José Luís Costa Lima, Baltazar Romão de Castro, Joaquim Luís Faria) manifestaram a sua indisponibilidade para prosseguirem esta colaboração nas presentes condições.

Entretanto, e já no ano em curso, a Direcção do Colégio de Químicos procu-

rou discutir a questão com a Direcção da SPQ. Pôs-se a hipótese de nomear uma nova Comissão Directiva, capaz de continuar a colaboração SPQ/Galiza e de manter a realização dos Encontros.

Tal sugestão é inaceitável, já que equivaleria na prática a desautorizar os colegas José Luís Costa Lima, Baltazar Romão de Castro e Joaquim Luís Faria, cuja dedicação, entusiasmo e competência estiveram na base do êxito dos

Encontros realizados nos anos mais recentes, e a quem a Delegação do Porto deve reconhecimento público.

A lamentável situação a que se chegou exige uma tomada de posição inequívoca do Presidente da Delegação do Porto da Sociedade Portuguesa de Química.

Assim, e no âmbito das competências que me estão atribuídas, denuncio formalmente o protocolo de colaboração entre a Delegação do Porto da Socieda-

de Portuguesa de Química e o Colégio de Químicos da Galiza, e declaro suspensos os Encontros Luso – Galegos de Química. Esta posição poderá ser revista logo que estejam criadas condições aceitáveis para o prosseguimento da colaboração entre as duas entidades.

Porto, 1 de Agosto de 2002

José Luís C. C. Figueiredo

Presidente da Delegação do Porto da SPQ

6.º ENQF-SPQ

6.º Encontro Nacional de Química-Física, Sociedade Portuguesa de Química, Divisão de Química-Física

Título:

- Química-Física no seio da Complexidade.

- Inteligência artificial e ambiente.

Sendo os dois temas unificadores do encontro (Ambiente e Inteligência Artificial em Química) de âmbito muito vasto, o Encontro estará aberto a todas as áreas da Química, apesar de ser organizado pela Divisão de Química-Física.

Data: 31 de Agosto a 3 de Setembro 2003

Local: Lisboa, Departamento de Química e Bioquímica, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

Web site: <http://6eqf-spq.fc.ul.pt>
Informacoes: 6eqf-spq@fc.ul.pt

6.º Encontro de Química de Alimentos

Nos dias 22 a 25 de Junho de 2003 vai realizar-se o 6.º Encontro de Química de Alimentos, nas instalações do IPIMAR Av. Brasília em Lisboa, numa organização conjunta com a Sociedade Portuguesa de Química. Este Encontro intitulado "Novas Perspectivas sobre Conservação, Processamento e Qualidade de Alimentos", pretende proporcionar um fórum de apresentação dos mais

recentes avanços tecnológicos na área da Química de Alimentos e uma base de discussão para a definição de estratégias inovadoras com particular ênfase nos aspectos da conservação, processamento e qualidade de alimentos. O programa deste inclui cinco áreas temáticas: (i) Autenticidade dos Produtos Alimentares; (ii) Novas Tecnologias de Conservação e Processamento de Alimentos; (iii) Qualidade e Segurança Alimentar; (iv) Nutrição e Toxicologia de

Alimentos; (v) Distribuição de Alimentos e Análise de Riscos. Cada uma das áreas temáticas será encabeçada por uma conferência plenária proferida por um especialista internacional, seguida pela apresentação de comunicações orais, sendo encorajada a apresentação de painéis sobre os temas referidos.

Informações sobre o 6.º Encontro de Química de Alimentos poderão ser obtidas através do e-mail: sextoeqa@ipimar.pt.

Dúvidas e questões sobre Química: um serviço "on-line" da SPQ

A SPQ disponibiliza desde o início de 2002 um serviço "on-line" de dúvidas e questões sobre Química, especialmente destinado aos estu-

dantes e professores dos ensinos básico e secundário, mas também aberto ao público em geral. Este serviço é coordenado pelo Prof. João Carlos Paiva da Universidade do Porto.

Para enviar questões ou dúvidas sobre Química, basta escrever para o endereço spq@spq.pt.

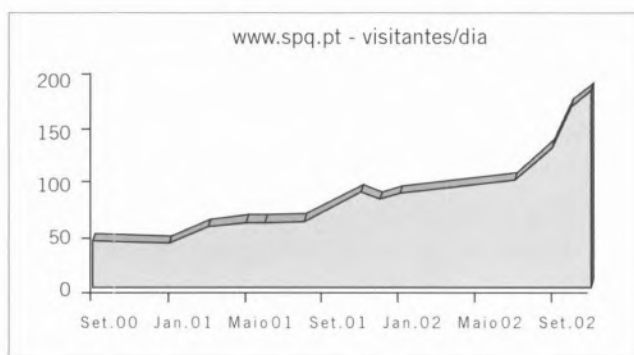
As questões de interesse geral, e respectivas respostas, ficarão acessíveis no sítio da SPQ, www.spq.pt

www.spquê?

www.spq.pt! A página (ou o sítio?) da SPQ na internet completou 5 anos de existência como janela da Sociedade aberta aos seus sócios e a todos quantos queiram conhecer e beneficiar das actividades da Sociedade.

A criação da página foi uma aposta forte da Direcção em 1997, que atribuiu a tarefa da sua manutenção a um Secretários-adjunto. A sua concepção optou pela simplicidade estética, privilegiando a facilidade de acesso e o interesse do conteúdo. No início, a página continha essencialmente dados acerca da própria SPQ: os estatutos, a constituição dos órgãos dirigentes, a história da SPQ, a loja, etc... mas pouco a pouco foi ganhando novos conteúdos, tornando-se cada vez mais uma fonte de informação útil e de fácil acesso: o boletim "Química" em versão on-line, os Encontros, as Olimpíadas de química, a resolução dos exames nacionais do 12.º ano... Esta evolução dos conteúdos foi acompanhada pela evolução do número de visitantes: se em Novembro de 1998 a média já se situava acima dos 30 visitantes diários, durante (Junho) 2001 foi quebrada a barreira dos 100 visitantes/dia. A estatística mensal mais recente diz respeito a Outubro: 4959 visitantes, ou seja, uma média de 165 visitantes/dia!

A estatística de acessos à página é também indicativa do tipo de informação mais procurada pelos sócios. Por exemplo, nas páginas mais visitadas encontram-se frequentemente artigos do boletim "Química", as Olimpíadas e... a



Evolução do número de visitantes diários à página da SPQ (média mensal).

História e os Estatutos da SPQ (!?). Entre os documentos que registam maior número de "descargas" (downloads) estão as provas das Olimpíadas, as circulares de Encontros e vários artigos do boletim. Mas claro que há acentuadas variações "sazonais": se durante Janeiro de 2002 a 2.ª Circular do Encontro Nacional obteve o primeiro lugar destacado com 494 downloads, no dia 12 de Julho, a resolução do exame do 12.º ano foi procurada com afã.

Para que a página mantenha o seu interesse, é necessário um esforço de renovação constante: afinal, uma página "viva" é uma página em construção permanente! Isto inclui não só actualização das informações existentes (todos os dias há informações importantes que se tornam obsoletas e informações novas que se tornam urgentes), mas também a criação de novos espaços e temas de informação. As duas novidades mais recentes são a página das Delegações Regionais (que vai facilitar o contacto dos sócios com as suas delegações), e o serviço de divulgação dos trabalhos de au-

tores portugueses publicados em revistas europeias (das quais a SPQ é co-proprietária). Outros projectos estão em agenda, uns em fase de recolha de informação, outros simplesmente a aguardar os últimos retoques "naquela" semana sem aulas, sem reuniões, sem exames,(...).

Mas a página da SPQ não é uma página da Direcção: é, acima de tudo, uma página dos sócios. E os sócios podem (ou devem?) contribuir para a diversidade e o interesse da sua página! Há muitos trabalhos realizados pelos sócios cujo interesse e qualidade merecem a divulgação que a internet proporciona. As escolas, em particular, podem ser uma fonte bastante rica: porque não propor aos alunos a produção de conteúdos para a página, a partir dos seus trabalhos de química (monografias, trabalhos laboratoriais, ...)? Fica o desafio! As propostas de conteúdos (de preferência, os conteúdos!) podem ser enviadas para spq@spq.pt, ou directamente para: pclaro@dq.ua.pt.

Errata

Publicado no número 85 da Química, o artigo intitulado "HO- ou OH- " da autoria do Professor Carlos Corrêa na 1.ª coluna, 4.ª linha a contar do fim, deve ler-se 28, 1-110 (1971). Na 2.ª coluna, 10.ª linha a contar do fim, deve ler-se 1990.

A verdade que eu respeito é a verdade modesta da Ciência, a verdade relativa, fragmentária, provisória, sujeita ao retoque, à correcção, ao arrependimento. É a verdade à nossa escala. Pelo contrário, temo e odeio a verdade absoluta, a verdade total e definitiva, a verdade com V maiúsculo, base de todos os sectarismos, de todos os fanatismos e de todos os crimes.

J. Rostand, 1963



In Memoriam George Porter (1920-2002)

Com uma tristeza profunda e grande emoção subscrevemos esta pequena nota por ocasião do falecimento de George Porter, Prémio Nobel da Química em 1967, que ocorreu no passado dia 31 de

Agosto a alguns meses de completar 82 anos.

Tivemos o privilégio e a grande oportunidade de trabalhar, sob sua Orientação, no Laboratório Davy Faraday da Royal Institution of Great Britain, de que foi Director de 1966 a 1985. Neste momento doloroso, queremos prestar a nossa sentida homenagem a George Porter por tudo - Ciência e Ética - que com ele aprendemos. Para a sua Memória vai a expressão da nossa gratidão pela generosa amizade e disponibilidade que disfrutámos enquanto seus colaboradores em Inglaterra e que se manteve durante os últimos trinta anos, já após o nosso regresso a Portugal.

O entusiasmo com que descrevia a investigação do seu grupo aos inúmeros visitantes que o seu prestígio internacional trazia à Royal Institution e as oportunida-

des que sempre proporcionou aos seus colaboradores são bem reveladoras do seu total empenhamento na construção de um mundo mais inteligente e responsável. O seu optimismo e profunda dedicação às causas que defendia são valores inestimáveis que nos procurou transmitir e têm servido para nós de referência essencial.

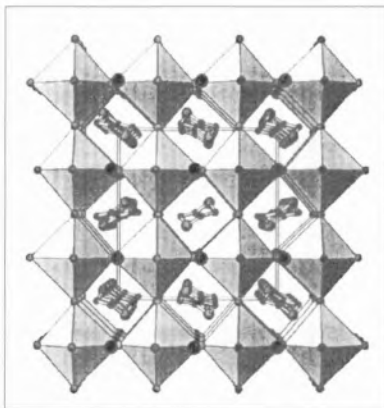
Acreditamos que o legado de George Porter à Comunidade Científica vai sobreviver por muitos e muitos anos, pois foi dos cientistas mais inovadores do século XX, norteado pelo entendimento paradigmático da reacção mais importante na Terra, a Fotossíntese!

Sílvia M. B. Costa, Sebastião Formosinho,
M. Isabel Calado Ferreira, João F. A. Ferreira
Setembro de 2002

Actualidades Científicas

1.

Foram sintetizados **análogos moleculares das perovskites**, que incluem importantes minerais do manto terrestre e superconductores de alta temperatura. Bremner *et al.* [1] cristalizaram variantes cúbicas e hexagonais 2-H de uma perovskite onde os octaedros $(\text{NH}_4)\text{Cl}_6$ são os blocos constitutivos de uma rede com vértices partilhados. Na forma cúbica, o catião é o piperazínio duplamente hidratado, $\text{C}_4\text{N}_2\text{H}_{12}^{2+}$, que ocupa o seu lugar com uma molécula de água: esta ajuda a criar uma rede de pontes de hidrogénio estabilizante que não se encontra em perovskites inorgânicas. A variante hexagonal, cujo protótipo é o BaNiO_3 , é formada pelo catião maior duplamente protonado - Dabcónio, $\text{C}_6\text{N}_2\text{H}_{14}^{2+}$ - e é estabilizada também por pontes de hidrogénio. A facilidade da síntese sugere que deveria ser possível criar análogos não centrossimétricos opticamente activos assim como análogos quirais utilizando outros catiões-molde.



2.

As aminas lineares são utilizadas no fabrico de numerosos produtos, incluindo medicamentos e agroquímicos. Infelizmente, as olefinas de partida para a produção destes compostos são muito caras devido à necessidade de usar olefinas terminais puras em vez de misturas mais baratas possuindo duplas ligações internas. Seayad *et al.* [2] descrevem uma preparação catalítica eficaz, num só recipiente, onde as olefinas internas são isomerizadas, reagem com hidrogénio e monóxido de carbono para criar um aldeído e finalmente são reduzidas com uma amina para produzirem a amina linear desejada.

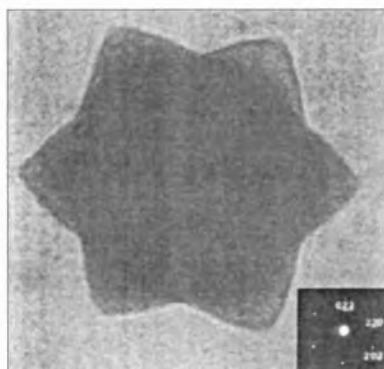
3.

As amostras biológicas apresentam muitas vezes o desafio de conseguir **manipular um sistema diluído num volume pequeno** (da ordem do nanolitro); vários métodos têm sido desenvolvidos para concentrar as amostras antes de as introduzir em colunas de separação. Para a electroforese capilar, um método simples consiste em utilizar gradientes de campo eléctrico para toda a substância a analisar se mover em direcção a um único ponto dentro do canal. Contudo, os eléctrodos utilizados para produzirem os campos podem reagir com a amostra. Ross e Locascio [3] desenvolveram uma abordagem que consiste numa focagem por gradiente de temperatura, o que permite concentrar e simultaneamente separar as substâncias a analisar (DNA, proteínas, e células) em solução. O gradiente de temperatura induz um gradiente de campo eléctrico na solução contida no micro-canal em viés para a electroforese. Opondo o gradiente de velocidade resultante da substância a analisar contra o fluxo volumétrico do fluido, a substância a analisar pode ser focada. Pequenas quantidades

a analisar num sistema microfluídico podem ser concentradas até 10000 vezes.

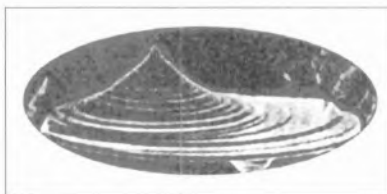
4.

O controlo do tamanho e da forma das nanopartículas é muitas vezes difícil e, até agora, só foi conseguido o crescimento controlado de um número reduzido de materiais. Lee *et al.* [4] mostram agora que o crescimento do sulfureto de chumbo não só pode ser controlado, mas também que algumas formas nanocristalinas não usuais e transitórias podem ser obtidas. Quando a dodecila-mina foi utilizada como ligando de cobertura, só as formas cúbicas foram obtidas. Passando para o dodecanetiol,



que forma uma ligação muito mais forte com o Pb, foram produzidos nanocristais cúbicos mas só para fracas concentrações do ligando. A concentrações maiores, observaram-se nanocristais quase esféricos, quando o crescimento sobre as faces {111} foi selectivamente limitado. Temperaturas mais baixas e grandes fluxos de precursores conduziram ao controlo cinético do crescimen-

to, com aumento ao longo das faces {100}, para **criar nanocristais em forma de T, L, estrelas e cruzes**. Programando as condições certas para cada uma das variáveis, os autores acreditam que seria possível obter, de uma forma consistente, os produtos nanocristalinos desejados, incluindo espécies que previamente eram apenas transitórias, como as formas em estrela.



5.

Tem sido relatada a **síntese controlada de alguns nanoobjectos a partir de óxidos**. Para o óxido de estanho, já foi descrita a síntese de tubos, fios, e fitas de nano dimensões. Dai *et al.* [5] descrevem a preparação de discos monocristalinos, a partir de SnO ou de SnO₂; os discos formaram-se a temperaturas entre 200°C e 400°C e a composição final era SnO. Duas morfologias foram observadas: numa delas, duas "rodas" sólidas fundiram-se para formar uma gota com um aro ao centro; noutra, uma estrutura em forma de cone formou-se a partir de um disco principal e de uma série de espirais com arestas em degrau. Pensa-se que esta última morfologia é provocada pela presença de impurezas durante o ciclo de crescimento. Durante a etapa seguinte de recozimento, os discos oxidam-se através dum processo de transformação complexo, observando-se o Sn₃O₄ como óxido intermédio, e tornam-se policristalinos.

6.

A descoberta da supracondutividade no diboreto de magnésio (MgB₂), tem gerado muita excitação. MgB₂ tem uma temperatura crítica notavelmente alta (39 K), é barato e facilmente acessível, e pode mesmo ser fabricado em fios. Os modelos convencionais não conseguiram prever as suas propriedades supracondutoras. Experiências recentes indicam que o **MgB₂ pode ser um supracondutor com multi-hiatos** - *i.e.*, há vários níveis de energia associados à formação dos pares electrónicos que transportam a corrente supracondutora. Um novo estudo teórico [6] fornece cálculos, baseados em princípios básicos, da interacção electrão-fonão no MgB₂. A sua estrutura electrónica em multi-hiatos está confirmada e o novo modelo prevê muitas das suas novas características como supracondutor.

Olivier Pellegrino,
revisão de A. M. Botelho do Rego

Referências

- [1] C. A. Bremner, M. Simpson, W. T. A. Harrison, *J. Am. Chem. Soc.* 124 (2002) 10960.
- [2] A. Seayad, M. Ahmed, H. Klein, R. Jackstell, T. Gross, M. Beller, *Science* 297 (2002) 1676.
- [3] D. Ross, L. E. Locascio, *Anal. Chem.* 74 (2002) 2556.
- [4] S.-M. Lee, Y.-W. Jun, S.-N. Cho, J. Cheon, *J. Am. Chem. Soc.* 124 (2002) 11244.
- [5] Z. R. Dai, Z. W. Pan, Z. L. Wang, *J. Am. Chem. Soc.* 124 (2002) 8673. [6] H. Joon Choi, D. Roundy, H. Sun, M. L. Cohen, S. G. Louie, *Nature* 418 (2002) 758.

Decorrerá a 23 - 26 Setembro 2003, Sintra-Portugal, o **2.º Encontro Luso-Brasileiro de RMN**, que deverá reunir grande parte das comunidades Portuguesa e Brasileira de utilizadores e investigadores em espectroscopia de Ressonância Magnética Nuclear.



Federation of European Chemical Societies

Assembleia Geral da FECS

A Assembleia Geral da FECS (Federação Europeia das Sociedades de Química), decorreu no Castelo de Rydzyna (entre Poznan e Wroclaw) na Polónia em 10 e 11 de Outubro.

O tema geral foi o de criar estratégias para reforçar o prestígio da Química na sociedade, sensibilizar os agentes de financiamento (particularmente a União Europeia) para a relevância e a abrangência da Química e atrair jovens ao estudo e à profissão de Químico.

No que diz respeito ao número de estudantes de Química na Europa foram apresentados números interessantes. Na Alemanha o número de estudantes a iniciar cursos universitários de Química baixou de 6000 em 1991 para menos de metade em 1994 e em 1995, mas começou a recuperar e atingiu já o número de 5000 em 2001. No Reino Unido, o número de estudantes também baixou muito e não apresenta ainda sinais de recuperação. Cerca de 90% dos alemães que obtêm o Diplom seguem para o doutoramento. A quebra do número de doutorandos vai ainda

manter-se e parece insuficiente para satisfazer as necessidades da indústria. Como esta é a situação geral nos maiores países europeus, a expectativa é que a entrada na EU dos países do centro/leste europeu seja acompanhado de uma forte emigração de químicos destes países.

Curiosamente a Suíça tem já um número de doutoramentos muito superior ao número de estudantes a completar o Diploma que mostra a sua atractividade de estudantes estrangeiros.

Devemos notar que o processo de Bolonha deverá facilitar e ampliar este efeito!

José Ferreira Gomes,
Presidente da SPQ

Notícias Breves da FECS

1. O Prof. Gabor Naray-Szabo, Químico Computacional Húngaro assumiu agora a presidência da FECS, sucedendo ao Doutor Reto Battaglia, Químico Alimentar Suíço.
2. O nosso colega e sócio da SPQ, Prof. José Manuel Empis da Universidade Técnica de Lisboa (IST), foi eleito para a Comissão Executiva da FECS. Esta eleição confirma o apreço em que é tido o seu trabalho na Divisão de Química Alimentar da FECS.
3. Depois de uma longa reflexão, a FECS decidiu organizar uma mega-conferência de Química à Americana! A primeira será realizada em

2006 em Budapeste. Sendo a Europa a primeira potência mundial quer na investigação quer na indústria química, esta conferência poderá transformar-se num posto obrigatório do trajecto da Química europeia. Estaremos lá.

4. FECS register of chemical scientists: chemists.register@chemsoc.org
visite a página <http://csprod/networks/createdetails-FIONA.htm> e inscreva-se.
5. A Divisão de Química Computacional da FECS (coordenada pelo Prof. Fernando Fernandes da Universidade de Lisboa que sucedeu ao Prof. Gabor Naray-Szabo de Budapeste)

está a organizar um Doutoramento Europeu em Química Computacional. Este poderá ser um caminho para o futuro.

6. A FECS estabeleceu um "Standing Committee on Educational-Professional-Ethical Matters" para preparar a intervenção da FECS num amplo conjunto de áreas de interesse para os químicos europeus. O Presidente da SPQ assumiu a responsabilidade de constituir esta Comissão Permanente e de guiar o seu estabelecimento na cena europeia.

José Ferreira Gomes,
Presidente da SPQ

Capas da Química

Deste número em diante, a origem de cada capa da Química estará descrita na pág. 1 da revista. Apresentam-se de seguida as descrições das capas desde o número 81.

81 A partir de uma fotografia de P. Ball, in "The Self-made Tapestry: Pattern For-

mation in Nature", Oxford Univ. Press, 2001.

82 A partir de uma estrutura de um zeólito resolvida no grupo do Prof. João Rocha (DQ-UA)

83 A partir de um original de Alexandra S. Bernardo

84 Pormenor de um mural de Pompeia, retirado de Michel Pastoureau, "Bleu, histoire d'une couleur", Seuil, 2000.

85 Pormenor de salina na Ria de Aveiro

86 A partir da maquette da estação de tratamento de resíduos sólidos em Viena, projecto de Hundertwasser.

IUPAC on-line

A IUPAC tem disponível na sua página web (www.iupac.org) muita informação, incluindo alguns livros e publicações, por exemplo,

- O livro laranja (IUPAC Compendium of Analytical Nomenclature)
http://www.iupac.org/publications/analytical_compendium
- A publicação Chemical Education International - Material, Life, and Envi-

ronment:
<http://www.iupac.org/publications/cei/>

- Os índices e resumos de artigos da revista Pure and Applied Chemistry (edição em papel disponível para consulta na sede da SPQ). Por exemplo os números 74(7) and 74(8), de 2002:
<http://www.iupac.org/publications/pac/2002/7407/index.html>
- <http://www.iupac.org/publications/pac/2002/7408/index.html>

- A revista Chemistry International. Por exemplo o número de Setembro de 2002:

<http://www.iupac.org/publications/ci/2002/2405/index.html>

- As recomendações e relatórios das Divisões, em formato pdf,
<http://www.iupac.org/reports/index.html>

Reunião Anual da Divisão de Química de Alimentos da FECS

A reunião decorreu em Mierki, na Polónia, nos dias 27 e 28 de Agosto de 2002, estando 21 presentes delegados de sociedades europeias de química, e o Presidente Cessante da EFFoST. A reunião precedeu a conferência Eurofoodtox V, que se realizou nos 28 a 30 no mesmo local. Foram apresentadas as conclusões da última reunião da Comissão Executiva da FECS, realizada em Bruxelas no mês de Abril, e salientou de entre os acontecimentos do ano transacto o pesar resultante do falecimento do professor Peter Czedik-Eysenberg, fundador e primeiro presidente desta divisão da FECS. Foram discutidos em pormenor diversos assuntos da especialidade. Entre estes deve salientar-se:

A criação de um secretariado da divisão (FCD), incluindo o presidente, o Presidente Cessante, o secretário, o presidente da conferência Eurofoodchem em preparação, e um dos delegados nacionais.

A aprovação de linhas mestras para elegibilidade do Presidente Eleito, cargo que é desempenhado entre duas reuniões anuais consecutivas da divisão.

Foi decidido honrar a memória do Peter Czedik-Eysenberg, reconhecendo também os seus interesses e prioridades, pela criação de uma conferência "key-note", bem como de um número de bolsas para a participação de jovens cientistas e estudantes, a que seria atribuído o seu nome, em cada edição futura dos Eurofoodchem.

O Secretariado concordou em preparar um documento no qual se identificassem as diversas opções e oportunidades para suportar os interesses dos jovens químicos de alimentos e para promover a imagem da química de alimentos junto dos jovens europeus.

A agenda da divisão contém neste momento os seguintes encontros futuros:

- 2002
- Eurofoodtox V, Mierki, Polónia, 28 a 30 de Agosto.
- 2003
- In Vino Analytica Scientia III, Aveiro, Portugal, 10-12 Julho.
 - Técnicas Analíticas Avançadas em Ciência de Alimentos, Olsztyn, polónia, 3 a 7 de Setembro.
 - Eurofoodchem XIII, Bruges, Bélgica, 24 a 26 de Setembro

2004

- Food Allergenicity, Budapeste, 18 a 20 de Abril.
- Sustainable Reduction of Food Processing Waste, Norwich, Reino Unido, 25 a 28 de Abril,.
- EuroResidue V, Leewenhorst, Holanda, Maio.
- Pigmentis in Food III, Quimper, França, 14-17 de Junho.
- Chemical Reactions in Food V, Praga, Setembro.

2005

2006

- FECS Grand European Chemical Conference, Budapeste.

A divisão decidiu intensificar a sua colaboração com a EFFoST (federação europeia de ciência e tecnologia de alimentos), com a FOODforce (rede temática europeia de institutos de investigação em ciência e tecnologia de alimentos), e com a ISEKI (rede temática europeia de uniformização curricular em ciência e tecnologia de alimentos).

A próxima Reunião Anual ficou marcada para Bruges, 24 e 25 de Setembro de 2003

A participação da equipa portuguesa na 7.ª Olimpíada Iberoamericana de Química



Clara Magalhães

Maria do Amparo Faustino

Departamento de Química, Universidade de Aveiro

Pela segunda vez Portugal participou nas Olimpíadas Iberoamericanas de Química que se realizaram na Argentina, em Mar del Plata (em plena pampa) de 15 a 23 de Outubro. Nesta olimpíada participaram estudantes da Argentina, Bolívia, Brasil, Colômbia, Costa Rica, Cuba, Espanha, México, Peru, Portugal, Uruguai e Venezuela. No total participaram 49 estudantes acompanhados com uma média de dois professores por país. A equipa portuguesa concorrente foi constituída pelos quatro estudantes seleccionados nas Olimpíadas de Química 2002 cuja final se realizou na Universidade de Aveiro – Ana Raquel Sequeira Pinto, Ângela Filipa Pereira Cardoso, Carlos Jorge da Silva Andrade e Humberto Bento Ayres Pereira. Estes estudantes foram acompanhados por dois docentes da Universidade de Aveiro – Clara Magalhães e Maria do Amparo Faustino – e por três docentes do ensino secundário, professores de dois dos alunos concorrentes – Carlos Folhadela Simões, Cristina Maria Alves e Juvelina Centeno Amaro.

Desta vez a equipa portuguesa está de parabéns. Conseguimos obter uma me-

dalha de bronze conquistada pela estudante Ângela Filipa Pereira Cardoso. É indiscutível que o mérito é da estudante mas pensamos que todos os docentes, que contribuíram para que ela desenvolvesse formas correctas de pensar, estão também de parabéns. Sendo muito efémera a ligação dos programas de Química das Olimpíadas aos programas nacionais, visto que estes se pretendem supranacionais e estimulantes de excelência, é importante para o sucesso nestas competições compreender os mecanismos de raciocínio da química, de forma a conseguir ultrapassar as deficiências resultantes das faltas de conhecimentos esperadas. Este facto, associado ao rigor experimental da estudante contribuíram para a obtenção desta medalha. Só "lamentamos" que esta estudante, assim como qualquer um dos outros três participantes, não prossigam os estudos em Química ou áreas do conhecimento com ela relacionada.

Não se pode terminar esta notícia sem uma referência muito especial à participação dos três docentes do ensino secundário que foram como acompanhantes. Foram uma ajuda preciosa tanto para a equipa portuguesa como para a organização em geral. As provas experimental e teórica são apresentadas e discutidas em castelhano sendo necessário fazer a sua tradução para por-

tuguês. A tradução é feita pelos mentores das equipas portuguesa e brasileira sendo no final adaptada às especificidades de cada língua. Estando os mentores envolvidos na discussão da prova, a sua tradução costuma prolongar-se pela noite dentro, originando textos menos cuidados devido à falta de tempo e ao cansaço, deixando poucas horas de descanso para todos os envolvidos no processo. O empenhamento dos docentes do ensino secundário no processo de tradução fez com que todo o processo fosse mais célere e os textos melhor traduzidos. Os alunos foram unânimes no elogio à tradução que os ajudou na resolução das provas.

Para a equipa portuguesa participante nestas olimpíadas ficou claro que a dinamização das olimpíadas tem que ser feita em conjunto pelos docentes dos ensinamentos básico, secundário e superior. A participação de docentes do ensino secundário nas provas internacionais esperamos que venha a ser um factor de dinamização das olimpíadas de química e que se possa constituir uma equipa nacional de apoio a estas provas.

Por fim resta relembrar o agrado com que as delegações participantes aceitaram as garrafas miniaturas de vinho do Porto, gentilmente oferecidas pela Castelhinho Vinhos SA e as lembranças oferecidas pela Universidade de Aveiro.

O regulamento das Olimpíadas Iberoamericanas foi discutido em Mar del Plata e foram feitas pequenas alterações. O programa de química das Olimpíadas Iberoamericanas foi publicado no Boletim da Sociedade Portuguesa de Química, n.º 80, Janeiro – Março de 2001 e encontra-se novamente em discussão no sentido de se corrigirem algumas gralhas e se explicitarem melhor alguns conteúdos.

A dificuldade de acesso de muitos docentes do ensino secundário à Internet leva-nos a apresentar neste número o texto da prova teórica n.º 1 das Olimpíadas Iberoamericanas de Química de 2002.

Cristina Ferreira Alves

Carlos Folhadela Simões

Externato Delfim Ferreira

A participação nas Olimpíadas foi extremamente positiva por diversas razões. Para além de ter sido uma nova experiência, por sinal positiva, permitiu, ao termos tido oportunidade de estar presente nas diversas sessões de discussão, aquilatar de diferentes realidades vividas nos diferentes países. Os conteúdos leccionados, as apostas nacionais no apoio aos alunos e a troca de informações com os diversos professores e alunos presentes (entre outras) permitiu-nos por um lado, constatar a realidade nacional e por outro, colher exemplos enriquecedores.

A perspectiva de eventuais futuras participações deverá ser motivadora para que se continue o trabalho efectuado e servirá, também, para aguçar o espírito participativo que encontramos em muitos dos nossos alunos.

Estas Olimpíadas representaram o culminar de um processo que pela expectativa que gerou junto dos alunos deverá ser aproveitada pelo máximo de escolas do país de modo a promover o gosto pela Química. Até às de 2003.

Juvelina Centeno Amaro

Escola Secundária de Estarreja

Antes de mais, quero agradecer à Sociedade Portuguesa de Química, por me ter convidado a integrar a equipa portuguesa destas olimpíadas. Esta foi, indiscutivelmente, uma das melhores experiências por que passei, tanto ao nível profissional como pessoal.

Esta participação permitiu-me trabalhar, trocar impressões e experiências com o Carlos Simões e a Cristina Alves (também professores do ensino secundário) e, principalmente, com as mentoras portuguesas Doutoradas Clara Magalhães e Maria do Amparo Faustino para além, obviamente, dos quatro estudantes que integraram a nossa equipa destas olimpíadas. Destes contactos foi possível, entre outras coisas, fazer uma análise e um balanço do que tem sido a participação portuguesa e como, poderá futuramente vir a ser (assim haja o apoio das entidades competentes). O primeiro obstáculo a ultrapassar é o que se refere ao programa destas olimpíadas, que está muito além dos conhecimentos que os nossos alunos adquirem até ao final do 12.º ano. Se nada for feito em contrário, as nossas equipas olímpicas, partem sempre em franca desvantagem, não porque o ensino secundário nos outros países, seja mais exigente do que o nosso (como podemos constatar), mas sim porque há um investimento adicional nos alunos participantes.

Se a nossa equipa conseguiu, sem qualquer preparação adicional, através da Ângela, uma medalha de bronze (para mim vale ouro), se tiverem uma preparação complementar têm capacidade de ir muito mais além.

Salvaguardado este senão, a troca de experiências e culturas entre os jovens dos diferentes países participantes é o aspecto mais positivo desta iniciativa que, só por isso, já vale a pena. Foi extraordinária, a forma como os nossos alunos se integraram não só entre eles, como também com todos os participantes dos outros países. Criaram-se amizades que certamente vão perdurar (eles

até aprenderam a falar espanhol e ensinaram à guia Argentina o português).

Por tudo o que vi e aprendi só posso dizer que foi uma experiência muito gratificante.

Para terminar só quero manifestar o meu apreço ao Conselho Executivo da Escola Secundária de Estarreja e em particular à sua presidente Dra Anabela Amorim pelo apoio que me deram, aos colegas do grupo de Química, por me terem assegurado o meu serviço docente e às empresas Dow Portugal, CIRES S.A. e Quimigal/Uniteca por terem patrocinado esta minha "aventura". A todos o meu muito OBRIGADA.

Exemplo de um Problema das Provas Teóricas

(o texto completo das provas está disponível em www.spq.pt)

Problema Teórico N.º 1

O enxofre é uma substância que se encontra na natureza no estado elementar, em grandes depósitos subterrâneos.

O enxofre arde em presença de O_2 produzindo um gás incolor muito irritante, **A**. Ao borbulhar este gás em água forma-se o ácido **B**.

A adição de peróxido de hidrogénio à solução de **B** origina **C**, que ao ser tratado com uma solução que contém iões bário forma um precipitado branco, **D**.

D é calcinado quando misturado com carbono num cadinho de porcelana. Quando o resíduo da calcinação, **R**, é tratado com ácido clorídrico, ocorre libertação de um gás muito tóxico de odor desagradável, **E**.

Quando **E** é borbulhado sobre uma solução que contém iões cádmio obtém-se um precipitado de cor amarela **F**.

A reacção do gás **E** com o gás **A** permite recuperar o enxofre.

- (a) Escreve as equações devidamente acertadas para todas as reacções químicas dos processos descritos, indicando o estado físico de cada espécie participante.
- (b) Quais das reacções químicas da alínea (a) são de tipo redox? Indica, em cada caso, a espécie que se oxida e a que se reduz, tal como as escreveste nas equações acertadas na alínea anterior.
- (c) Dois volumes do gás **A** reagem com um volume do gás **E**, a temperatura e pressão constantes, formando 0,96 gramas de enxofre e 0,36 gramas de água.
- (c1) Que quantidades de **A** e **E**, expressas em moles, reagiram?
- (c2) Que quantidades de **A** e **E**, expressas em moles, foram misturadas?
- (d) Desenha a estrutura de Lewis de 2 (dois) dos compostos tratados (**A** e **E**) que apresentem o mesmo tipo de hibridação no átomo de enxofre (sp , sp^2 ou sp^3) e diferente geometria.

1.º Encontro Nacional Dioxinas e Compostos Similares na Saúde e no Ambiente: uma Abordagem Intersectorial

Objectivos

1. Fomentar um espaço de intercâmbio de experiências e de ideias, entre todos os Grupos/Instituições que, de alguma maneira, desenvolvem actividades na temática das dioxinas e compostos similares (PCDDs, PCDFs, PCBs e PBDEs);
2. Dar oportunidade a que todos os interessados conheçam o que, a nível nacional, se está a fazer, ou a preparar, nesta área, nomeadamente em termos de inventários de fontes e de emissões, distribuição e monitorização nos ecossistemas até ao homem, capacidade analítica e aspectos legislativos e/ou regulamentares;
3. Promover oportunidades de articulação entre Grupos e Instituições, a nível nacional e internacional, para o desenvolvimento de actividades na área das dioxinas.

Formato - Programa definitivo a divulgar oportunamente

- Comunicações orais, de cerca de 25 minutos cada, por oradores convidados, nacionais e estrangeiros, nas áreas mais relevantes na temática das DIOXINAS
- Formação e fontes de DIOXINAS
- Análise
- Níveis ambientais e nas cadeias alimentares. Tendências
- Exposição humana
- Toxicologia
- Aspectos legislativos/regulamentares
- Comunicações orais, de não mais de 10 minutos, pelos participantes inscritos
- Debate e conclusões
- Exposição de POSTERS, se houver participantes interessados.

NB: As comunicações, as questões debatidas e as conclusões deste Encontro serão objecto de publicação e serão enviadas aos Órgãos de Decisão competentes, como contributo para a definição de estratégias fundamentadas para a capacitação em recursos humanos e materiais a nível nacional, que possam conduzir à redução e controlo das emissões, ao controlo da qualidade do ambiente e à prevenção do risco de exposição humana.

Data e Local de Realização

- Março de 2003 – (provisoriamente)
- (Local a definir) – Lisboa
- Horário – 9:00 – 17:30

Organização

- IMP/FML – Instituto de Medicina Preventiva/Faculdade de Medicina de Lisboa
- IA – Instituto do Ambiente, Lisboa
- IDAD – Instituto do Ambiente e Desenvolvimento, Aveiro
- DGS – Direcção Geral da Saúde, Lisboa
- INSA – Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, Lisboa
- INETI – Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial, Lisboa
- IPIMAR – Instituto Português de Investigação das Pescas e do Mar, Lisboa (a confirmar)

Secretariado

anadelgado@fm.ul.pt

Instituto de Medicina Preventiva - Faculdade de Medicina de Lisboa
Av. Prof. Egas Moniz, piso 5
1649-028 Lisboa

Telefone/Fax: 21 795 7409 ou 21 797 2037



1º ENCONTRO NACIONAL

DIOXINAS E COMPOSTOS SIMILARES NA SAÚDE E NO AMBIENTE: UMA ABORDAGEM INTERSECTORIAL

OBJECTIVOS

- Fomentar um espaço de intercâmbio de experiências e de ideias, entre todos os Grupos/Instituições que, de alguma maneira, desenvolvem actividades na temática das dioxinas e compostos similares (PCDDs, PCDFs, PCBs e PBDEs);
- Dar oportunidade a que todos os interessados conheçam o que, a nível nacional, se está a fazer, ou a preparar, nesta área, nomeadamente em termos de inventários de fontes e de emissões, distribuição e monitorização nos ecossistemas até ao homem, capacidade analítica e aspectos legislativos e/ou regulamentares;
- Promover oportunidades de articulação entre Grupos e Instituições, a nível nacional e internacional, para o desenvolvimento de actividades na área das dioxinas.

FORMATO - Programa definitivo a divulgar oportunamente

- Comunicações orais, de cerca de 25 minutos cada, por oradores convidados, nacionais e estrangeiros, nas áreas mais relevantes na temática das *DIOXINAS*
 - Formação e fontes de DIOXINAS
 - Análise
 - Níveis ambientais e nas cadeias alimentares. Tendências
 - Exposição humana
 - Toxicologia
 - Aspectos legislativos/regulamentares
- Comunicações orais, de não mais de 10 minutos, pelos participantes inscritos
- Debate e conclusões
- Exposição de POSTERS, se houver participantes interessados.

NB: As comunicações, as questões debatidas e as conclusões deste Encontro serão objecto de publicação e serão enviadas aos órgãos de decisão competentes, como contributo para a definição de estratégias fundamentadas para a capacitação em recursos humanos e materiais a nível nacional, que possam conduzir à redução e controlo das emissões, ao controlo da qualidade do ambiente e à prevenção do risco de exposição humana.

DATA E LOCAL DE REALIZAÇÃO

21 de Março de 2003

**Aula Magna
da Faculdade de
Medicina de
LISBOA
HOSPITAL DE STA. MARIA**

9:00 – 17:30

ORGANIZAÇÃO

- | | |
|--|--|
| Prof.ª Doutora M. Fátima Reis | - Instituto de Medicina Preventiva/Faculdade de Medicina de Lisboa (IMP/FML) |
| Eng. Bruno Simplicio | - Instituto do Ambiente, Lisboa (IA) |
| Eng.ª Odete Gil | - Instituto Nacional de Investigação Agrária e das Pescas, Lisboa (INIAP/IPIMAR) |
| Prof. Doutor Miguel Coutinho | - Instituto do Ambiente e Desenvolvimento, Aveiro (IDAD) |
| Drª Filomena Araújo | - Direcção Geral da Saúde, Lisboa (DGS) |
| Prof.ª Doutora M. Fátima Reis / Drª Paula Alvito | - Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, Lisboa (INSA) |
| - | |
| Prof. Doutor Adriano Teixeira | - Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial, Lisboa (INETI) |

Secretariado: ritamalhado@fm.ul.pt

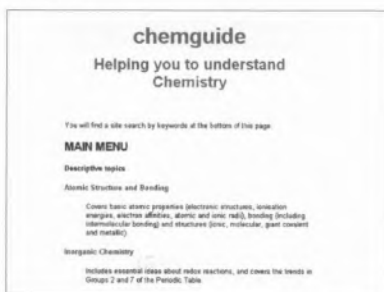
**INSTITUTO DE MEDICINA PREVENTIVA - FACULDADE DE MEDICINA DE LISBOA
AV. PROF. EGAS MONIZ, PISO 5
1649-028 LISBOA
TELEFONE/Fax: 21 795 7409 ou 21 797 2037**



The Orbitron

www.shef.ac.uk/chemistry/orbitron

Por vezes as melhores ideias são as mais simples. A prova está neste site onde são apresentadas representações de orbitais atômicas. Da responsabilidade de Mark Winter, da Universidade de Sheffield, parte-se da definição de orbital atômica, mostrando-se, de seguida, representações espaciais muito apelativas de várias orbitais, com explicações razoavelmente detalhadas para cada nível de energia, bem como noções de funções de onda, densidade electrónica e as respectivas equações matemáticas. Cada visitante pode escolher o nível pretendido, podendo passar-se de uma simples visão dos modelos espaciais mais simples até explicações mais complexas. O autor tem o cuidado de acompanhar este trabalho com inúmeras referências bibliográficas e com uma lista de outros sites sobre a mesma temática. Deve notar-se que Mark Winter (www.shef.ac.uk/chemistry/staff/mjw/mark-winter.html) é um dos pioneiros da utilização da Internet como ferramenta de divulgação da Química, tendo alguns projectos muito interessantes, a que voltaremos em próximas edições.



Chemguide

www.chemguide.co.uk

Dirigido principalmente a estudantes, este site, criado e mantido por um pro-

fessor de Química, Jim Clark, tem como objectivo abordar, usando uma linguagem clara, diversos aspectos da Química. Dividido em secções como Estrutura Atômica, Química Inorgânica, Química Física, Química Orgânica, Mecanismos de Reacções Orgânicas, pretende ajudar os estudantes a perceber melhor alguns aspectos básicos de Química. O autor preocupa-se em acompanhar os textos com úteis ilustrações e com notas que tanto servem para explicar termos menos óbvios ou confusos como para guiar os leitores. Na secção relativa a testes são apresentados alguns endereços muito interessantes, onde se podem encontrar não só exames e testes mas também tabelas periódicas, regras de nomenclatura e diversos exemplos de cálculos.



The Catalyst

www.thecatalyst.org

Actualmente, com a quantidade de recursos disponíveis na Internet especificamente dirigidos a professores de Química, seria muito útil se estivessem referenciados num único local de modo a serem facilmente acedidos. Pois bem, esse local existe e chama-se The Catalyst. Michael Geyer, um professor de Química, dedicou-se a coleccionar uma quantidade quase infindável de links, experiências, folhas de cálculo, apresentações em Powerpoint, especialmente dirigidas a professores mas que podem ser utilizadas também por alunos ou qualquer um que se interesse pela Química. Existem ainda disponíveis diversos fóruns de discussão sobre os mais variados assuntos. Um trabalho notável, sem qualquer dúvida.



allatoms.com

www.allatoms.com

Outro site criado por um professor de Química, William Rushin, com o objectivo principal de interactivar com os seus alunos mas contendo matéria muito interessante para todos os que se interessam por Química. Visualmente muito bem desenhado, oferece o tipo de informação que é habitual neste tipo de sites: endereços seleccionados pelo autor, informação sobre dois cursos de Química, um introdutório, outro avançado e informação específica para os alunos sobre actividades lectivas. O que torna este site recomendável são as experiências apresentadas na secção Adventures of an Alchemist e os projectos realizados por estudantes, que dão uma ideia do que é possível realizar hoje em dia utilizando a Internet na realização de relatórios multimédia.

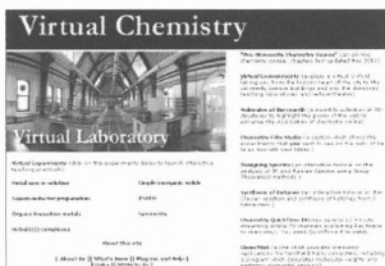


Eric Weisstein's World of Chemistry

scienceworld.wolfram.com/chemistry

Este World of Chemistry corresponde à parte de Química da enciclopédia que Eric Weisstein está a compilar, com o auxílio de todos aqueles que com ele se dispõem a colaborar. Como em qualquer enciclopédia deste tipo, pode-se procurar por assunto ou simplesmente navegar por secções habituais como, por exemplo, reacções químicas e experiências e outras menos usuais como, por exemplo, geologia, mineralogia e petrologia, mas

nem por isso menos interessantes. É apresentado ainda um útil índice alfabético. O autor avisa que o site se encontra em construção e pede a colaboração de todos os interessados.



Virtual Chemistry

www.chem.ox.ac.uk/vrchemistry

Virtual Chemistry é um projecto em construção do grupo de Realidade Virtual da Universidade de Oxford. De destacar é o laboratório virtual, o curso de Química, designado pré-universitário, o subprojecto de caderno de laboratório electrónico e o trabalho muito interessante sobre síntese de cetonas. Neste site privilegia-se a interactividade com os alunos e são utilizadas as mais modernas técnicas de visualização, o que requer uma versão re-

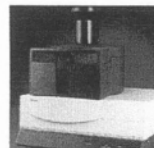
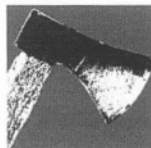
cente do browser equipado com os mais variados plug-ins. Exemplo disto é o capítulo 18, From Outer Space to Inner Space, em que são usadas animações que requerem interacção e que tornam a leitura do texto, já de si interessantíssimo, num autêntico prazer visual.

Jorge Marques Gonçalves
jgoncalv@fc.up.pt

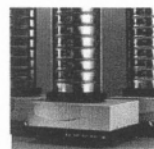
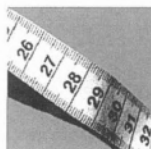
Retsch



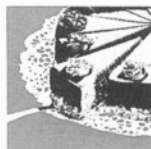
Moinhos



Agitadores de peneiros/peneiros



Divisores de amostras



Análise granulométrica automática CAMSIZER / CRYSTALSIZER



Peça-nos o contacto do agente mais próximo, através dos telefones:

21-352 72 93

22-618 42 32

O Importador Exclusivo

LISBOA

PORTO

Campos Mártires da Pátria, 109 Rua do Vilarinho, 1235 • 4100-517, Porto
<http://www.en-equipamentos.pt>

Simbologia e Alegoria na Linguagem Alquímica

P. FONTES DA COSTA*

À Helena Castro Silva

No seu *Vocabulário Português e Latino* (1716), Raphael Bluteau refere-se à alquimia como sendo "Arte occulta, esta he particularmente a de converter qualquer metal em ouro; que se hã tal arte no mundo, he na realidade taô oculta, que ou todos a ignorão, ou nenhum dos que a sabem, a manifesta". Deste modo, o autor ridiculariza e denuncia o secretismo comum à prática da alquimia recusando-se, no entanto, a negar completamente a possibilidade da existência da pedra filosofal. Bluteau atesta, deste modo, alguns dos problemas da alquimia mas também sugere um continuado e genuíno interesse na mesma em Portugal no século XVIII. A obra *Ennaea ou Aplicação do Entendimento sobre a Pedra Filosofal*, publicada em 1732 (1.º vol.) e 1733 (2.º vol.), é particularmente ilustrativa desta continuada presença. É da autoria do médico do Reino Anselmo Caetano Munhos de Avreu e assume-se como "o primeiro Tratado português de alquimia explicitamente apresentado como tal". Na mesma, o autor insiste sobre o carácter espiritual da alquimia.

Tal como é sugerido em *Ennaea*, a alquimia deve ser entendida como tendo uma natureza dupla (ver figura 1). Na realidade, ao longo do seu percurso milenar, a alquimia englobou dois aspectos distintos mas complementares¹. Uma das suas vertentes centralizou-se na sua componente prática e permite encarar a alquimia como uma arte ou ofício no qual são estudadas as relações e afinidades das coisas através de testes empíricos. Neste âmbito, a alquimia

protagonizou o aparecimento dos primeiros laboratórios, estando na base do desenvolvimento de aparelhos, procedimentos e conhecimentos práticos essenciais à formação da ciência moderna (ver figuras 2 e 3)². Por outro lado, a alquimia pode ser percebida como uma visão mística do mundo³. Neste contexto, a tarefa do verdadeiro alquimista era a de assistir a natureza no seu processo de aperfeiçoamento tendo como base não só a sua experiência laboratorial mas também a sua dedicação e inspiração divina. A sua matéria prima não seria tanto a que reagia nos fornos e alambiques, mas o indivíduo que reage sobre ele próprio. Para o verda-

deiro alquimista, mais importante do que propriamente alcançar a transformação dos metais era atingir o seu aperfeiçoamento pessoal, a transformação da sua alma⁴. Um exemplo de uma comparação explícita entre a Doutrina Cristã e a teoria alquímica encontra-se na seguinte passagem atribuída a Nicolas Flamel:

Behold...our Saviour...who shall eternally unity unto him all pure and clean souls, and will drive away all impurity and uncleanness, as being unworthy to his divine Body. So by comparison (but first asking leave of the Catholic, Apostolic and Roman Church, to speak in this manner...) see here our white Elixir,

figura 1 Laboratório Alquímico, David Teniers, século XVII. Teniers foi um dos artistas que tratou com mais frequência o tema da alquimia.



* Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.



figura 2 Laboratório alquímico com uma balança. In *Theatrum Chemicum Britannicum*, ed. Elias Ashmole, 1652.

which from henceforward will inseparably unite unto itself every pure Metallic nature, changing it into its own most fine silvery nature, rejecting all that is impure, strange, Heterogeneous, or of another kind⁵.

O hermeticismo habitualmente associado à alquimia foi especialmente veiculado através da sua linguagem simbólica e figurativa. Uma das razões subjacentes ao secretismo típico da linguagem alquímica está relacionada com uma concepção fechada do conhecimento na qual este não pode ser revelado a todos por ser entendido como um domínio sagrado e retentor de poder. Para além

disso, a simbologia da linguagem alquímica está intimamente ligada a uma concepção holística do universo, na qual tudo estava interligado e a natureza devia ser entendida como uma entidade activa, orgânica e animista. Nesta concepção, o conhecimento seria obtido através dos sentidos e do estudo das relações espirituais e simbólicas subjacentes à unidade do mundo e que unem os seus vários componentes⁷.

Uma relação bastante importante para os alquimistas era a analogia microcosmos/macrocosmos⁸. Ela consubstanciava um entendimento holístico do lugar do Homem e no Universo ao pressupor que todos os aspectos do microcosmos (humanidade) estavam de algum modo reflectidos no macrocosmos (universo) e sujeitos à sua influência (ver figura 4). A relevância desta analogia permite entender a frequente correlação entre as doenças humanas e a imperfeição dos metais (por exemplo, a designação da prata como ouro leproso); a classificação das substâncias em corpos (substâncias sólidas) e espíritos (substâncias voláteis); a correlação entre as fases da vida humana e as fases do trabalho alquímico (por exemplo, a preparação da pedra filosofal era usualmente descrita como tendo a duração de nove meses); a utilização de uma simbologia sexual na classificação dos corpos (por exemplo, o ouro, enxofre, fogo e ar como masculinos e a prata, mercúrio, água e

terra como femininos). De utilização frequente eram também as associações da conversão do chumbo em ouro à alteração do carácter humano de baixa para nobreza; a imutabilidade do ouro à vida eterna que aguardaria os eleitos de Deus; e o homem mais nobre (rei) ao metal mais nobre (ouro).

A simbologia da linguagem alquímica encontra-se também patente na designação de metais pelos nomes e símbolos dos planetas: ouro/Sol, prata/Lua, ferro/Marte, mercúrio, estanho/Júpiter, chumbo/Saturno, cobre/Vênus (ver figura 5). De modo análogo, a associação das várias operações laboratoriais aos signos do zodíaco é ilustrativa da linguagem alegórica própria da alquimia e da importância de analogias baseadas na astrologia: calcinação/carneiro, congelação/touro, fixação/gêmeos, dissolução/caranguejo, digestão/leão, destilação/virgem, sublimação/balança, separação/escorpião, ceração/sagitário, fermentação/capricórnio. A utilização frequente de alegorias baseadas na astronomia e na astrologia fazia com que, por vezes, fosse difícil identificar como pertencendo à alquimia determinados textos. Um exemplo significativo é o seguinte excerto da obra alquímica *Turba Philosophorum* (1613):

I signify that the envious have narrated and said that the splendour of Saturn does not appear unless it perchance the dark when it ascends in the air, that



figura 3 "O oratório e o laboratório", Heinrich Khunrath, 1609. O nome de Deus aparece em caracteres hebraicos em cima do oratório; a inscrição latina significa "quando nos devotamos apenas ao nosso trabalho, Deus ajuda-nos". A mesa central contém instrumentos musicais simbólicos da importância da música e da harmonia nas tarefas alquímicas.

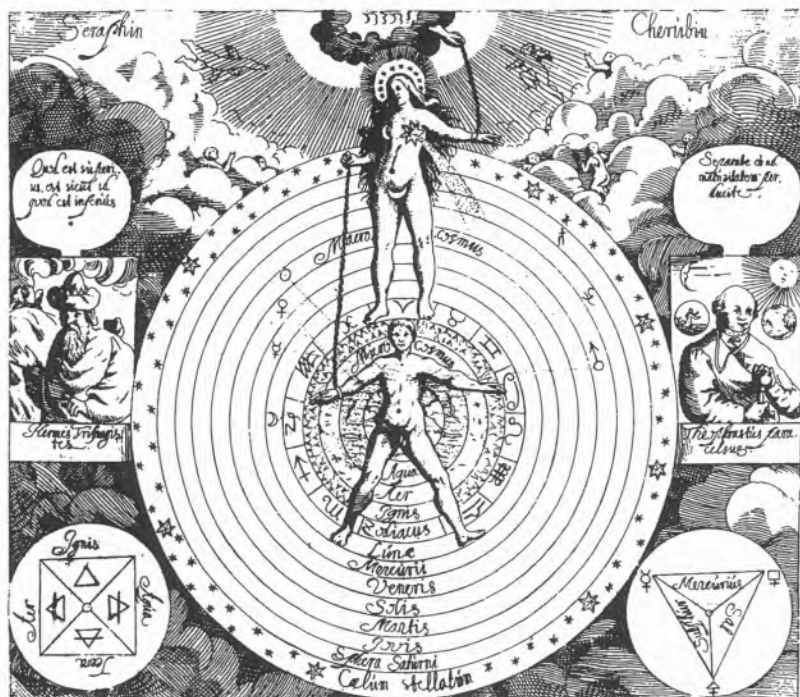


figura 4 O Homem como o microcosmos ligado ao seu criador pela cadeia da natureza representada por uma mulher. É de notar os retratos de Hermes Trimegisto e de Paracelso, respectivamente à esquerda e à direita da figura, bem como o diagrama dos quatro elementos e dos três princípios paracelsianos. In Tobias Scutz, *Harmonia macrocosmi cum microcosmi*, 1654).

*Mercury is hidden by the rays of the sun, that quicksilver (argenteum vivum) vivifies the body by its fiery strength, and thus the work is accomplished. But Venus when she becomes oriental, precedes the sun.*⁹

Analogias baseadas no reino animal eram também utilizadas com alguma frequência na linguagem alquímica. Para além da mítica e tradicional serpente que morde a própria causa, símbolo ao mesmo tempo da unidade cósmica e da longevidade e eternidade da matéria (ver figura 6), outros dos animais representados incluíam o leão verde para designar o cobre, a águia para referenciar o sal amoniacal, e os peixes para aludir ao mercúrio. Determinados pássaros eram por vezes utilizados para indicar uma alteração de cor num processo alquímico (em especial, o pavão, o corvo e o cisne) ou a volatilidade (normalmente simbolizada pela águia). Os pássaros podiam ser usados não só para designar substâncias ou cores mas também para indicar operações laboratoriais tais como o processo de destilação. Este processo era muitas vezes considerado como sendo composto por uma evaporação e uma condensação representadas, respectivamente, por um pássaro a subir e outro a descer. Sendo assim, o processo completo da destilação era, com alguma fre-

quência, representado por dois pássaros voando em sentido contrário.¹⁰

A riqueza simbólica da linguagem alquímica incluía também representações pictóricas tais como as apresentadas nas figuras 7 e 8. A primeira destas figuras pretende descrever as quatro operações dos processos alquímicos, *Solutio*, *Ablutio*, *Conjunctio* e *Fixio*, representadas respectivamente da esquerda para direita no interior dos balões posicionados na cabeça das quatro mulheres. Esta figura representa também os quatro elementos Terra, Água, Ar e Fogo, respectivamente da esquerda para a direita nas esferas que se encontram na parte inferior da figura. No que respeita à figura 8, trata-se da primeira ilustração da obra *As Dose Chaves da Filosofia* (1609) do célebre alquimista Basílio Valentim.¹¹ Esta ilustração simboliza o processo de purificação do ouro e da prata representados, respectivamente, pelo Rei e pela Rainha. No lado esquerdo, o lobo significa o antimónio que era normalmente utilizado na purificação do ouro. No lado direito encontra-se representada a purificação da prata pelo chumbo. Este metal é identificado pelo homem idoso com uma gadanha. No enigmático texto que acompanha a gravura pode ler-se:

Que a coroa do Rei seja de ouro muito puro, e que o juntem com a sua casta esposa. Assim pois, se queres operar nas nossas matérias pega um lobo esfomeado e resplandecente ligado por causa da etimologia do seu nome ao guerreiro Marte, mas tendente à de Saturno por ser seu filho.

Encontra-se nos vales e nas montanhas, sempre agonizante. Deita-lhe o corpo de Rei para que se sacie, e depois de o ter comido, deita-os num grande fogo para que sejam completamente consumidos e o Rei será libertado. Depois de teres feito isto três vezes, o Leão terá ultrapassado completamente o Lobo e o Lobo já não poderá exterminar o Rei, e a nossa matéria estará preparada e pronta para começar a obra.

Na linguagem simbólica e multifacetada da alquimia, a natureza era apresentada como uma rede de relações. À riqueza desta linguagem correspondiam, no entanto, graves dificuldades em termos de acessibilidade e comunicação. Um dos problemas mais imediatos consistia nas dificuldades em identificar a complexa simbologia verbal e pictórica associada à linguagem alquímica. A interpretação desta linguagem exigia não só o exercício renovado da leitura mas também um verdadeiro processo de iniciação. É precisamente nesta base que é fundamen-

Dax Capitell pag: 84

Erklärung der gemeinsten Chymischen Zeichen

Alum	o	Eisem, Stahl	o	Monath	o	Nier hinstlich Zeichen
Antimonium	o	Erde	o	Nacht	o	Stehen super Aratum
Antimony Flores	o	Feur	o	Oel	o	Stenoch hinstlich Zeichen
Aqua	o	Rad der Schmelz	o	Operment	o	Stunde
fortis	o	Figiren	o	Praxistirn	o	Tag
Regia	o	Filteren	o	Purifloren	o	Talk
Vitru	o	Filix hinstlich Zeichen	o	Pulver	o	Todtkopff
Arsenicum	o	Glad	o	Quecksilber schelern	o	Tutur
Afche	o	Gold	o	Quinta essentia	o	Urin
Griechische	o	Grünspahn	o	Realgar	o	Verkuttung
Augentrost	o	Gummi	o	Retorte	o	Verkuttung
Bad	o	Hirschhorn	o	Salpeter	o	Variet
Marienbad	o	Kalk	o	Saltz	o	weisse
Schwitzbad	o	unmöglichsterhalt	o	Alkalisches	o	Wach
Bley	o	Kampffer	o	gegraben	o	Wasser
Bley schaum	o	Koblen	o	Silarmomac	o	Wahrmann hinstlich Zeichen
Bleyweisz	o	Krethinstlich Zeichen	o	Sand	o	Weg hinstlich Zeichen
Bornas	o	Kupffer	o	Scorpion hinstlich Zeichen	o	Wein spiritus
Calceiren	o	Lath	o	Schmelze tiel	o	Wein stis
Ca put mortuum	o	Lava hinstlich Zeichen	o	Schmelze hinstlich Zeichen	o	distillirter
Cementiren	o	Luft	o	Schweff	o	Meinlein
Chryfall	o	Magnet	o	Schwelliger	o	Wider hinstlich Zeichen
Crocus martis	o	Morcast	o	Schwartz	o	Ziegel
Veneris	o	Mausputur	o	der Weisheit	o	Ziegelmed
Distilliren	o	Mercurio	o	Saltz	o	Zinn
Digeriren	o	Sublimiren	o	Silber	o	Sinnob
	o		o	Spiritus vini	o	Zwilling hinstlich Zeichen
	o		o	Tricollat	o	
	o		o	Vallian	o	

figura 5 Tabela de símbolos químicos. In N. Lémery, Cours de Chimie (1675)

tado um dos primeiros ataques ao secretismo da linguagem alquímica. Na sua obra *Alchemia* (1597), Andreas Libavius critica as incongruências e ambiguidades da terminologia metafórica desta linguagem, destacando que a responsabilidade do alquimista não deve ser só perante Deus, mas também perante a sociedade.¹³

Outro dos principais problemas dos textos alquímicos e também dos primeiros tratados de química consistia no facto de vários nomes poderem corresponder a uma única substância e, mais grave

figura 6 Manuscrito alquímico grego mostrando a serpente Uroboros.



ainda, no facto de o mesmo nome poder corresponder a substâncias diferentes (por exemplo, a substância actualmente designada por Sulfato de Potássio podia ser nomeada por nove nomes diferentes incluindo *panacea duplicata*, *panacea holsatica*, *arcanum duplicatum*, *sal duplicatum*, *arcanum holsteinense*, *tartarum vitriolum*, *nitrium vitriolum*, *sal polychrestum glaser*, *vitriolum potasium*). No século XVI, um autor chegou mesmo a dar cerca de cem nomes ao mercúrio, incluindo designações como "água viva", "água voadora", "cauda do dragão", "fumo branco" e "segredo total".¹⁴ Para além disso, outra dificuldade consistia no facto de o nome, muitas vezes não traduzir a composição das substâncias mas, em vez disso, traduzir não só analogias alquímicas, como também analogias culinárias (por exemplo, óleo de vitriol, manteiga de antimónio, fígado de enxofre, creme de tártaro, açúcar de Saturno), ou o local onde as substâncias podiam ser encontradas (por exemplo, o nome cobre provém da palavra *Cubrum* porque este metal se encontrava principalmente na ilha de Chipre (*Cuprius*)). Alguns destes problema foram explicitamente abordados por Robert Boyle na sua obra *The Sceptical Chymist* (1661):

I find that even Eminent Writers do so abuse the terms they employ, that as

*they will now and the give diverse things, one name; so they will oftentimes give one thing, many names; and some of them (perhaps) such as do much more properly signifie some distinct Body of another kind; may even in the Technical Words or Terms of Art, they refrain not from this Confounding Liberty; but will, as I have Observed, call the same Substance, sometimes the Sulphur, and sometimes the Mercury of a Body.*¹⁵

Também Christopher Glaser no seu *Traçado de Química* (1668) ataca a prática comum de autores anteriores "terem escrito de um modo tão obscuro e terem retirado prazer ao confundir as mentes e ao conduzi-las para labirintos". Ao distanciar-se de publicações anteriores, as declarações de Glaser funcionavam também como uma estratégia de autopromoção da sua obra e carreira no ensino da química.

A ausência de um sistema para a designação das substâncias químicas começou a ser especialmente crítica na segunda metade do século XVIII, quando novos elementos foram descobertos e novos compostos foram preparados pela primeira vez. Em 1780, tinha-se já procedido à identificação de 17 novos metais. Por outro lado, as experiências de Joseph Black, Henry Cavendish e Joseph Priestley (1733-1804) iniciavam o

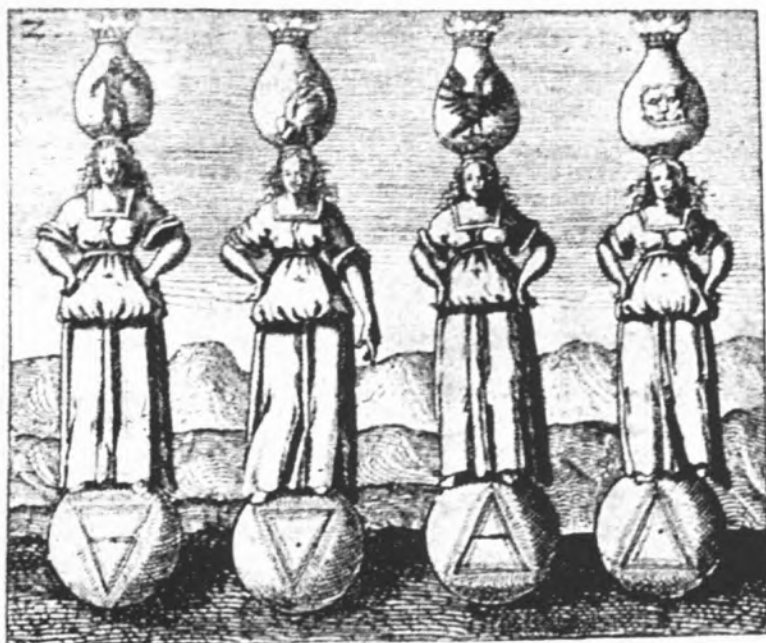


figura 7 Os quatro Estados do Processo Alquímico e os quatro elementos. In J. D. Mylius, *Philosophia Reformata*, Frankfurt, 1662.

novo ramo da Química pneumática, fazendo com que os compostos gasosos aumentassem a lista dos compostos conhecidos: "o ar tirado do espírito do sal", "o ar tirado do óleo de vitriol", "o ar alcalino", "o ar flogisticado", "o ar desflogisticado", "o ar inflamável".¹⁶ Para evitar a ambiguidade de alguns dos termos correntes, alguns autores começaram a utilizar longas frases descritivas quando falavam dos compostos. Na década de 1780, Antoine Laurent Lavoisier estabelece definitivamente a composição do ar atmosférico e a composição da água (pondo em causa a teoria dos quatro elementos) e argumenta para a necessidade de se fixar um nome para cada uma das novas substâncias. Até à reforma da nomenclatura, Lavoisier acaba por utilizar vários nomes para designar o oxigénio: "parte salubra do ar", "ar puro", "ar vital", "ar eminentemente respirável" e "princípio oxigénio".

Torbern Olof Bergman foi um dos primeiros químicos a defender a necessidade de uma sistematização da linguagem química. A reforma da nomenclatura na Botânica empreendida por Lineu, seu compatriota, parece ter influenciado a atitude de Bergman relativamente à linguagem química. Lineu tinha classificado as plantas de acordo com os seus elementos constituintes, abstraindo-se de considerações basea-

das na cor, nas propriedades medicinais ou no país de origem. Utilizou o latim uma nomenclatura binomial, com o nome do género a proceder o da espécie. Apenas em alguns casos deixou persistir nomes triviais que exprimiam uma propriedade das plantas ou cujo uso se tinha generalizado. O sistema foi aceite ainda durante a sua vida e trouxe grandes vantagens à Botânica. Muitas das alterações da nova nomenclatura química teriam como modelo as alterações de Lineu na classificação botânica.¹⁷

Seria, no entanto, a associação de Guyton de Morveau a Lavoisier, Claude-Louis Berthollet e Antoine François de Fourcroy que permitiria levar a cabo a reforma da nomenclatura química em 1787. O novo *Méthode de Nomenclature Chimique* então publicado apresenta pela primeira vez uma sistematização racional da linguagem química tendo como base a associação do nome das substâncias à sua composição e natureza química (nomenclatura binomial).¹⁸ É nas teses do abade de Condillac que Lavoisier e os seus colaboradores irão encontrar a justificação filosófica para a reforma da nomenclatura química. A sua obra *Lógica*, publicada em 1780, apresentava a teoria de que todo o raciocínio é algébrico em carácter e que o aperfeiçoamento da linguagem a partir

do modelo da álgebra resultaria no aperfeiçoamento do raciocínio. Condillac defendia, também, que as ideias estavam interligadas aos signos. Daí a importância da linguagem, não apenas como um veículo, mas como um fonte do pensamento (são as palavras que perpetuam os erros e os preconceitos; a língua não é apenas a expressão do pensamento, ela é também o instrumento da sua produção). Cada linguagem é considerada como sendo um método analítico e a análise é o método científico privilegiado. Condillac justifica também um corte radical com a tradição ao defender que a história nos afasta da natureza e da verdade e que se deve fazer tábua rasa do passado. Este corte vai de encontro aos propósitos revolucionários de Lavoisier, patentes na reforma da nomenclatura.

A substituição do simbologia alquímica pela racionalização da linguagem foi um dos passos decisivos para a emergência da química como ciência moderna no século XVIII. Entretanto, o legado da alquimia como arte tinha sido incorporado nas operações e conhecimentos práticos da nova química.

Notas

¹ As origens da alquimia estão envoltas em mistério. Os dados mais antigos da sua apa-

figura 8 A primeira chave de Basílio Valentim, s.d.



rição remontam ao Egípto e à Babilónia. Desenvolveu-se também na China (300 a.c.), na Índia e na Grécia (100 a.c. a 1000 d.c.). A alquimia árabe vai estabelecer-se no século VIII e desempenhar um papel fundamental na sua transmissão ao ocidente no século XII. Sobre as origens da alquimia ver B. Bensaude-Vincent e I. Stengers, *História da Química* (Lisboa: Instituto Piaget, 1996), Capítulos I e II; Serge Hutin, *L'Alchimie* (Paris: Presses Universitaires de France, 1951), Capítulo I; Victor Zalbidea (ed.), *Alquimia e Ocultismo* (Lisboa: Edições 70, 1980), pp. 9-10.

² Durante um longo período de tempo, o laboratório químico foi uma instituição estável mas não estática. O fogo e os fornos foram visual e operacionalmente predominantes até ao século XVIII (não devemos esquecer que no séculos XVII e XVIII a definição mais comum de Química considerava-a uma arte de separar as substâncias que entram na composição dos corpos e de reobter estes corpos a partir das mesmas substâncias, sendo o fogo considerado o agente mais poderoso das transformações químicas). Nos laboratórios alquímicos também já se efectuavam as operações de destilação, sublimação, calcinação e cristalização. A principal novidade nos laboratórios químicos dos finais do século XVIII está na utilização crescente de alguns instrumentos de precisão (balanças, termómetros, barómetros) e na utilização de bombas pneumáticas e outros instrumentos para recolha de gases (os gases passam a ter um estatuto químico que até aqui não tinham). Em relação a outros aspectos, os laboratórios praticamente não se diferenciavam dos de épocas anteriores. No entanto, o aspecto do laboratório modificar-se-ia gradualmente devido aos seguintes

acontecimentos: refinamento das operações, melhoramento de alguns instrumentos, introdução de novos reagentes e indicadores químicos, mudança nos objectivos das operações e nas concepções sobre a natureza das substâncias químicas. No século XIX e particularmente no século XX, os desenvolvimentos da ciência experimental tiveram como consequência o crescimento espectacular do número de instrumentos utilizados num laboratório químico. Assistiu-se a um aumento da sua normalização e grau de precisão. Passou a gastar-se cada vez mais dinheiro com o equipamento de um laboratório, o que teve como consequência a redução quase total do número de laboratórios privados. A prática experimental passou necessariamente a estar ligada a Instituições e a ser um empreendimento colectivo. O laboratório passou também a ser o local indispensável para o ensino e treino do cientista.

³ Para o endimento da alquimia como uma visão mística do mundo, ver Costa, A. M. Amorim da, *Alquimia, Um Discurso Religioso* (Lisboa: Vega, 1999).

⁴ Podemos considerar a existência de três tipos de alquimistas. Os primeiros seriam aqueles que apenas tinham como objectivo o enriquecimento pessoal e que muitas vezes enganavam os cidadãos com falsas receitas da Pedra Filosofal. Este tipo de alquimista (ou se quisermos pseudo-alquimista) foi motivo de sátira em alguma literatura da época, como na peça-poema de Ben Jonson, *The Alchemist* (1612). O segundo tipo de alquimistas englobava aqueles que procuravam um aperfeiçoamento pessoal através da meditação, da leitura e, por vezes, do trabalho laboratorial. Criticava-se, sobretudo, o carácter de secretismo da sua actividade e o hermetismo da sua linguagem. O terceiro

tipo são os denominados "assopradores", cuja actividade se restringe praticamente ao laboratório (a sua cultura literária é diminuta) e está mais próxima dos artesãos ou daqueles que manejam o ferro na forja. Muitos deles acreditavam na existência da Pedra Filosofal e procuravam-na durante toda a vida, acabando por morrer na miséria. Ver J. Read, J., *Through Alchemy to Chemistry* (New York: Harper & Row Publishers, 1963).

⁵ "Vejam ... o nosso Salvador ... que eternamente unificará no seu corpo todas as almas puras e limpas e afastará toda as impurezas por não serem mercedoras do seu Corpo divino. Assim e em comparação (mas primeiro pedindo licença às Igrejas Católica, Apostólicas e Romanas, para falar desta maneira...) eis aqui o nosso Elixir branco que de ora em diante unificará inseparavelmente nele toda a natureza Metálica pura, transformando-a na prata mais fina, rejeitando tudo o que seja impuro, estranho, Heterogéneo, ou de outra espécie.", citado em M. Crossland, *Historical Studies in the Language of Chemistry*, pp. 3-24. (New York: Dover Publications, 1962), p. 11.

⁶ Exemplos de alguns títulos de antigos tratados de alquimia onde está patente esta linguagem alegórica são: *De Occulta Philosophia* de H. C. Agrippa (1531); *Basilica Chymica* de O. Crolius (1609); *De interitu alchemiae* de G. D. Guieburtus (1614); *De secretis naturae* de R. Lull (1567) (Bolton, 1882).

⁷ Ver G. Debus, *Man and Nature in the Renaissance* (Cambridge: Cambridge University Press, 1978), Capítulo. 2.; C. Merchant, C., *The Death of Nature: Women, Ecology and the Scientific Revolution* (San Francisco: Harper Collins, 1983), Capítulo IV; J. Henry, "Magic an Science in the Sixteenth and Se-

venteenth Centuries.", in *Companion to the History of Modern Science*, R. C. Colby, G. N. Cantor, J. R. R. Christie e M. J. S. Hodge (eds.) (London and New York: Routledge, 1990), pp. 583-596.

⁸ G. Debus, G., *Man and Nature in the Renaissance* (Cambridge: Cambridge University Press, 1978), Capítulo II; e Costa, A. M. Amorim da, *Alquimia, Um Discurso Religioso* (Lisboa: Vega, 1999), pp. 65-81.

⁹ Citado em M. Crosland, *Historical Studies in the Language of Chemistry*, (New York: Dover Publications, 1962), p. 6.

¹⁰ Victor Zalbidea (ed.), *Alquimia e Ocultismo* (Lisboa: Edições 70, 1980), pp. 123-124.

¹¹ Basílio Valentim, segundo reza os seus escritos, foi um monge pertencente à Ordem Beneditina de S. Pedro de Erfurt e viveu nos princípios do século XV. No entanto, segundo alguns estudiosos, os manuscritos não podem ser anteriores ao século XVII. Victor Zalbidea (ed.), *Alquimia e Ocultismo* (Lisboa: Edições 70, 1980), p. 117.

¹² A máxima *lege, lege, relege, ora, labora*, popular entre os alquimistas traduzia a importância renovada da leitura e as dificuldades

inerentes à interpretação dos textos alquímicos.

¹³ Segundo Owen Hannaway, as origens da Química como uma disciplina distinta e passível de instrução, remontariam precisamente ao livro *Alchemia* de Andreas Libavius e que viria a ser um modelo para muitos dos tratados de Química posteriores. Este livro representaria a primeira síntese que pretendia integrar as técnicas e preparações da Química, apresentando-a como uma matéria digna de estudo devido ao seu valor intrínseco: "*Alchemia* is the first text which conceives of chemistry as an independent and integral discipline divorced from its applications and which seeks to organize the techniques and prescriptions of the subject in such a way that can be taught. As such, it is more than a late sixteenth-century encyclopedia of operations and recipes of the various chemical arts. It marks the appearance of a new scholarly discipline on the intellectual horizon - the discipline of chemistry." O. Hannaway, *The Chemists and the Word: the didactic origins of chemistry* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1975), p. 143.

¹⁴ M. Toxites, *Onomasticon* (Argentorati, 1574), p. 11-13.

¹⁵ R. Boyle, *The Sceptical Chymist or Chymico-physical Doubts and Paradoxes* (Oxford, 1680), pp. 200-1.

¹⁶ Os estudos de J. B. van Helmont, J. Mayow e S. Hales já tinham sugerido a existência de diferentes tipos de gases, mas não foram convincentes para os químicos da época. Ver A. J. Ihde, *The Development of Modern Chemistry* (New York: Dover Publications, 1984), Capítulo II.

¹⁷ T. Frangsmyr, "Linnaeus and the Classification Tradition in Sweden", in *The Structure of Knowledge: Classifications of Science and Learning Since the Renaissance* (Berkeley: University of California, 2001), pp. 77-92.

Sobre a reforma da nomenclatura química em 1787 ver A. M. Nunes dos Santos, "Nota de Apresentação" e "Prefácio" à edição facsimilada do *Méthode de Nomenclature Chimique* (Lisboa: Edição da Petrogal, s.a., 1991) e B. Bensaude-Vincent e I. Stengers, *História da Química* (Lisboa: Instituto Piaget, 1996), Capítulo XIV.



Equipamento de Laboratório
 Balanças - Centrífugas - Aparelhos de pH - Tituladores
 Condutímetros - Agitadores - Espectrofotómetros
 Microscópios - etc.

Vidros e Plásticos de Laboratório
 Distribuidores NORMAX

Material Didático
 Ensino Secundário e Superior
 Representantes exclusivos SISTEDUC - Sistemas Educativos S.A.

Rua Soeiro Pereira Gomes, 15 r/c Frente
 Bom Sucesso - 2615 Alverca
 Teles. (01) 957 04 20/1/2 - Fax (351-1-957 04 23) - Portugal

Olimpíadas de Química 2003

As "Olimpíadas de Química" estão de novo em marcha!

Este ano não há razão para não participar!!

E há muitas razões para não perder!!! *

* Lista de razões demasiado extensa para este espaço. Por favor ver

www.spq.pt

Paulo Ribeiro Claro
Departamento de Química
Universidade de Aveiro
P-3810-193 AVEIRO

e-mail: pclaro@dq.ua.pt

**Olimpíadas de
Química 2003**

Ficha de inscrição
(até 31 de Janeiro de 2003)



ESCOLA

Morada

CONTACTOS

Tel.:

FAX:

E-mail:

EQUIPA

Professor acompanhante:

Aluno:

Data Nasc.:

Aluno:

Data Nasc.:

Aluno:

Data Nasc.:

O esplendor das moléculas aromáticas

(John B. Birks, *Photophysics of Aromatic Molecules*, 1970)

M. N. BERBERAN E SANTOS¹

Nesta nova secção da Química serão apresentados livros que foram importantes, na investigação ou na docência. Os livros poderão ser obras acabadas de sair ou ter décadas de idade; o que se pretende é que o autor nos diga porque foi ou é o livro importante para ele.

O desafio foi lançado a alguns dos mais conhecidos quí-

micos portugueses: partilhem com os leitores da Química os vossos livros preferidos!

Gostaríamos, agora, de lançar o repto a todos os leitores da Química! Caros leitores, digam-nos quais os livros que gostariam de marcar! Aproveitem e façam publicidade grátis do vosso livro favorito!

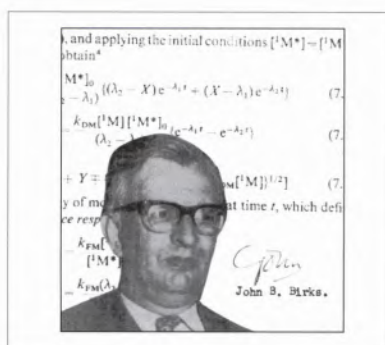


figura 1. John Betteley Birks (1920-1979)

1. Justificação de uma escolha

Infelizmente já não cheguei a conhecer John B. Birks (1920-1979), figura 1. Morreu, de forma trágica, no ano em que entrei no IST. Birks é um nome familiar para todos os fotoquímicos. Pela leitura de algum dos seus artigos, ou pelos seus livros de fotofísica [1-3], que continuam a ser obras de referência. Sobretudo o *Photophysics of Aromatic Molecules* (figura 2), o "Birks": - Isso está no Birks, o Birks define assim, etc. A influência de Birks faz-se ainda hoje sentir na actividade de investigação do Centro de Química-Física Molecular

(CQFM), razão pela qual decidi apresentar algumas reflexões e factos acerca de Birks e do seu livro [4].

2. Quem foi Birks

Birks era um físico molecular, tendo enveredado pela Fotoquímica a partir de estudos que efectuara sobre contadores de cintilação. Os contadores de cintilação são sistemas de detecção de partículas sub-atómicas rápidas, frequentemente constituídos por uma solução sólida ou líquida de uma substância aromática fluorescente num solvente também aromático. A interacção de uma partícula com o solvente produz uma excitação electrónica que é transferida para o soluto, sendo detectada sob a forma de fluorescência (cintilação) deste. Uma das aplicações mais recentes e espectaculares destes contadores é o gigantesco detector de neutrinos solares (e mesmo extra-solares, provenientes de supernovas) situado no interior de uma montanha em Itália [5], cujo cerne é constituído por uma esfera com um diâmetro de 8,5 metros, contendo 300 toneladas de solução de cintilador e

estando rodeada por 2200 fotomultiplicadores. Curiosamente, a obra que Birks escreveu sobre contadores de cintilação [6] é ainda hoje usada como livro de texto em vários países, num extraordinário caso de longevidade.

Doutorado pela Universidade de Glasgow em 1949, Birks foi professor da Universidade de Rhodes, na África do Sul (1951-53). Após uma igualmente breve passagem pela indústria, tornou-se docente do Departamento de Física da Universidade de Manchester em 1957, onde permaneceu durante o resto da sua carreira, tendo aí coordenado o Grupo de Física Molecular até 1975. Mesmo antes da entrada de Birks, o departamento tinha uma longa tradição em estudos de radiação e de espectroscopia, com nomes como Balfour Stewart e Arthur Schuster. Este último, físico notável, aceitou reformar-se aos cinquenta e seis anos, para que o seu sucessor fosse Ernest Rutherford, então com trinta e seis anos, e que foi professor em Manchester de 1907 a 1919.

*a marca dos livros (livros que marcam)

¹Centro de Química-Física Molecular, IST

figura 0. Fluorescência de soluções de moléculas aromáticas, atravessadas por um feixe horizontal de radiação verde (514 nm) proveniente do laser de argon ionizado do CQFM. O feixe incidente é visível no lado esquerdo da imagem, antes de ser reflectido em ângulo recto e ficar no plano da imagem, atravessando depois as células de quartzo que contêm as soluções. Em cada solução, observa-se principalmente a fluorescência da região excitada pelo feixe. A última célula contém uma suspensão de partículas de sílica, que apenas dispersam a radiação em todas as direcções, podendo ver-se de novo a cor verde do feixe laser.



3. Birks e a Fotofísica Molecular

Sendo físico, e ainda por cima de Manchester [7], Birks procurou demarcar-se da Fotoquímica, batendo-se pela designação "Fotofísica Molecular", embora o que se entende por Fotofísica Molecular possa ser também chamado Fotoquímica Física. É outro aspecto da antiga questão Física-Química (Chemical Physics) vs. Química-Física (Physical Chemistry). A verdade é que tanto se encontram investigadores desta área em departamentos de Física como em departamentos de Química (e para complicar as coisas, também em departamentos de Biofísica, Bioquímica, Materiais, Engenharia, etc), o que aliás a enriquece pela diversidade de contribuições, perspectivas e interesses. Na evolução sofrida pela "Fotofísica" desde o tempo de Birks pode ver-se muito precisamente o efeito destas diversas contribuições. As maiores diferenças provêm por um lado, dos progressos registados na instrumentação e na aquisição e tratamento de dados (lasers, detectores, computadores), permitindo muito maiores resoluções espacial e temporal, e maiores intensidades (vários efeitos não lineares, incluindo as espantosas explosões de Coulomb) e tendo-se também já atingido a sensibilidade máxima (estudo da molécula individual), e ainda de análises muito mais refinadas dos dados, trazendo novos desafios teóricos, e por outro lado, da maior variedade de objectos de estudo, cada vez mais complexos (dos polímeros às supermoléculas, e dos novos materiais a diversos sistemas biológicos).

4. O livro "Photophysics of Aromatic Molecules" (1970)

Poucos livros terão sido tão marcantes como o de Birks, ainda hoje útil e sem sucessor (anuncia-se um para 2004). São no entanto de referir pelo menos as seguintes obras pioneiras: de Pringsheim, *Fluorescence and Phosphorescence* (1949) [8], de Förster, *Fluoreszenz Organischer Verbindungen* (1951), e "o Parker", *Photoluminescence of Solutions* (1968). Destes três, o livro de Förster, sem edição em língua inglesa, não teve o impacto que merecia. Posteriormente a Birks, e mesmo em paralelo com ele, há um grande número de obras relevantes, mas mais especializadas, e que portanto não indicarei.

Uma medida da importância do livro de Birks são as citações que acumulou ao longo dos anos, apesar de muitas vezes não se citar o livro, mas a referência original que ele regista (esperando-se que tenha sido efectivamente consultada!). Segundo a base de dados do Institute for Scientific Information, são mais de três milhares. Deve dizer-se que é um livro que não se lê nem com prazer, nem de fio a pavio. Mas é um repositório extenso de informação sistematizada, que vai dos resumos teóricos a compilações exaustivas de dados experimentais, estando tudo isto sustentado numa notação idiossincrática mas coerente. Birks estruturou em boa medida o assunto de que trata, graças a uma memória prodigiosa e a uma excelente visão de conjunto.

O prefácio esclarece a origem e contexto do livro: a tentativa de compreensão dos fenómenos fotofísicos ocorridos nos

centiladores orgânicos usados em Física Nuclear, escrita por um físico experimental. Sobre os assuntos então controversos, Birks cita Leonardo da Vinci: *As experiências nunca falham. É o nosso julgamento que se engana a si próprio quando espera resultados que a experiência nega. Devemos continuar a experimentar, variando as circunstâncias, até chegarmos a regras fiáveis.*

A significativa evolução dos assuntos tratados no livro, ainda durante a sua escrita, obrigou à inclusão de um postscriptum. Não satisfeito com isto, Birks editou posteriormente dois grossos volumes com capítulos escritos por vários autores, *Organic Molecular Photophysics* [2,3] e em que de novo actualizava o seu livro em capítulo final do 2.º volume, publicado em 1975.

5. Birks e a Fotoquímica portuguesa

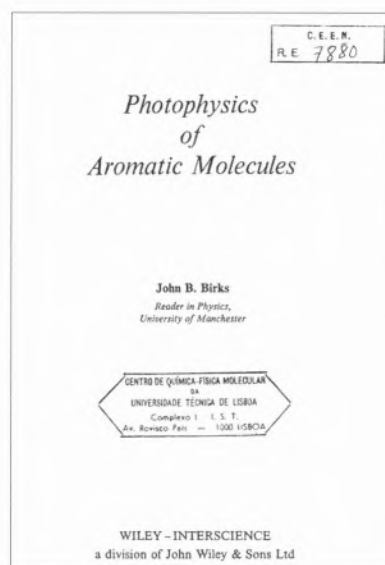
Há uma interessante ligação entre Birks e a ciência portuguesa, numa altura em que a actividade desta era embrionária e se começava timidamente a tentar acertar o passo com o mundo científico desenvolvido. Nas condições mais favoráveis, essa convergência demorará ainda algumas gerações a ser atingida, tempo necessário para o enraizamento da cultura e dos valores científicos.

Não me esqueço do meu desapontamento quando, ainda estudante de licenciatura, ao percorrer uma das obras de Partington, o já então vetusto mas monumental *Advanced Treatise on Physical Chemistry* (1949-54, em cinco grandes volumes) constatei que das mais de 60.000 obras citadas (são con-

Table 4.7 Scintillator solutes. Molecular structure

Abbreviation	Compound	Structure
TP	<i>p</i> -Terphenyl	
PPF	2,5-Diphenylfuran	
PFO	2,5-Diphenyloxazole	
α -NFO	2-(1-Naphthyl), 5-phenyl-oxazole	
BPO	2-(4-Biphenyl), 5-phenyl-oxazole	
BBO	2,5-Di-(4-Biphenyl)-oxazole	
PPD	2,5-Diphenyl-1,3,4-oxadiazole	
α -NPD	2-(1-Naphthyl), 5-phenyl-1,3,4-oxadiazole	
β -NPD	2-(2-Naphthyl), 5-phenyl-1,3,4-oxadiazole	
PBD	2-Phenyl, 5-(4-biphenyl)-1,3,4-oxadiazole	
BBD	2,5-Di-(4-Biphenyl), 1,3,4-oxadiazole	
α -NND	2,5-Di-(1-naphthyl)-1,3,4-oxadiazole	
β -NND	2,5-Di-(2-naphthyl)-1,3,4-oxadiazole	
POPOP	1,4-Bis-(2-(5-phenyloxazolyl))benzene	
Dimethyl POPOP	1,4-Bis-(2-(4-methyl-5-phenyloxazolyl))benzene	
BPSB	Bis-(isopropylstyryl)benzene	C_3H_7 -
BBOT	2,5-Bis-[5- <i>tert</i> -butylbenzoxazolyl (2)] thiophene	$(CH_3)_3C$ -
DPS	Diphenyl-stilbene	

figura 2. Frontispício do livro *Photophysics of Aromatic Molecules*, e tabela do mesmo livro com fórmulas estruturais de cintiladores orgânicos (há omissão das ligações duplas).



tas do autor), nem uma só era portuguesa [9].

Um dos poucos nomes portugueses que encontramos em equações de Química-Física é o de Andrade [10]. Edward Neville da Costa Andrade (1887-1971) foi contudo um distinto físico inglês, durante algum tempo colaborador de Rutherford, com quem estabeleceu a natureza da radiação gama (1914; o mesmo fora feito dois anos antes por von Laue com a radiação X). Tinha realmente ascendência portuguesa, mas mais remota do que a de um Velázquez, havendo-se o seu antepassado luso fixado em Inglaterra por altura das invasões francesas. Em 1961 realizou-se na Universidade de Manchester um importante simpósio evocativo da descoberta do núcleo atômico, aí realizada 50 anos antes por Rutherford. Bohr e Andrade, entre outros, foram oradores. O editor do livro de

actas [11] foi Birks, leitor (Reader) de Física em Manchester. Um dos seus grandes desgostos, ao que consta, foi o de não ter chegado a atingir a cátedra.

Embora a ciência não tenha pátria, como escreveu Pasteur, é uma satisfação encontrar no livro de Birks um punhado de referências a artigos com autores portugueses, todos estudantes de doutoramento em Inglaterra nos anos 60. Um dos primeiros foi João M. de Carvalho Conte (1938-1990), estudante do próprio Birks. Doutorado em 1966, com a tese "Inter and intramolecular energy transfer in organic systems", foi mais tarde fundador do grupo de Fotofísica do Centro de Química-Física Molecular (IST). Birks realizou investigação valiosa em vários domínios, incluindo transferência de energia electrónica e excimeros, assuntos que Conte desenvolveu na sua tese, e trouxe para Lisboa.

Estes temas continuam a ser estudados no CQFM, e em muitos outros laboratórios pelo mundo fora, dada a sua importância. Conte foi precedido por Carlos Lloyd Braga, também orientado por Birks, e doutorado em 1965 com a tese "A study of scintillators and photofluorescence properties of organic molecules". Lloyd Braga e Conte pertenciam ao Centro de Estudos de Química Nuclear de Lisboa (núcleo de Química-Física Molecular), situado no IST. Este Centro era parte da Comissão de Estudos de Energia Nuclear, entidade de âmbito nacional, criada em 1952 na dependência do Instituto de Alta Cultura [12]. As duas teses mencionadas, e publicações associadas (v. Quadro 1), foram dos primeiros trabalhos de investigação em Fotoquímica realizados por portugueses, embora se conheçam outros, muito anteriores, sobre fotografia ou utilizando fluorescência, por exemplo.

Quadro 1

Publicações de C. Lloyd Braga e de J. C. Conte com J. B. Birks

publicação	citações*
J.B. Birks, M.D. Lumb, C.L. Braga, Comparison of scintillation and photofluorescence spectra of organic solutions, <i>Brit. J. Appl. Phys.</i> 15 (1964) 399.	13
J.B. Birks, C.L. Braga, M.D. Lumb, Excimer fluorescence. VI. Benzene, toluene, p-xylene and mesitylene, <i>Proc. Roy. Soc. (London) A</i> 283 (1965) 83.	106
C.L. Braga, M.D. Lumb, J.B. Birks, Energy transfer and oxygen quenching in solutions of 2,5-diphenyl oxazole in benzene, toluene, p-xylene and mesitylene, <i>Trans. Faraday Soc.</i> 62 (1966) 1830.	17
J.B. Birks, J.M.C. Conte, G. Walker, The dual fluorescence spectra of biphenylene, <i>Phys. Lett.</i> 19 (1965) 125.	13
J.B. Birks, J.M.C. Conte, G. Walker, The influence of excimer formation on solvent-solute energy transfer in organic liquid scintillators, <i>IEEE Trans. Nucl. Sci.</i> NS 13 (1966) 148.	4
J.B. Birks, J.C. Conte, Excimer fluorescence XI. Solvent-solute energy transfer, <i>Proc. Roy. Soc. (London) A</i> 303 (1968) 85.	76
J.B. Birks, J.C. Conte, G. Walker, The fluorescence excitation spectra of aromatic liquids and solutions, <i>J. Phys. B</i> 1 (1968) 934.	21

*Base de dados do ISI

Em Abril de 1974 realizou-se em Lisboa, na Fundação Gulbenkian, uma conferência internacional sobre estados excitados de moléculas biológicas. O livro de actas [13] (figura 3), editado por Birks, foi o quarto (e último) da série iniciada em 1970 [1-3,13]. A ideia inicial de Birks era organizar uma conferência sobre Fotofísica Molecular, onde se fizesse o ponto da situação, e que "lançasse" ao mesmo tempo os fotofísicos e fotoquímicos portugueses. O grande número de conferências sobre Fotoquímica e Luminescência que já então se realizavam, bem como o apoio financeiro condicional da Fundação Gulbenkian, fizeram com que o congresso acabasse por ser centrado nas moléculas biológicas. A conferência iniciou-se a 18 de Abril, e terminou como previsto no dia

24 de Abril. Muitos participantes ainda se encontravam em Lisboa no dia seguinte, e testemunharam com curiosidade mas também apreensão a revolução, que acabou por ser tranquila e sem derramamento de sangue, como se sabe. Estando o aeroporto encerrado, vários participantes estrangeiros (incluindo o casal Birks) optaram compreensivelmente por sair do país sem demoras, atravessando a fronteira de comboio. Segundo me contou um dos intervenientes (A. Szabo) muitos anos depois, um grupo de norte-americanos respirou de alívio ao chegar a Espanha. E mais descansados ficaram, quando em Madrid entraram no avião que os levaria a casa. Mas este, em vez do voo directo previsto, fez escala em Lisboa, para grande susto de alguns, que se

viam de novo no meio da revolução, e temiam que o avião já não voltasse a descolar.

6. Um fim trágico

Em 1 de Março de 1979, Birks suicidou-se com um tiro de pistola. Culpava-se pela morte da mulher, ocorrida meses antes num desastre do automóvel que ele conduzia. Sobre os mortos, diziam os romanos, ou o elogio ou o silêncio. Será esta a explicação para a inexistência de uma notícia obituária apropriada? [14]. Birks tinha ao que parece um feito difícil, e as relações com os seus colegas, colaboradores e estudantes eram complicadas. A título de exemplo, referia Conte que Birks impunha quase sempre a ordem alfabética

This is the fourth book in the series to be devoted to the photophysics of organic molecules. In the present volume the experimental and theoretical methods developed in the study of simple aromatic molecules are extended to more complex biological molecules such as DNA, the proteins, the porphyrins and the retinols. Its contents provide a broad topical survey of this branch of biochemical physics.

This volume is dedicated to our Portuguese friends. On April 25 1974, the day after the Conference, some of us witnessed the quiet popular revolution by which they regained their freedom. Long may they continue to enjoy it.


J. B. BIRKS

figura 3. Parte final do prefácio do livro *Excited States of Biological Molecules*.

dos autores nas publicações, o que obviamente o favorecia. Excepção é um artigo de Aladekomo e Birks, que obedece à mesma regra. Contudo, também se conhecem dois artigos de Birks e Aladekomo! Uma possível explicação para essa preocupação encontra-se na dedicatória do primeiro livro de Birks [6b]: *This book is dedicated to "et al.", that great team of scientists, who in the interest of brevity, remain anonymous (except in the bibliography)*. Teriam estas linhas e atitude sido consequência de um trauma de início de carreira? Enfim, é questão hoje pouco relevante. Por vezes, a obra é maior do que o homem, e desvanece-se mais lentamente do que a sua memória.

Referências

- [1] J.B. Birks, *Photophysics of Aromatic Molecules*, Wiley-Interscience, London, 1970.
- [2] J.B. Birks ed., *Organic Molecular Photophysics*, vol. 1, Wiley-Interscience, London, 1973.
- [3] J.B. Birks ed., *Organic Molecular Photophysics*, vol. 2, Wiley-Interscience, London, 1975.
- [4] Outro dos meus "heróis científicos", Francis Perrin, é discutido em M.N. Berberan-Santos, Pioneering contributions of Jean and Francis Perrin to molecular luminescence, in *New Trends in Fluorescence Spectroscopy, Application to Chemical and Life Sciences*, B. Valeur and J.C. Brochon eds., Springer Verlag, Berlin, 2001.
- [5] <http://almime.mi.infn.it/>. Sobre cintiladores inorgânicos e respectivas aplicações ver M. J. Weber, *J. Lumin.* 100 (2002) 35.
- [6] (a) J.B. Birks, *The theory and practice of scintillation counting*, Pergamon, Oxford, 1964. (b) Escrevera previamente *Scintillation Counters*, Pergamon, London, 1953.
- [7] É de Rutherford a famosa frase: "A ciência divide-se em Física e filatelia." Em 1908 era professor em Manchester, quando a contragosto (imagina-se) recebeu o prémio Nobel de Química. Mas não se pense que este género de chalaças acaba na Física. Ascendendo mais um degrau numa pretensa hierarquia das ciências, resultante de uma incorrecta mas muito comum concepção do reducionismo, encontramos a afirmação do matemático Hilbert, segundo o qual "A Física é demasiado difícil para os físicos". Por sua vez os químicos, mais modestos, limitam-se a proclamar que a Química é a ciência central, relegando portanto as restantes ciências para a periferia. Finalmente a Fotoquímica, uma vez que se ocupa de moléculas em estados electrónicos de energia superior à do estado fundamental, é por alguns fotoquímicos considerada uma "Química de nível superior."
- [8] Com génese em livro anterior, Pringsheim, *Fluorescenz und Phosphorescenz im Lichte der neueren Atomtheorie*, com sucessivas edições em 1921, 1923 e 1928. Uma lista bastante completa de obras históricas sobre fluorescência é apresentada por B. Valeur no seu livro *Fluorescence. Principles and Applications*, Wiley-VCH, Weinheim, 2002.
- [9] O que não quer dizer que não haja autores portugueses citados. É pesquisa que está por fazer.
- [10] A equação semi-empírica de Andrade, de 1934, traduz de forma aproximada a dependência da viscosidade de um líquido com a temperatura. É interessante referir que Francis Crick (da dupla Crick-Watson, P. Nobel de Fisiologia ou Medicina em 1962) começou a sua actividade de investigação com Andrade, em 1938, estudando a viscosidade da água.
- [11] (a) J.B. Birks ed., *Proceedings of the Rutherford Jubilee International Conference*, Heywood, London, 1961. (b) J.B. Birks ed., *Rutherford at Manchester*, Heywood, London, 1962.
- [12] O importante papel da C.E.E.N. na evolução das ciências exactas portuguesas nos últimos 50 anos bem merecia um estudo aprofundado pelos nossos historiadores de ciência, e isto enquanto ainda há quem tenha vivido esses tempos!
- [13] J.B. Birks ed., *Excited States of Biological Molecules*, Wiley-Interscience, London, 1976.
- [14] A única que pude localizar foi U. Mazucato, EPA Newsletter 6 (1979) 15. Agradeço às Professoras Maria João Melo (UNL) e Teresa Gandolfi (U. Bolonha) a obtenção de uma cópia da mesma.



APCER Certificado de Conformidade
Certificator of Registration

NÚMERO/Number **96/CEP.410**

A Associação Portuguesa de Certificação (APCER)
The Portuguese Association for Certification (APCER)
certifica que o sistema da qualidade da
certifies that the quality system of

SOQUÍMICA - SOCIEDADE DE REPRESENTAÇÕES DE QUÍMICA, LDA.
Rua Coronel Santos Pedroso, 15
1500 - 207 LISBOA
PORTUGAL

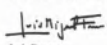
Implementado na comercialização, manutenção e calibração de equipamentos de laboratório, cumpre os requisitos da
implemented in the supply, servicing and calibration of laboratory equipments, meets the requirements of


NP EN ISO 9002:1995

Sistemas da Qualidade. Modelo de garantia da qualidade na produção, instalação e assistência após-venda.
Quality Systems. Model for quality assurance in production, installation and servicing

O presente certificado é emitido no âmbito do Sistema Português da Qualidade.
This certificate is issued within the Portuguese System for Quality

Data de emissão/Date of issue: 1999-06-18 Válido até/Valid until: 2002-06-17


Luís Fonseca
Director Geral/General Director



SOQUÍMICA
Sociedade de Representações de Química, Lda

R. Coronel Santos Pedroso 15 · 1500-207 Lisboa **Tel 21 716 5160 · Fax 21 716 5169**

R. 5 de Outubro 269 · 4100-175 Porto **Tel 22 609 3069 · Fax 22 600 0834**

E-mail: soquimica@mail.telepac.pt www.soquimica.pt

Soluções integrais ...

para a inovação
no laboratório

Soluções integrais para a inovação no lab



Planificação, integração
e instalação de
laboratórios

 **burdinola**



Prof. José Artur Martinho Simões

CONDUZIDA POR F. PINA E MARIA JOÃO MELO



Vimos encontrar o Professor José Artur Martinho Simões nas novas e excelentes instalações do Departamento de Química e Bioquímica da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Sendo o Zé Artur uma das pessoas que mais tem dado do seu saber, competência e habilidade à SPQ, e também um cientista de reconhecido mérito, dois em um só, temos o homem certo na ocasião certa. Os 90 anos da SPQ.

Em que fase da sua vida tomou consciência de que a sua vocação ia ser a Química?

Penso que foi no sexto ou sétimo ano do liceu (actual 10.º e 11.º): tive um bom professor de Química. Acho que aconteceu isso com quase toda a gente: uma pessoa tem um bom professor de Química e é motivada para aprofundar os seus conhecimentos.

A sua família teve alguma influência?

A família não tem a mínima tradição de ciência: é totalmente virada para as humanidades.

Uma vez que se licenciou em Engenharia Química no IST (Instituto Superior Técnico), porque razão foi fazer os preparatórios à Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, (FCUL) e não foi logo directamente para o IST?

Isso é uma história muito engraçada. O responsável foi um dos amigos do meu pai, uma pessoa bastante conhecida, na altura assistente de Química Geral do Técnico. Foi ele que aconselhou o meu pai, uma vez que o rapaziño gostava de Química, a que fosse antes para a Faculdade de Ciências, porque aí os preparatórios eram melhores e o embaite também não era tão forte como no Técnico. Daí eu ter ido para a Faculdade de Ciências. Foi por conselho de um assistente do Técnico na altura.

Os preparatórios eram mais fáceis na Faculdade de Ciências porque eram cientificamente mais bem dados?

Por exemplo, na matemática os professores da Faculdade de Ciências eram muito conhecidos; havia professores de facto muitíssimo bons na área da matemática como o Dias Agudo, o Guerreiro. Na Química não sei. Eu tenho a impressão que o ponto principal do conselho que ele deu ao meu pai, foi que na Faculdade de Ciências o ambiente era mais amistoso, mais amigável do que o do Técnico que talvez fosse mais competitivo, na altura. Digamos, o choque cultural quando se vai para a Faculdade era menor na Faculdade de Ciências do que no Técnico.

Estamos a falar de que ano?

Estamos a falar de 1970, 1969.

Em 1993 venceu um concurso público de Professor Catedrático na FCUL. Sente que se tratou de um regresso à casa?

Não foi um regresso à casa porque a minha casa sempre foi o Técnico, até 1993. A partir de 1993 passou a ser a Faculdade de Ciências. Eu hoje sinto-me totalmente em casa, aqui na Faculdade de Ciências, mas ainda sinto que, quando lá vou, o Técnico continua a ser uma das minhas duas casas.

Em Maio de 1975 em pleno “verão quente” iniciou os seus estudos de Termodinâmica de Compostos Organometálicos tendo como supervisores o Prof. Romão Dias e o Prof. Jorge Calado, duas figuras de referência da Química em Portugal. Não podia ter-se contentado com um só deles?

Eu não sei muito bem a história do meu convite. Na altura era monitor de Química-Física. Creio que através do Professor Carlos Castro soube que o Romão Dias andava à procura de alguém com o perfil adequado para começar a trabalhar num projecto, que envolvia termodinâmica. E não sei se foi o Carlos Castro se foi o Jorge Calado que recomendaram o meu nome. Na altura o Jorge Calado e o Romão Dias não eram as “vacas sagradas” que são hoje. Eu limitei-me a aceitar...risos.

Foi aluno de ambos?

Nunca fui aluno de licenciatura do Romão Dias; fui aluno de licenciatura do Jorge Calado (na disciplina de Termodi-

nâmica Química), mas o doutoramento era um projecto conjunto entre eles.

Voltando ao Verão quente de 1975, ano da sua formatura, quer contar-nos algumas das suas aventuras nesse período tão movimentado. Ao que sabemos esteve no Conselho Directivo do IST rodeado de “esquerdistas por todos os lados” ...

Eu nunca pertenci ao Conselho Directivo do IST, mas a história mais engraçada que recordo desse tempo data de quando o Conselho Directivo do Técnico foi literalmente tomado de assalto pelos POPS¹; os POPS eram mais esquerdistas que os esquerdistas...risos.

Quem eram os POPS...?

Os POPS eram um micro-partido, estalinista, formado no Técnico; eu acho que não existia em mais lado nenhum...risos. Mas no Técnico eles tomaram o poder. Acontece que alguns dos meus bons amigos, actualmente pessoas bastante conhecidas e cotadas no meio científico (e não só), eram POPS. Eles tomaram literalmente de assalto o Técnico e o Conselho Directivo. Lembro-me que um dia fui ao Conselho Directivo e onde havia, até então, um retrato do Alfredo Bensaúde (fundador do IST) encontrei um retrato do Estaline...risos; eu entrei lá, dei de caras com o Estaline e perguntei alto - quem é o filho da p... que está ali?...risos. Claro que só consegui fazer isso porque aqueles que estavam no Conselho Directivo, os tais POPS, eram meus amigos, porque senão tinha sido posto na rua. Alguns deles são Químicos hoje,...risos. Passaram-se coisas divertidíssimas. Por exemplo o papel que entreguei à tropa para adiamento por causa do doutoramento, foi um papel assinado por uma colega de curso a dizer mais ou menos assim: “Para os devidos efeitos, declara-se que fulano tal vai fazer doutoramento e tem direito a que seja adiado o início do seu serviço militar obrigatório. Mais se informa que não tem nota de curso, em cumprimento de uma decisão tomada numa reunião do Pavilhão de Química em tantos de tal”... risos. Era uma completa anarquia.

Ainda muito jovem pisou os tapetes do poder como chefe de gabinete do então Secretário de Estado do Ensino Superior, Prof. Romão Dias. Ao que parece essa experiência não teve continuidade. Será que ficou desiludido com política ou a Química foi ainda mais sedutora?

Quando o Romão Dias me convidou para ser chefe de gabinete dele, eu não fazia a mínima ideia daquilo que um chefe de gabinete era suposto fazer. Isto passa-se em 1982, no governo do Dr. Francisco Balsemão, sendo Ministro da Educação o Prof. Fraústo da Silva. Não sabia minimamente, como disse, o que me esperava, e tenho a impressão que o Romão Dias também não sabia o que o esperava. Portanto, tive uma experiência de três meses no Ministério da Educação. E porque é que tive uma experiência só de três meses? Antes de mais, porque não gostei, mas a razão principal até nem foi essa. A razão principal é que antes de ter sido convidado para ir para o Ministério juntamente com o Romão Dias, já tinha combinado um post-doutoramento nos Estados Unidos. Tinha acabado o doutoramento no Técnico em Janeiro de 1981, e durante 1981 combinei o post-doutoramento nos Estados Unidos para iniciar em Setembro 1982. O Governo entrou em funções, se não me falha a memória, em Janeiro ou Fevereiro, e tive que optar. Ou continuar aqui a ajudar o Romão Dias e o Fraústo ou ir-me embora para os Estados Unidos. A primeira hipótese significava dar um tiro na minha carreira académica, pelo menos aparentemente, porque uma pessoa que está naquele tipo de vida não tem tempo para ler artigos, nem para escrever artigos, nem para trabalhar no laboratório; são duas coisas completamente incompatíveis. Decidi que o melhor para mim era de facto continuar na carreira académica e portanto fui para os Estados Unidos. O que a longo prazo acho que foi bom; mas não estou arrependido de ter ido para o Ministério: aprendi bastante.

Então a Química sempre foi a mais sedutora?

Seguramente foi mais sedutora.

Mas não lhe ficou nenhum bichinho da Política?

Não, não. Há uma coisa que gosto. Ter a capacidade de decisão para mudar coisas. Gosto de fazer coisas bem feitas. E se tenho capacidade de melhorar a minha qualidade de vida e a qualidade de vida dos outros que estão à minha volta, e se para isso tenho de ter algum poder, eu gosto de o exercer. Dá-me gozo fazer isso. Mas durante um período muito limitado. Como chefe de gabinete não podia mudar coisíssima nenhuma. Aquilo não me deu gozo nenhum. Aliás nem o Romão Dias podia, nem o Fraústo podia. A única pessoa que podia mudar coisas neste País era o Ministro das Finanças. Não interessava muito e portanto fui para os Estados Unidos.

No início da sua carreira teve o apoio dos Professores Henry A. Skinner (Universidade de Manchester) e Manuel A. V. Ribeiro da Silva (Universidade do Porto). Como era a Termoquímica nesses já distantes anos, comparada com a que se faz actualmente.

Era completamente diferente. A Termoquímica nesses anos era essencialmente uma Termoquímica de solução. A técnica que então se usava era principalmente a calorimetria. As técnicas de fase gasosa eram nessa altura de muito pouca confiança; produziam resultados muito erráticos, nada fiáveis. Só na década de oitenta é que as coisas evoluíram espantosamente, com o início da aplicação de novas técnicas, muito mais fiáveis, ao estudo da energética de moléculas. Técnicas de fase gasosa, nomeadamente, e algumas técnicas de solução que envolviam aspectos mais sofisticados, como é o caso daquela que utilizo actualmente, a calorimetria fotoacústica.

Parte do seu trabalho de doutoramento foi a instalação de dois calorímetros de solução-reacção e uma célula de efusão de Knudsen. Foi difícil encontrar o financiamento e o conhecimento para essa tarefa?

Não, financiamento acho que não foi difícil. Aliás, eu nunca me preocupei com isso porque tive sempre a sorte de estar

num grupo onde não havia grandes problemas de financiamento. Em termos de “know-how” também não tive problema: não era uma técnica propriamente muito sofisticada, e os conhecimentos que precisava adquiri-los em Manchester e no Porto.

O seu post-doc foi feito no California Institute of Technology (Caltech) em Pasadena (EUA). É inevitável que lhe perguntemos qual a diferença nas condições de trabalho entre o Caltech e o CQE do IST onde trabalhava na altura. Trata-se de uma diferença quantitativa ou também qualitativa?

O mundo do Caltech é um mundo completamente diferente de todo o resto do mundo que eu conheci até hoje. E só quem lá esteve percebe as diferenças. Não é uma questão de financiamento, não é uma questão de condições, é uma questão de cultura. Só para dar uma imagem. No Departamento de Química do Caltech, quando eu lá estava e suponho que hoje ainda é assim, havia dois seminários todos os dias; um às quatro e outro às cinco da tarde. E estavam cheios. Os dois cheios. Os seminários eram dados normalmente por pessoas muito conhecidas no meio. Aqui em Portugal, por exemplo, se organizar um seminário por mês no Departamento, já tenho alguma dificuldade em ter 60 ou 70 pessoas.

Mas eram alunos que assistiam?

Alunos, professores. Os estudantes pós-graduados do Caltech, por exemplo, tinham uns seminários giríssimos, que organizavam acho que todas as semanas, às oito da noite; eram umas discussões abertas a toda a gente sobre o trabalho que estavam a desenvolver na altura. Seminários informais. A mesma história. Eram às oito da noite, estavam cheios. O entusiasmo pela actividade científica é completamente diferente. São ordens de grandeza acima do entusiasmo que aqui existe. Num sítio como o Caltech há um conjunto enorme de pessoas que vibra com a descoberta científica, que vive a produção de ciência de uma maneira como as pessoas aqui em Portugal vivem o futebol, por exemplo.

Mas não voltou lá?

Voltei para acabar de escrever um artigo, em 1989.

Mas não passou mais nenhuma licença sabática lá?

Não, porque eu gosto também de variar. Tive uma sabática no Canadá e noutros sítios. Mas acho que o Caltech é um sítio único. Eventualmente haverá sítios comparáveis mas, que eu conheça, é único.

O que é que nos falta então? Porque individualmente encontramos pessoas muito entusiasmadas e mobilizadas para fazer Ciência, há alguns meios neste momento, e no entanto não fazemos ainda aquilo que poderia ser feito. O que é que está a faltar à nossa Ciência e, à nossa Química em particular?

Não sei, sou levado a dizer que é genético. Não sei se é a organização da vida das pessoas que é diferente. As coisas aqui são mais difíceis. É uma sociedade diferente. Uma das regras do Caltech em termos de admissão de estudantes de doutoramento é que se uma pessoa se gradua no Caltech não pode ser estudante de post-graduação no Caltech. Isto significa, traduzindo para Português, que um licenciado na FCUL não poderia fazer doutoramento aqui. Isto estimula a mobilidade, tem imensos reflexos em toda a actividade científica. Nós aqui abusamos da falta de mobilidade. Como sabem, a Fundação para a Ciência e a Tecnologia concede bolsas de post-doutoramento a pessoas no mesmo grupo em que elas fizeram doutoramento. Isto é completamente disparatado. É garantir o imobilismo das pessoas.

Uma das licenças sabáticas passou-a no National Institute of Science and Technology (NIST, Gaithersburg, EUA) com o objectivo de construir uma base de dados termoquímicos de compostos organometálicos, hoje incluída no NIST2 Chemistry WebBook. Tratou-se de uma fase nova da sua carreira, a fase de escrever livros, um pouco mais tranquila, ou ainda labuta intensamente no dia a dia da aquisição dos

dados experimentais, que tem caracterizado a sua carreira?

Esse sabático nem sequer me deu um gozo particular. Deu-me gozo, não pela parte científica, mas porque estava num sítio muito bonito, fiz muita coisa. Mas foi uma rentabilização de trabalho. Durante a minha vida toda tinha construído no dia a dia, pelos artigos que lia, uma base de dados criticamente avaliada. Lia um artigo, olhava para aquilo, via o que está mal o que está bem, isto pode ser recalculado, e descobri muitas coisas engraçadas, interessantes e úteis para outros. E tinha isso em oito ou nove “brutos” dossiers, e pensei que era uma estupidez essa informação não ser disponibilizado a outras pessoas. Já não sei bem como é que foi a história, mas recordo que a Directora do grupo do NIST relacionada com este tema me convidou para lá passar um ano a construir a base de dados. E eu fui. Não fiz nenhum trabalho novo lá; rentabilizei o trabalho que tinha feito em mais de dez anos da minha carreira. Em termos científicos aquilo não me deu gozo nenhum. Mas não estou arrependido.

A política de editorial de revistas de química de topo como a *Angewandte Chemie* ou o *JACS*³ privilegiam temas criativos e inovadores. Não haverá o perigo de perdermos a outra face da Ciência que é o acumular (crítico) de dados e a construção de tabelas sem as quais não se pode aprofundar muitos dos temas científicos?

As duas coisas são importantes, mas devo dizer que coleccionar dados não me dá gozo nenhum. E acho que é possível fazer Termoquímica que seja simultaneamente excitante, e que tenha impacto. Não me quero gabar, mas o trabalho que nós estamos agora aqui a fazer, na Faculdade, é um trabalho de energética de moléculas e, no entanto, parte dele tem sido publicado no *JACS*. E agora mesmo, hoje, estou a trabalhar num artigo que vou submeter ao *JACS*. Se vou submeter aí um artigo de Termoquímica é porque o considero suficientemente excitante para não ser uma mera colecção de dados. A grande diferença entre as duas situações é que, no primeiro caso, uma pessoa quer respon-

der a uma determinada pergunta, mas para isso precisa de determinados valores. Enquanto que, no outro caso, a pessoa não quer responder directamente a nenhuma pergunta, mas está a colecção valores pelo gozo de colecção (e também porque o aumento da colecção pode conduzir a conclusões relevantes). Basicamente a diferença é essa. Uma pessoa vai ler um artigo publicado no *Journal of Chemical Thermodynamics*, que é uma revista respeitadíssima na área da Termodinâmica, e não vai encontrar nada de excitante. Vai encontrar concerteza algo de sólido, que pode utilizar com confiança. Ou seja, esse artigo não foi escrito para responder a nenhuma pergunta que os autores tivessem posto a eles próprios, em princípio. Ao passo que uma pessoa pega no *J. Phys. Chem.*⁴, ou no *JACS*, ou na *Angewandte* e quando começa a ler um artigo vê que aquilo foi feito para responder a uma pergunta e seguramente uma pergunta importante, senão não estaria ali. Essa é a grande diferença. Eu valorizo os dois tipos de trabalho, sem dúvida nenhuma, agora acho muito mais piada ao segundo, como é evidente.

Fazendo uma análise da sua actividade científica, e apesar de só agora estar a festejar o seu meio século de vida, e ser muito cedo para balanço, podemos concluir que embora havendo um traço comum, o Prof. Martinho Simões tocou muitos instrumentos. Foi deliberado ou uma consequência inevitável da sua actividade científica?

Presumo que se refere a instrumentos científicos... porque gosto de variar, ...riscos; e porque achei um bocado monótono, por exemplo, só trabalhar em calorimetria de reacção, ou em técnicas tradicionais de calorimetria. Por isso é que fiz um post-doc na área que fiz (espectrometria de massa), e um sabático no Canadá, numa outra técnica diferente; e por isso é que me meti, já mais velho, na química computacional em colaboração com o Benedito Cabral, aqui da FCUL, e, antes dele, com a Maria José Calhorda. Sempre gostei de ter uma visão um bocado abrangente

das coisas e não estar muito focado num assunto.

Tem sido um dos grandes impulsionadores da Sociedade Portuguesa de Química, onde foi Secretário Geral (1991-1994) e Presidente (1998-2000). Em seu entender para que serve uma sociedade como a nossa?

Serve para melhorar a nossa qualidade de vida. A Sociedade Portuguesa de Química tem o dever, entre outras coisas, de promover a investigação em Química, o ensino da Química com qualidade, de divulgar a Química pela população em geral, e de garantir uma boa aplicação da Química. Acho que a SPQ tem dado passos excelentes nos últimos anos. Quando peguei na SPQ ela estava numa fase muito fraca, aliás financeiramente estava de rastos, e foi possível, com a ajuda de muita gente, dar a volta por cima. Tenho imenso orgulho no trabalho que lá fiz, e acho que hoje a SPQ é capaz de ser a sociedade científica mais dinâmica e mais activa do País.

A Química está a ser preterida em relação à Física à Matemática, e à Biologia,... para dar um exemplo o Pavilhão do Conhecimento, vende os boletins das Sociedades de Física e de Matemática, mas os nossos esforços para também vender este boletim não tiveram sucesso. Não acontece nada como resposta aos nossos pedidos. E nas Conferências da Gulbenkian raramente se fala em Química e quando se fala é para chamar a Química de suja...

Acho que os Químicos têm menos disponibilidade para fazer esse tipo de coisas... e, normalmente, são mais modestos. No entanto, a Química é uma ciência tão central, tão central, que está a ser roubada, entre aspas, por outras ciências. Por exemplo, a Biologia é cada vez mais Química, cada vez mais molecular.

Este ano dois dos prémios Nobel da Medicina eram Químicos...

O Watson e o Crick (dupla hélice do ADN) são prémios Nobel da Medicina, não são da Química.

Então a Química vai desaparecer?

Não, acho que não, acho que a Química não desaparece. Os Químicos vão continuar a ser muito importantes. Agora a imagem da Química vai ficar um bocadinho à sombra da imagem de áreas que dizem muito mais à opinião pública. A Medicina, por exemplo, diz muito mais à opinião pública do que a Química.

Mas isso pode ter consequências nomeadamente ao nível da formação, deixa de haver Químicos para poderem formar em Química?

Vai ter. Está a ter. Mas não desaparece, porque o mercado é regulador destas coisas. Dou um exemplo. Recentemente fui a uma reunião da FECS, em representação do CERC3. Explico primeiro o que é o CERC3 (ver *Química* 2000, n.º 79, pg. 4). O CERC3 é um organismo que reúne os presidentes dos "colégios" de Química das agências financiadoras dos países da União Europeia. Cada país têm a sua "Fundação para a Ciência e a Tecnologia", e cada FCT tem o seu representante da Química. Eu represento a FCT no CERC3. Este ano, como sou chairman do CERC3, represento por sua vez o CERC3 noutras organizações europeias. Desculpem demorar tanto tempo com uma coisa tão simples, mas tinha de explicar. Houve uma reunião da FECS onde uma pessoa da Sociedade Química Alemã disse claramente, e demonstrou com dados, que havia falta de doutorados em Química para satisfazer, neste momento, as necessidades da indústria Química Alemã e da Europa Central. Por outro lado, verifica-se que, na Alemanha, a procura de cursos de Química já está a aumentar. Assim, o mercado acaba por regular o assunto. Mas é um facto que a Química hoje está obscurecida, por causa da Biologia, que é a ciência do século XXI, mas a Biologia é cada vez mais Química.

São as Ciências Moleculares...

...Exactamente Ciências Moleculares.

Naturalmente teremos de mudar de nome, mas é uma pena porque Química é um nome bonito...

É verdade.

Disse há pouco que um dos nossos problemas era genético, mas por certo tem reflectido sobre a gestão de uma estrutura universitária. Poderá sugerir alterações à estrutura de um Departamento de Química que permita uma maior produtividade mantendo ou mesmo melhorando a qualidade do ensino?

Como dizia um amigo nosso, nós temos todos uma energia disponível e temos que gerir o gasto dessa energia de uma forma racional. Qual é o objectivo aqui? O objectivo aqui é produzir boa Ciência e ensinar bem boa Ciência. São os dois grandes objectivos.

O que está a ser difícil?

É difícil conseguir porque, essencialmente, nós não gerimos bem nem uma nem outra. Somos financiados para fazer investigação, mas o nosso salário vem da parte pedagógica. A estrutura pedagógica das nossas licenciaturas, da nossa estrutura de ensino, não é a mais conveniente. Há cadeiras onde se ensina a mesma coisa em duas alturas diferentes, com níveis de profundidade idênticos; há licenciaturas a mais; há uma desorganização pedagógica nas nossas universidades que acho que pode ser substancialmente melhorada. Talvez a convenção de Bolonha nos obrigue a repensar as coisas e a melhorar a estrutura. Há uma estrutura desarmada, que reflecte a sociedade portuguesa.

Mas disse-nos, logo no início, que gostava de estar em sítios de poder onde pudesse fazer alguma coisa, actualmente como coordenador aqui do Centro de Química e Bioquímica, o que pode fazer? Muitas vezes é a própria estrutura que impede que as pessoas sejam melhor aproveitadas. O que é que está aqui que não deixa que as coisas funcionem em pleno?

Uma coisa que eu não gosto é a dicotomia entre Departamento e Centro de Investigação. Eu nunca gostei disso. Um Departamento deveria coincidir com um Centro de Investigação. Aliás é um bocado o exemplo daquilo que existe no vosso Departamento (FCT-UNL), que é dos poucos, pelo menos tanto quanto

eu saiba, em que há uma coincidência entre o Departamento e o Centro. Eu não sei se a vossa experiência é positiva, mas na minha maneira de ver, um Departamento ser só qualquer coisa para o ensino e um Centro ser qualquer coisa para a investigação traduz-se numa multiplicação de órgãos de gestão e de montes de outras coisas, o que é errado. Um sistema americano ou inglês já provou ser suficientemente bom para nós não precisarmos de um sistema de Centros a funcionar ao lado dos Departamentos. Eu percebo perfeitamente o que é que está por detrás da decisão de fazer Centros separados dos Departamentos. Mas hoje já evoluímos e talvez seja possível voltar à simplificação do sistema.

Depois temos a maneira como se tomam decisões. Vamos pensar num caso crítico, que afecta a boa disposição das nossas universidades: a escolha de pessoas em júris de concursos. Muitos membros de júris têm um critério "zig-zagueante" na escolha de candidatas, o que às vezes conduz a péssimas escolhas para um Departamento...

Não há regras...

...de tal maneira que eu acho que às vezes é preferível a decisão ser tomada por um presidente de Departamento.

Assumidamente?

Assumidamente. É claro que quem decide faz perguntas aos colegas, informa-se, entrevista os candidatos, etc.. Não decide sozinho, mas a decisão final é dele. E assume a responsabilidade. Esse Departamento vai ser financiado pela qualidade do trabalho que produzir, quer a nível pedagógico quer a nível científico. Se produzir mau trabalho é penalizado, tem menos financiamento. Se produzir bom trabalho, é mais financiado. Se esse presidente de Departamento escolher pessoas más, evidentemente que vai prejudicar o financiamento do Departamento a médio prazo; este é um sistema que se auto-regula. O sistema actual é completamente ridículo. As pessoas são escolhidas muitas vezes sem critério. É difícil para um Departamento definir uma estratégia. Nós temos que contor-

nar imensos obstáculos para fazer alguma coisa boa.

Isso implica uma transformação das relações de poder dentro dos Departamentos, porque o poder é muito diluído. Estamos em tempo de rever as estruturas de poder dentro da Universidade?

Completamente. Porque é que o Reitor, por exemplo, não é uma pessoa que vem de fora? Ou o presidente do Departamento? A gestão universitária tem de ser feita a um nível muito mais empresarial do que é hoje. Isso não implica um conceito economicista da Universidade, mas sim um conceito de eficiência.

Qual é para si a importância de ensinar? Um Professor Catedrático, como é o seu caso, deverá dedicar-se a ensinar estudantes de pós-graduação ou, pelo contrário, deverá ser responsável pelas primeiríssimas cadeiras de uma licenciatura?

Pelas primeiríssimas cadeiras. Não terá de ser necessariamente um professor catedrático, mas uma pessoa que tenha capacidade de comunicação; poderá ser um professor auxiliar, poderá ser um assistente.

Falou-se em Professor Catedrático no sentido de ser uma pessoa com muita experiência.

Não, a experiência não dá capacidade de comunicação. Isso é um dos barretes que costumam enfiar, que as cadeiras do primeiro ano têm de ser dadas por pessoas com muita experiência. É necessário é que sejam pessoas com capacidade de comunicação. Conheçemos professores catedráticos que têm uma experiência muito maior do que a nossa e, por amor de Deus, quando dão aulas ao primeiro ano é para afastar os alunos todos! E conheço professores auxiliares ou mesmo pessoas mais novas com uma capacidade de comunicação espantosa. E esses é que devem dar aulas ao primeiro ano, aos alunos mais novos. Acho que é fundamental.

E então qual é para si a importância do ensinar?

Ensinar dá-me imenso gozo porque acredito que consigo motivar algumas pessoas a pensar em ciência.

Conseguiu algo de muito importante para a investigação científica de um País, formar uma escola científica. Foi uma estratégia deliberada ou uma consequência da sua actividade científica?

Consequência das pessoas que trabalharam comigo. Acho que tive imensa sorte. Não sou nem melhor nem pior que muitas pessoas, tive foi imensa sorte: em ter sido convidado pelo Romão Dias e pelo Jorge Calado, em ter um conjunto de estudantes de doutoramento que trabalharam imenso e bem, em ter ido para os sítios para onde fui (o Caltech, o National Research Council, no Canadá); depois, tive sorte em ter vindo para a Faculdade de Ciências, entrando por cima, porque tive capacidade de mudar um conjunto de coisas. Essencialmente, atribuo o meu fraco sucesso à sorte e ao trabalho.

O seu grupo de energética molecular, que faz parte do Centro de Química e Bioquímica, onde conduz a sua investigação é um grupo pequeno, três membros um dos quais associado; por outro lado orienta quatro ou cinco doutoramentos...

eu explico...

...Um grupo de investigação pequeno para ter uma elevada eficiência? Um modelo escolhido por si, ou uma consequência das circunstâncias?

Tenho neste momento um colaborador do meu grupo que é professor na Universidade do Algarve, que é o Rui Borges dos Santos, mas que não pertence ao Centro (é um colaborador externo), e tenho dois estudantes de doutoramento a trabalhar em calorimetria fotoacústica, a Catarina Correia e a Solange Muralha. E depois, lembram-se que há bocadinho vos falei do meu interesse pela Química Computacional? Aqui há uns tempos comecei a colaborar com o Professor Benedito Cabral, o que conduziu a termos atraído três estudantes de doutoramento. Portanto, tenho mais três meios estudantes de doutoramento

em que as outras metades são do Professor Benedito Cabral. Nós interaguiamos imenso e a colaboração tem funcionado lindamente.

Então a pequena dimensão do grupo...

Ah! A pequena dimensão é uma opção; num grupo muito grande deixo de acompanhar as pessoas - o que gosto muito de fazer. Por outro lado, neste momento eu não tenho muita pressão para publicar. Prefiro publicar um artigo por ano no JACS ou num sítio desses, do que publicar cinquenta numa revista mais obscura.

E os estudantes de doutoramento são escolhidos? Quais são as características que procura neles para levar a bom porto o doutoramento?

Cada vez mais há menos estudantes de doutoramento e, principalmente, há cada vez menos estudantes de doutoramento com capacidade de ter bolsa; capacidade de ter bolsa significa uma pessoa licenciada com média de dezasseis ou superior. Não é fácil arranjar estudantes de doutoramento.

Mas escolhe os estudantes...

Eu ia dizer que nunca convidei ninguém; convidar, convidar, acho que não. As pessoas é que têm de manifestar interesse em vir trabalhar comigo.

E o que é importante para essa tarefa exigente?

É uma tarefa exigente, sim; ...as características dos meus estudantes de doutoramento têm variado tanto, tanto...

Não há nada comum...

Há, claro que há coisas comuns, mas cada um tem a sua particularidade. Há uns que têm uma capacidade de trabalho brutal, outros têm uma criatividade muito maior, outros têm um entusiasmo muito grande, outros têm um entusiasmo menor mas compensam isso de alguma maneira. Cada caso é um caso; não sei...

Mas já falou aí em três coisas: criatividade, capacidade de trabalho, entusiasmo.

São três qualidades importantes.

Qual a sua opinião sobre a estratégia levada a cabo nos últimos anos de incremento de investigação científica através do incremento de bolsas de doutoramento? Pensa que isso é suficiente para termos investigação de qualidade no País? e necessário?

Nós temos que continuar a investir.

Mas é suficiente para aumentar o incremento da nossa investigação

Não sei se é suficiente, mas é essencial. É essencial por uma razão muito simples. Como disse o meu grande amigo e presidente da Sociedade Portuguesa de Química, Prof. José Ferreira Gomes (e chamou a atenção para esse facto ainda bem há pouco tempo, numa sessão pública), nós neste momento não temos a massa crítica de doutorados suficiente para convencer uma multinacional a vir para Portugal e fazer um laboratório de investigação, como acontece, por exemplo, na Irlanda.

E no entanto muitos doutorados não têm trabalho...

Não têm.

É também um investimento enorme do País.

Mas eu não estava a olhar neste momento só para Portugal. Para começar há as chamadas universidades privadas, que não são universidades coisa nenhuma, são umas escolas privadas que se chamam universidades. Não são universidades porque não têm actividade de investigação, a não ser, eventualmente, a Católica. Essas ditas universidades deviam (algumas já o fazem), contratar pessoas doutoradas. Os Politécnicos também. E estamos na Europa, não temos de pensar só em Portugal. Na Europa há falta de doutorados em Química, nomeadamente, como eu disse à bocadinha, na Europa Central. Eu digo aos meus alunos de doutoramento, aos alunos de doutoramento do Departamento de Química e Bioquímica, e aos alunos de licenciatura, "Vocês não pensem só em Portugal. Nós estamos num espaço Europeu. Embora possam não arranjar colocação em Portugal, vocês têm de procurar no resto da Europa." As pessoas têm de ser muito

mais móveis, isso é inevitável. Está certo continuar a apostar nas bolsas de doutoramento, mas pensando em termos da Europa, por exemplo. Não só em termos de Portugal.

Mas no fundo é economicamente viável estarmos a formar doutorados para depois exportarmos para o estrangeiro?

Tenho pertencido aos painéis de avaliação das bolsas da FCT e há tempos surgiu uma situação engraçada. Não vou dizer nomes e portanto posso referir aqui. Foi uma senhora alemã que se doutorou em Portugal e queria ir fazer um post-doc para os Estados Unidos. Concorreu a uma bolsa da FCT e ganhou!

Mesmo de nacionalidade alemã?

Exactamente. Era residente em Portugal. A pergunta faz todo o sentido, só que as regras agora são outras.

Vale a pena investigar em Portugal, vale a pena o nosso País investir nas Universidades, no ensino em geral, na investigação?

A investigação é cultura, no mínimo. Mas em Portugal tudo o que é investigação científica não é cultura. Mais uma vez volto ao princípio, não sei se isto também é genético. Há um desinteresse dos media por tudo o que é Ciência; vejo na Inglaterra, vejo na Alemanha, vejo nos Estados Unidos, a atitude das pessoas perante a Ciência é completamente diferente daquela que existe em Portugal.

Quando diz que é genético, sabe como cientista que não poderá ser...

Quero dizer que não sei a explicação, que não tenho nenhuma explicação racional.

Os próprios cientistas não serão os culpados disso porque não sabem passar a mensagem das suas actividades de uma maneira que seja entendida pelo grande público?

Eu acho que a Ciência séria não pode ser entendida pelo grande público. A linguagem da ciência é a matemática. Aprender ciência custa. Custa imenso.

Adquirir cultura científica é um esforço. Não é tão acessível como parte da cultura humanística. É preciso um esforço maior, acho eu. Por causa da linguagem. A matemática é muito menos acessível que o Português ou o Inglês, o Alemão ou o Latim.

Mas houve uma altura em que fazer esse esforço era algo que tinha mérito. O problema é que presentemente só vale a pena fazer esforço quando se é atleta. Porque é importante ser atleta e não é importante ser cientista?

Um atleta é uma pessoa cuja actividade é chamativa do ponto de vista dos media.

Porque se percebe?

Porque se percebe sem esforço... risos. O que vou dizer não é novo, há montes de pessoas que já disseram isto, nomeadamente o actual Ministro da Educação. Durante anos e anos o Ministério da Educação em Portugal, e nomeadamente o do governo do PS, fez a apologia da cultura do facilitismo. Não tenho problemas nenhuns em dizer que as Ciências da Educação lixaram, e a palavra é essa, lixaram completamente o ensino em Portugal e em outros países. São uma praga que urge estirpar. O mais rapidamente possível. E pela primeira vez eu vejo um discurso deste Ministro da Educação nesse sentido, no sentido correcto. Vamos lá ver se tem força para fazer isso ou não. A cultura do facilitismo é gravíssima em Ciência. Nunca me esqueço do Jorge Calado dizer que há um gozo tremendo em uma pessoa ultrapassar uma dificuldade; e dá muito mais gozo ultrapassar uma grande dificuldade, que ultrapassar uma pequena dificuldade. E é esse tipo de gozo que se perdeu completamente no nosso ensino.

E em particular a Química. A Química tem esta imagem terrível. Encontre-me alguns argumentos que justifiquem ser a Química importante para a sociedade.

Pff!...Basta olhar em volta. A nossa sociedade baseia-se na Química. A gente olha à volta e é tudo feito de moléculas. Quem construiu essas moléculas? A

nossa qualidade de vida do Séc. XXI baseia-se esmagadoramente na Química. Para o ver basta ir à farmácia, basta comprar um automóvel, basta ir ao supermercado. O nosso modo de viver baseia-se na Química. É evidente que a nossa sociedade, da maneira que está construída, tem vantagens e inconvenientes. Se uma pessoa usa o automóvel para se deslocar 5 quilómetros, quando poderia ir a pé, ou de eléctrico, ou de autocarro, evidentemente que está a contribuir para degradar o ambiente. Ninguém quer regressar à idade das cavernas, mas é preciso enfrentar os problemas criados pela nossa maneira de viver. Se eu disse bem de um ministro do actual Governo agora vou dizer mal da atitude de outro, em relação à co-incineração. Não estou suficientemente informado para ser pró ou contra a co-incineração. No entanto, acredito na opinião idónea de um cientista que fez o trabalho de casa (o Prof. Formosinho Sanches) e que apresenta argumentos científicos a favor de uma determinada solução. Do outro lado há um Ministro, acho que é o Ministro das Cidades, que diz que os testes não interessam porque a decisão está tomada: a co-incineração não vai adiante. Este tipo de decisões evidentemente não contribui nada para melhorar a imagem da Química e dos Químicos...risos... e dos cientistas em geral. É uma atitude completamente anti-científica e estúpida.

Em Itália, de acordo com o pedido pela CE, já surgiram as primeiras licenciaturas científicas em 3 anos, a que chamaram de licenciatura breve; em Portugal o debate está longe de ter sido efectuado. Qual a sua opinião sobre este assunto? As licenciaturas em engenharia e ciência em 5 anos são um tempo excessivo para uma formação superior?

Neste momento, na FCUL esse problema está a ser posto. E há cerca de 15 dias, o presidente do Conselho Directivo e Científico da nossa Faculdade, que é um Físico (os físicos estão muito disponíveis para estas coisas)...risos..., o Prof. Augusto Barroso, nomeou uma comissão de quatro pessoas para estudar o problema e fazer uma proposta. Deste

grupo fazem parte um Químico, que sou eu, a Margarida Gama, do Departamento de Física, o Nuno Guimarães que é informático e também veio do Técnico, e a Maria João Colares Pereira, que é bióloga.

São Professores catedráticos?

São Professores Catedráticos e por acaso são Presidentes de Departamento; mas estamos lá a título pessoal. Já temos um documento quase pronto, que vai ser uma proposta a apresentar à Faculdade para ser discutida e para ser implementada o mais rapidamente possível. Qual é a nossa visão sobre o problema? São 3 anos. Definimos nove áreas major aqui na Faculdade, Química, Bioquímica, Biologia, Geologia, Física, Matemática, Estatística e Informática. Um aluno escolhe uma área major e passa três anos a estudar não só essa área major, mas também áreas minor. Uma pessoa que entra para Química tem de estudar Matemática, Física, Biologia e, porque não, Geologia e outras áreas das humanidades, por exemplo.

Esse alunos fica licenciado?

Não, não fica licenciado. Isso equivale a um bacharelato.

Os italianos chamam licenciatura breve...

Não inventámos ainda nome para isso. Ao fim deste três anos o que é que as pessoas podem fazer? Podem ir para outra universidade, ou podem fazer um quarto ano. Nesse quarto ano o que é que se faz? Faz-se uma entre várias coisas: uma delas é passar esse quarto ano a aprofundar a área científica major. Mas pode ser também para estudar outras áreas. Imaginem que uma pessoa fez um major em Química e quer ir dar

aulas para o ensino secundário. Nesse quarto ano essa pessoa, por exemplo, pode ir obter a formação complementar que vai precisar para ir dar aulas no secundário, por exemplo na Física. Ou então pode aproveitar esse quarto ano como um primeiro ano de uma formação profissionalizante. Vocês na Universidade Nova têm Engenharia do Ambiente desde o princípio. Devo dizer que não gosto disso. Gosto imenso de áreas multidisciplinares como Ambiente ou Biotecnologia. Mas acho que fazem sentido quando uma pessoa domina muito bem uma área major. Ou seja, um Engenheiro do Ambiente para mim é um sujeito que vem ou da Química ou da Biologia ou da Geologia ou da Matemática e estuda uma formação complementar nas outras áreas. Uma pessoa que, desde o princípio tenha um percurso de ambiente é uma pessoa que não sabe nem Química, nem Física, nem Geologia, nem Biologia. Nós aqui queremos evitar isso. Finalmente, o quinto ano é a formação complementar para uma licenciatura profissionalizante. Isto aplica-se a uma Engenharia como o Ambiente, aplica-se a professores do ensino secundário (porque como sabem eles têm de ter um estágio nas escolas); o quinto ano, essencialmente, é um estágio. A terceira hipótese do quinto ano é, na nossa visão, o primeiro ano de um curso de pós-graduação.

A perseverância de uma vida científica dedicada ao estudo da energia das moléculas a que se deve?

Deve-se antes de tudo à pergunta que me foi posta no meu doutoramento, que achei interessante e que fui desenvolvendo ao longo da vida.

Mas variou tanto?

os estudos secundários no colégio S. João de Brito e no Liceu Nacional de Oeiras, tendo ingressado nos preparatórios de Engenharia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa em 1969. Concluiu a Licenciatura em En-

Variei imenso, mas a pergunta essencial mantêm-se. Sempre foi uma coisa que me fascinou, e continua a fascinar-me, a relação entre a estrutura de uma molécula e a sua reactividade e energética. Acho que é a alminha da Química, e sendo a alminha da Química é uma coisa que sempre me fascinou. Tentei responder a questões nesse âmbito.

Para fechar a nossa entrevista, vale a pena aconselhar um jovem que acaba o liceu a estudar Química? Vale a pena assumir essa responsabilidade?

Eu acho que basicamente o que deve guiar as nossas vidas é o gozo. Uma pessoa deve fazer aquilo que lhe der prazer!

Mesmo que dê muito trabalho?

Exactamente. Se fizer aquilo que lhe dá prazer uma pessoa não tem problema em trabalhar muito. E se não tem problema em trabalhar muito, vai muito provavelmente ser bom naquilo que faz. E se vai ser bom naquilo que faz, vai ter sucesso. Há excepções, evidentemente. Há pessoas que falham, por uma razão ou por outra, mas o gozo é o motor de todas estas coisas...

Notas

1 Designação corrente em certos meios pela qual eram conhecidos no Técnico os elementos, dum movimento estudantil com raízes também noutras escolas, designação que teve origem na sigla original deste movimento associativo, "por um ensino popular", surgido alguns anos antes do 25 de Abril.

2 National Institute of Standards and Technology (EUA)

3 Journal of the American Chemical Society

4 Journal of Physical Chemistry

Perfil biográfico do Professor José Artur de Sousa Martinho Simões

José Artur de Sousa Martinho Simões nasceu, em Lisboa, em 1952. Realizou

genharia Química no Instituto Superior Técnico em 1975. Iniciou a actividade docente em 1973 como monitor do Departamento de Engenharia Química na recentemente extinta Secção de Química-Física e Termodinâmica, por convite

do Professor Jorge Calado. Na escola onde se graduou, obteve o Doutoramento (1981) e a Agregação (1988). Passou também pelas categorias de Assistente Eventual (1975-1977), Assistente (1977-1981), Professor Auxiliar (1981-1987) e Professor Associado (1987-1993). A partir de 1993 tornou-se Professor Catedrático do Departamento de Química da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (posteriormente denominado Departamento de Química e Bioquímica), onde actualmente se encontra.

A convite do Professor Jorge Calado e, posteriormente, do Professor Alberto Romão Dias iniciou a sua actividade científica como colaborador das Linhas II (Química Organometálica) e III (Termodinâmica Experimental) do Centro de Química Estrutural, no dia 26 de Maio de 1975, com o objectivo específico de verificar se a instabilidade dos compostos contendo ligações metal de transição-carbono era determinada pela debilidade termodinâmica destas ligações ou por factores cinéticos relacionados com os respectivos mecanismos de decomposição. Esse trabalho foi, aliás, o principal fio condutor da sua tese de doutoramento intitulada *Terموquímica de Metalocenos Dobrados*. No início, os conhecimentos de calorimetria necessários para levar a cabo este projecto foram em parte adquiridos através de estágios nos grupos dos Professores Henry A. Skinner (Universidade de Manchester) e Manuel A. V. Ribeiro da Silva (Universidade do Porto). No decurso do seu trabalho de doutoramento instalou no IST dois calorímetros de solução-reacção e uma célula de efusão de Knudsen. Em Inglaterra utilizou também a calorimetria de fluxo de calor (Calvet) para estudar decomposições térmicas de espécies organometálicas.

Em 1982/83, como bolseiro da NATO e da Fulbright, efectuou estudos de pós-doutoramento em energética de espécies organometálicas na fase gasosa utilizando a espectrometria de ressonância ciclótrónica de iões (ICR), no California Institute of Technology (Caltech) em Pasadena (EUA), integrado

no grupo do Professor Jack L. Beauchamp. No ano lectivo de 1988/89, durante uma licença sabática, trabalhou no grupo do Dr. David Griller, na Chemistry Division do National Research Council, em Ottawa (Canadá), como "Visiting Research Officer", aprendendo a utilizar a calorimetria fotoacústica (PAC) para estudar a energética de espécies transientes (radicais) em solução. Após o regresso a Portugal implementou inicialmente esta técnica no Centro de Tecnologia Química e Biológica em Oeiras (presentemente Instituto de Tecnologia Química e Biológica - ITQB), sendo o equipamento transferido posteriormente para o Departamento de Química e Bioquímica da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, quando aí obteve o lugar de professor catedrático. A segunda licença sabática (1996-1997) foi passada no National Institute of Science and Technology (NIST, Gaithersburg, EUA) e teve como objectivo a construção de uma base de dados termoquímicos de compostos organometálicos, hoje incluída no NIST Chemistry WebBook (<http://webbook.nist.gov/chemistry>). Foi também durante essa estada que, verdadeiramente, se apercebeu da importância crescente da Química Computacional na previsão e avaliação da consistência interna de dados termoquímicos. Isso levou-o, aliás, a estabelecer no seu regresso a Portugal uma intensa colaboração com o Professor Benedito Costa Cabral (FCUL-IFM), na área da Química Computacional, que envolve, inclusivamente, a partilha de estudantes de doutoramento.

J. A. Martinho Simões é membro da Sociedade Portuguesa de Química, da Royal Society of Chemistry (Reino Unido), da Sociedade Brasileira de Química e da American Chemical Society (EUA). É autor ou co-autor de cerca de 80 artigos em revistas científicas internacionais, 17 artigos de natureza pedagógica e cerca de 50 comunicações convidadas em conferências. É editor ou co-editor de 2 livros na área da energética molecular. Faz parte do "Editorial Advisory Board" da *SEARCH - Structure, Energetics, and Reactivity in Chemistry* (1992-) e do "Editorial

Board" do *Structural Chemistry* (1998-). Foi "Expert Analyst" do *CHEMTRACTS - Inorganic Chemistry* (1990-1999), "Regional Advisory Editor" do *Journal of the Chemical Society, Dalton Transaction* (1994-1997), membro do "Editorial Board" da *Gazzeta Chimica Italiana* (1994-1997) e membro da Comissão Editorial da *Química-Boletim da Sociedade Portuguesa de Química* (1995-1998). Foi Director Científico do "NATO-Advanced Study Institute" *Energetics of Organometallic Species*, realizado na Curia em 1992. Orientou ou co-orientou oito teses de doutoramento encontrando-se a orientar ou co-orientar mais cinco. No período de 1977-2001, os seus artigos totalizavam 975 citações (excluindo auto-citações).

J. A. Martinho Simões ocupou ainda vários cargos no âmbito da ciência e da educação. Alguns destaques:

Secretário-Geral da Sociedade Portuguesa de Química (1991-1994), Presidente do Departamento de Química e Bioquímica da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (1993-1995 e 2001-2002), Presidente da Sociedade Portuguesa de Química (1998-2000), Vice-Presidente do Conselho Científico da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (1998-1999), Coordenador científico da publicação *Perfil da Investigação Científica em Portugal. Química, Engenharia Química e Biotecnologia*, editada pelo Observatório das Ciências e das Tecnologias (1999), Coordenador do Painel de Avaliação das Unidades de Investigação na área da Química (FCT, 1999), Representante da FCT no CERC3 - Chairman of the European Research Councils' Chemistry Committes (1998-) e Chairman do CERC3 (2002-2003).

Os seus interesses não científicos têm sido muito diversos ao longo dos anos. Actualmente nos seus (poucos) tempos livres, dedica-se em especial à jardinagem, ao ténis e à vela.

Hermínio P. Diogo

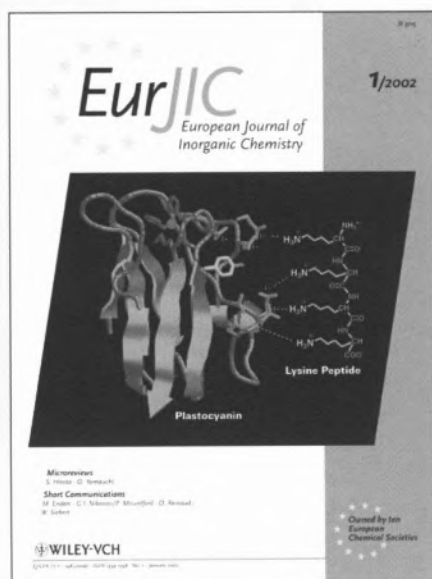
EurJIC

European Journal of
Inorganic Chemistry

Your Journal

- First Impact Factor: 2.222
- Rapid publication times especially for short communications
- Now supported by ten national chemical societies (Belgium, France, Germany, Greece, Hungary – together with the Hungarian Academy of Sciences, Italy, The Netherlands, Portugal, Spain)
- Authors' work exhibited on the cover
- Attractive personal member subscription rates available; see: www.EurJIC.com
- More color

European Journal of Inorganic Chemistry



Wiley-VCH
2002 12 issues
ISSN Print 1434-1948
ISSN Electronic 1099-0682

The *European Journal of Inorganic Chemistry* publishes full papers and short communications on the entire spectrum of inorganic and organometallic chemistry. These contributions are supplemented by microreviews – introducing readers to one specific area of an author's research by means of a detailed overview of one selected topic.

Senior Editor: Ivano Bertini (Italy)

FREE SAMPLE COPY

The *European Journal of Inorganic Chemistry* is available online through Wiley InterScience. Visit Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com) for complete details and see the FREE full text virtual sample copy.

Order Your Copy now:

Just copy, fill in and fax to:
+49(0)6201/606-172

- Please send me a free sample print copy
- Please enter our/my 2002 subscription to:
European Journal of Inorganic Chemistry
2002, ISSN Print 1434-1948
2002, ISSN Electronic 1099-0682
at the institutional rate*:
- | | | |
|--|------------------------------------|------------------------------------|
| | print | electronic |
| <input type="checkbox"/> Europe | <input type="checkbox"/> € 1868 | <input type="checkbox"/> € 1868 |
| <input type="checkbox"/> Switzerland | <input type="checkbox"/> sFr 3258 | <input type="checkbox"/> sFr 3258 |
| <input type="checkbox"/> All other countries | <input type="checkbox"/> US\$ 2308 | <input type="checkbox"/> US\$ 2308 |
- * For a 5% premium, institutions can choose both print and electronic access.

For members of the owner societies from Belgium, France, Germany, Greece, Hungary, Italy, The Netherlands, Portugal and Spain, at the personal rate:

- | | | |
|--|-----------------------------------|--|
| | print | |
| <input type="checkbox"/> Europe | <input type="checkbox"/> € 218 | |
| <input type="checkbox"/> Switzerland | <input type="checkbox"/> sFr 458 | |
| <input type="checkbox"/> All other countries | <input type="checkbox"/> US\$ 248 | |

Prices include postage and handling charges.

Please tick: private business

Name _____

Address _____

City/Postcode _____

Country _____

Membership-No. _____

Date/Signature _____

Please return this order to your local bookseller or to:

Customers in Germany, Austria and Switzerland:

Wiley-VCH Customer Service
P.O. Box 10 11 61,
D-69451 Weinheim, Germany
Phone: +49 (0) 6201-606 147
Fax: +49 (0) 6201-606 172
e-mail: subservice@wiley-vch.de

Customers in all other areas:

John Wiley & Sons, Ltd.
Journals Administration Department
1 Oldlands Way
Bognor Regis West Sussex, PO22 9SA,
England
Phone: +44 (0) 1243-779 777
Fax: +44 (0) 1243-843 232
e-mail: cs-journals@wiley.co.uk

 **WILEY-VCH**

JAMS Uma imagem de marca

JOÃO PAULO LEAL

Pediram-me para escrever um breve apontamento sobre o Professor José Artur Martinho Simões (JAMS) e como ele influenciou a minha vida científica. Sem querer ser demasiado intimista, aqui fica o relato, na primeira pessoa, do que sinto como essa influência.

Em Março de 1984, comecei a trabalhar na linha II do Centro de Química Estrutural do Instituto Nacional de Investigação Científica (Complexo I do IST) com o Doutor Manuel Eduardo Minas da Piedade, ao tempo aluno de doutoramento do Prof. Martinho Simões. Na altura pretendia-se sintetizar complexos organometálicos de Mo e W com moléculas como H_2 e etileno coordenadas de modo η^2 . Foi com ele que efectuei a minha primeira "Big Prep" (síntese do hidreto de metal com os respectivos ligandos ciclopentadienilo) e me iniciei nas técnicas de Schlenk e nos compostos sensíveis ao ar que desde então me têm seguido por todo o lado. Foi também nessa altura que conheci o Professor Martinho Simões que, curiosamente, nunca foi meu professor durante a licenciatura no Instituto Superior Técnico.

Recordo desde essa altura a facilidade de contacto e o entusiasmo contagiante que põe nas coisas que faz, e o facto de ter disponibilizado um computador pessoal com impressora (raros nesses anos de 1985/1986) para que eu, o Hermínio Diogo e o Adelino Galvão pudéssemos, fora do horário laboral, escrever o nosso Projecto de Indústrias Químicas (Projecto Final de Curso).

Ainda antes de terminar a licenciatura o Prof. Martinho Simões apresentou, a mim e aos meus colegas que com ele trabalhávamos na linha II, várias propostas de futuro pós-licenciatura. Achei algumas delas interessantes e, após alguma concertação, a minha escolha recaiu num projecto conjunto entre o Prof. Martinho Simões e o Doutor Pires de Matos que trabalhava no, na altura, ICEN em Sacavém. Pretendia-se estudar a termoquímica de complexos organometálicos de urânio e tório. Nessa altura o grupo liderado pelo Doutor Pires de Matos tinha já iniciado a síntese e estudo da reactividade de alguns desses compostos em que os tradicionais ligandos estabilizadores ciclopentadienilos haviam sido substituídos por uma outra família de ligandos, os polipirazolilboratos [1]. E foi assim que eu fui para o ICEN (actual Instituto Tecnológico e Nuclear) onde ainda hoje continuo a trabalhar.

A Termoquímica em Sacavém

Chegado a Sacavém, os primeiros tempos foram gastos a aprender a usar e manter as caixas de luvas e a tentar sintetizar compostos de urânio do tipo $U[HB(3,5-Me_2pz)_3]Cl_2X$ ($X=Cl$, $O-t-Bu$, NEt_2 , ...) (figura 1). Recordo em especial a ajuda imensa da Doutora Noémia Marques no referente às sínteses e o bom ambiente laboratorial fomentado pela Adelaide Carvalho que tornaram esses tempos, cheios de insucessos laboratoriais, fáceis de suportar (segundo o meu caderno de laboratório a síntese

do $U[HB(3,5-Me_2pz)_3]Cl_2(NEt_2)$ foi tentada 16 vezes ... , a última delas com sucesso).

Estes compostos são mais sensíveis ao oxigénio e à humidade que os compostos organometálicos de metais de transição com ciclopentadienilos, pelo que se tornou necessário desenvolver uma metodologia diferente para as determinações calorimétricas com os mesmos. Em primeiro lugar algumas sínteses conduziam a quantidades muito pequenas de composto (menos de 250 mg) o que tornava a sua disponibilidade exígua. Por outro lado seria necessário construir células calorimétricas estanques para calorimetria de solução-reacção e definir protocolos de funcionamento que permitissem manusear esses compostos até ao momento de se efectuar as medidas. Foi necessário estudar as reacções adequadas para os estudos calorimétricos e as condições em que teriam que ser feitas. Levou algum tempo; as dificuldades foram sendo vencidas, as células calorimétricas e restante aparelhagem foram sendo instaladas (figura 2) e em 1990 foram comunicados em "poster" em Gandia (Espanha) e em Como (Itália) os primeiros resultados de entalpias de dissociação U-C e U-N por nós obtidas [2].

Durante estes anos o apoio do Prof. Martinho Simões foi sempre tão constante como discreto, deixando-me encontrar a minha velocidade de cruzeiro e não impedindo, incentivando mesmo, que alguns resultados que começaram por ser laterais pudessem florescer

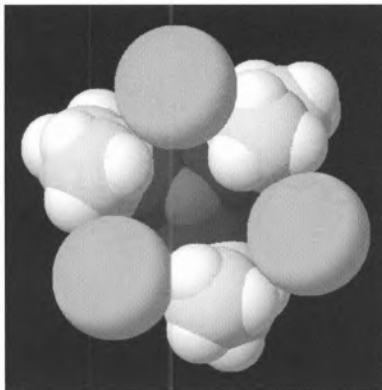
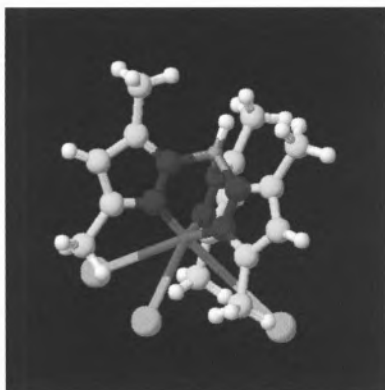


figura 1 – Representação gráfica do composto $U[HB(3,5-Me_2pz)_3]Cl_3$. a) vista do composto evidenciando os modos de coordenação; b) representando os átomos com os respectivos raios de Van der Waals uma vista axial mostra o átomo de urânio (a vermelho) com uma esfera de coordenação suficientemente ocupada para ser estável, mas ainda com alguma reactividade.

como uma outra família de compostos a cuja energética tenho desde então dedicado especial atenção: os sais de metais alcalinos e alcalino-terrosos [3]. Nem mesmo a sua ausência de um ano em 1988/89 no Canadá impediram que esse apoio continuasse. Guardo dessa altura algumas cartas que trocámos, partilhando as vitórias e desaires da investigação (parece incrível, mas nessa altura não havia e-mail como hoje acontece). E foi assim que concluí em 1993 o meu doutoramento em energética de compostos organometálicos de urânio e de alcóxidos de metais alcalinos.

Desde essa altura, a um ritmo mais ou menos acelerado, o estudo da energética de compostos de coordenação (no sentido mais vasto do termo) de actínidos e lantanídeos tem continuado no grupo de Química Inorgânica e Organometálica [4] existindo neste momento

um programa de doutoramento em curso sobre a reactividade e energética de compostos de urânio com polipirazolilboratos [5].

A química na fase gasosa

Em 1987 concorremos em parceria tripla, ITN (Grupo de Química Inorgânica e Organometálica), IST (grupo de Termoquímica da linha II) e FCUL (Centro de Espectrometria de Massa) a um projecto Ciência para a aquisição de um espectrómetro de massa de ressonância ciclótónica de iões com transformada de Fourier. Também aqui, o Prof. Martinho Simões esteve activamente envolvido sendo um dos seus proponentes mais entusiastas. Tal aparelho permite, para além da componente analítica de um espectrómetro de massa, estudar a reactividade de iões com moléculas neutras e equilíbrios envolvendo iões

devido às suas capacidades de isolar os iões espacialmente e durante tempos relativamente longos. Os deuses foram favoráveis e o nosso projecto foi financiado, tendo o aparelho sido instalado no Departamento de Química do ICEN (actual ITN) onde continua em operação (figura 3).

No "log-book do aparelho a primeira entrada que se regista é de 17 de Novembro de 1991 e relata que conseguimos ver os iões Cu^+ , U^+ , UO^+ e UO_2^+ . Se não me engano, foi o primeiro equipamento do Programa Ciência a estar 100% operacional. Desde essa data até ao presente a produção do aparelho tem sido intensa, em especial devido à dinâmica introduzida pelos meus colegas Doutores António Pires de Matos e Joaquim Marçalo e uma pleiade de estudantes e utilizadores que por lá já passaram. Os assuntos tratados têm sido variados ci-

figura 2 – Célula calorimétrica (em primeiro plano) com um dos computadores utilizados para a aquisição de dados. No ecrã pode ver-se uma curva típica de uma experiência calorimétrica.

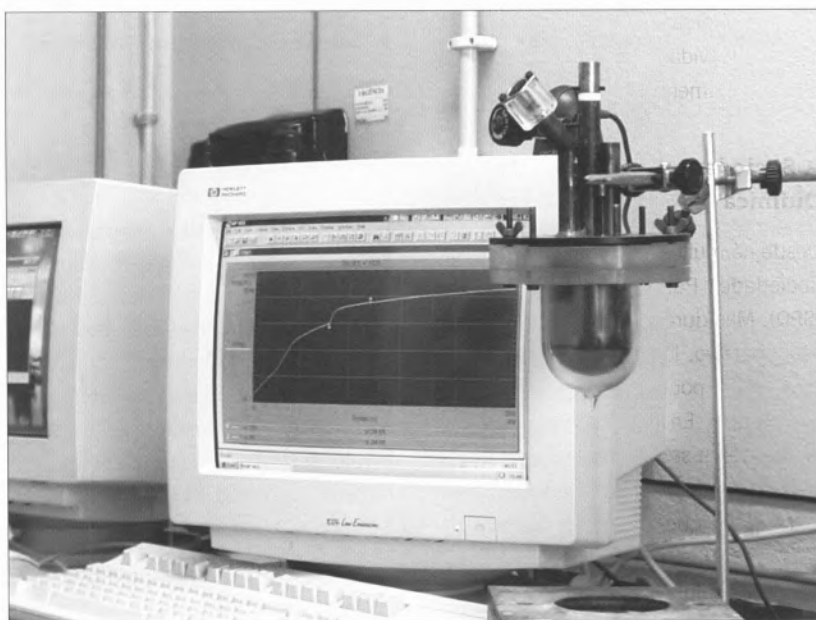




figura 3 – Vista geral do espectrómetro de massa de ressonância ião-ciclotrão. O cilindro horizontal contém, para além de azoto e hélio líquidos, o magneto supercondutor.

tando aqui apenas alguns para realçar a versatilidade da técnica em si e deste aparelho em particular: reactividade de iões de lantanídeos e actinídeos, e respectivos óxidos, com hidrocarbonetos [6], acidez de antioxidantes do tipo fenol substituído, desde os mais simples até à vitamina E [7], estudo de monoterpenos [8], análise de resíduos em anforas [9].

Neste momento continuam em estudo a acidez de fenóis polisubstituídos, a reactividade de iões de compostos de coordenação de metais de transição e, com merecido destaque pela sua inovação, os estudos que estão a ser actualmente levados a cabo pelo Doutor Joaquim Marçalo e pela Marta Santos sobre reactividade de iões de neptúnio, plutónio e amerício [10].

A Sociedade Portuguesa de Química

Desde há muitos anos que sou sócio da Sociedade Portuguesa de Química (SPQ). Mas durante muitos anos fui um sócio passivo, limitando-se a minha intervenção a pouco mais do que pagar a quota anual. Em 1991 o Prof. Martinho Simões torna-se Secretário Geral da Sociedade Portuguesa de Química e desafia-me para que eu monte na sede da SPQ um clube de Software onde fosse possível qualquer sócio consultar pro-

gramas com interesse pedagógico e/ou educacional na área da Química antes de decidir da sua aquisição ou simplesmente para saber o que existia no mercado [11]. E deste modo, o meu gosto por computadores, foi canalizado para esta área. Pode parecer que hoje um tal projecto não faz sentido. Podemos testar as versões "demo" de um qualquer programa através da internet. Mas em 1991, não era assim. Para além do Clube de Software o meu interesse nessa área deu origem a uma série de artigos de crítica de software educacional [12], a duas cadeiras, uma de mestrado e outra de licenciatura [13] que são lecionadas na FCUL e no começo de 2003 o Luis Rosa defenderá sob minha orientação a sua tese de mestrado intitulada "A Química na Net, a Net da Química" onde é feito um levantamento crítico de sites relacionados com o ensino da Química em língua portuguesa. O futuro nesta área ainda está por construir, mas terá que ser construído depressa para que não corramos o risco de ficar para trás.

Comentário Final

Não podia aqui esquecer uma das maiores realizações do Prof. Martinho Simões: conseguiu criar o "Grupo de Termoquímica de Lisboa", grupo esse com um modo de funcionamento único

[14] e que foi e continua a ser fundamental na minha actividade científica.

Acima de tudo o que foi dito, para além de todas as suas realizações pessoais (como sobejamente atesta o Perfil Biográfico publicado nesta revista), o que o Prof. Martinho Simões deixou e continua a deixar ainda hoje (e espero que por muitos anos) é uma imagem de marca, uma maneira própria e entusiasmada de fazer as coisas e de encarar os desafios e a ciência na sua globalidade, e a sua capacidade de transmitir a outros esse mesmo entusiasmo e vontade de enfrentar os desafios. Bem haja.

Referências e notas

- [1] (a) "Uranium (III) Poly(pyrazol-1-yl)borate complexes", I. Santos, N. Marques, A. Pires de Matos, *Inorganica Chimica Acta* **1985**, 110, 149-151; (b) "Some reactions of Hydrotris(3,5-dimethylpyrazolyl)borato trichloroactinides(IV), $MCl_3(HBL_3).thf$ ($M=Th^{IV}, U^{IV}$; $L=3,5$ -dimethylpyrazolyl, thf =tetrahydrofuran)", J. Marçalo, N. Marques, A. Pires de Matos, K. W. Bagnall, J. Less-Common Metals **1986**, 122, 219-224.
- [2] "Uranium-oxygen and uranium-nitrogen bond dissociation enthalpies in U(IV) polypyrazolylborate complexes", J. P. Leal, N. Marques, A. Pires de Matos e J. A. Martinho Simões, "Italian-Portuguese-Spanish Meeting in Inorganic Chemistry (Towards Europe)",

Gandia, Espanha, 1990, e "11th IUPAC Conference on Chemical Thermodynamics", Como, Itália, Agosto de 1990.

- [3] (a) "Standard enthalpies of formation of sodium alkoxides", J. P. Leal, A. Pires de Matos, J.A. Martinho Simões, *J. Organomet. Chem.* **1991**, 403,1-10; (b) "Standard enthalpies of formation of lithium alkoxides", J. P. Leal, J. A. Martinho Simões, *J. Organomet. Chem.* **1993**, 460, 131-138; (c) "Standard molar enthalpies of formation of Mg and Ca alkoxides", T. Barreira, J. P. Leal, *Eur. J. Inorg. Chem.* **2000**, 987-991; (d) "Standard Molar Enthalpies of Formation of Li, Na, K and Tl Cyclopentadienyls", A. Carvalho, V. Cachata, J. P. Leal, *Eur. J. Inorg. Chem.* **2001**, 1587-1591; "Bonding Energetics in Alkaline Metal Alkoxides and Phenoxides", P. Nunes, J. P. Leal, V. Cachata, H. Raminhos, and Manuel E. Minas da Piedade, *submetido para publicação*.
- [4] (a) "Uranium-ligand bond dissociation enthalpies in U(IV) polypyrazolylborate complexes", J. P. Leal, N. Marques, A. Pires de Matos, M. J. Calhorda, A. M. Galvão e J.A. Martinho Simões, *Organometallics* **1992**, 11, 1632-1637; (b) "Uranium-ligand bond dissociation enthalpies in U(IV) polypyrazolylborate complexes. II", J. P. Leal, J. A. Martinho Simões, *J. Chem. Soc. Dalton Trans.* **1994**, 2687-2691; (c) "Bond Dissociation Enthalpies in U(IV) Complexes. An integrated view.", J. P. Leal, N. Marques, J. Takats, *J. Organomet. Chem.* **2001**, 632, 209-214; (d) "Enthalpies of Formation of Europium Alkoxides", J. P. Leal, J. Branco, J. M. Carretas, "12 Tage der Seltenen Erden", Hamburgo, Alemanha, Dezembro de 1999.
- [5] O programa de trabalhos intitula-se "Reatividade de Hidrocarbilos de U(IV) e Energética das Ligações Urânio-Carbono", tendo a Maria Augusta Antunes sido contemplada com uma bolsa de doutoramento por parte da FCT para a sua prosecução.
- [6] p. ex. (a) "Gas phase actinide ion chemistry: activation of alkanes and alkenes by thorium cations", J. Marçalo, J. P. Leal, A.

Pires de Matos, *Int. J. of Mass Spectrom. and Ion Proc.* **1996**, 157/158, 265-274; (b) "Gas phase actinide ion chemistry: FT-ICR/MS study of the reactions of thorium and uranium metal and oxide ions with arenas", J. Marçalo, J. P. Leal, A. Pires de Matos, A. G. Marshall, *Organometallics* **1997**, 16, 4581-4588.

[7] (a) "Experiências de equilíbrio ião-molécula num espectrómetro de massa de ressonância ião-ciclotrão (FT-ICR)", J. P. Leal, M. T. N. Fernandez, J. A. Martinho Simões, "2.º Encontro Nacional de Química-Física", Porto, Portugal, Junho de 1995; (b) "Acidez de fenóis na fase gasosa", H. Martins, J. P. Leal, T. Fernandez, "V Conferência de Química-Física", SPQ, Faro, Portugal, Setembro de 2001; (c) "Acidez de fenóis polissubstituídos na fase gasosa: a influência dos substituintes", H. Martins, M. T. Fernandez, J. P. Leal, "XVIII Encontro Nacional da Sociedade Portuguesa de Química", Aveiro, Portugal, Março de 2002.

[8] "Chemical ionization mass spectrometry study of some monoterpenes", M. R. L. Carvalho, J. P. Leal, M. F. Duarte, M. T. Fernandez, "3.º Encontro de Espectrometria de Massa da SPQ", Lisboa, Portugal, Setembro de 1997.

[9] "Laser desorption fourier transform mass spectrometric analysis of food residues from amphorae", J. M. P. Cabral, J. P. Leal e J. Marçalo, "Archaeometry 92 - 28th International Symposium on Archaeometry", Los Angeles, USA, 1992.

[10] (a) "Gas-phase oxidation reactions of neptunium and plutonium ions investigated via Fourier Transform Ion Cyclotron Resonance Mass Spectrometry", M. Santos, J. Marçalo, A. Pires de Matos, J. K. Gibson, R. G. Haire, *J. Phys. Chem. A* **2002**, 106, 7190-7194; (b) "FT-ICR/MS study of the gas-phase thermochemistry of americium oxides", M. Santos, J. Marçalo, J. P. Leal, A. Pires de Matos, J. K. Gibson, R. G. Haire, *Int. J. Mass Spectrom.*, (submetido para publicação).

[11] (a) "O clube de Software da SPQ. I", J. P. Leal, *Química* **1994**, 52, 60; (b) "O clube de Software da SPQ. II", J. P. Leal, *Química* **1997**, 64, 54.

[12] (a) "Comentário do Programa 'Acid-Base Package, Chem. Ed. Software'", J. P. Leal, M. J. Matos, *Química* **1993**, 49, 42. (b) "Comentário do Programa 'Spec20, Chem. Ed. Software'", J. P. Leal, M. J. Matos, *Química* **1993**, 50, 67; (c) "Comentário do Programa 'Alkimers, Chem. Ed. Software'", J. P. Leal, *Química* **1993**, 51, 63; (d) "Comentário do Programa 'Le Chat, SoftCiência'", J. P. Leal, *Química* **1994**, 54, 92; (e) "Comentário do Programa 'Sirius'", M. J. Matos, M. Portugal, J. P. Leal, *Química* **1995**, 57, 65; (f) "Acord para Excel e Access (uma ferramenta química)", J. P. Leal, *Química* **1997**, 66, 10; (g) "Análise do Programa 'CAche for Windows'", J. P. Leal, *Química* **1998**, 70, 35; "Análise do Programa 'HSC Chemistry'", J. P. Leal, *Química* **1999**, 75, 16; (h) "Análise do Programa 'Le Chat 2'", Maria Adelaide F. A. C. Ramos, Paula Amador Louçã, J. P. Leal, *Química* **2001**, 80, 44.

[13] Cadeiras de "Recursos para o Ensino da Química" inserida no mestrado de Química para o Ensino, ministrado pelo Departamento de Química e Bioquímica da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, e de "Software Educacional" inserida como opção no 3.º ano da Licenciatura em Ensino da Física e da Química - Variante Química, da FCUL.

[14] O "Grupo de Termoquímica de Lisboa" é formado por três grupos, um no Instituto Superior Técnico, liderado pelo Doutor Manuel Eduardo Minas da Piedade, outro no Instituto Tecnológico e Nuclear, liderado por mim próprio, e um terceiro, na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, liderado pelos Doutor José Artur Martinho Simões. Todos os assuntos científicos são discutidos mensalmente por todos os elementos, e a utilização das verbas atribuídas para a investigação é feita de um modo assaz flexível. As próprias técnicas existentes nos vários locais são complementares.

Um ensino da ciência em que não se aprenda a pensar, não é um ensino da ciência, mas sim um ensino da subserviência.

E. Schatzman, 1971

Energética Molecular no CQE-IST: Fragmentos de uma Visão Pessoal

M. E. MINAS DA PIEDADE

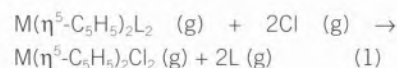
O meu envolvimento com a Energética Molecular - a visão moderna da Termoquímica - deu-se por volta de 1977, enquanto ainda estudante de Engenharia Química no Instituto Superior Técnico. No final do terceiro ano, muito por culpa do entusiasmo pela investigação que se vivia no Centro de Química Estrutural (CQE) [1], os meus interesses tinham-se deslocado da engenharia para a química e, em particular, para o estudo do modo como a energia das moléculas está relacionada com a sua estrutura e reactividade, isto é, a Energética Molecular.

O embrião do projecto de Energética Molecular surgiu no CQE cerca de dois anos antes, quando os Professores Alberto Romão Dias (ARD) e Jorge Calado (JC) decidiram contratar um estudante de doutoramento para atacar um problema que cruzava simultaneamente a Química Organometálica (a especialidade de ARD) e a Termodinâmica (a especialidade de JC) [2-4]. A "vítima" foi o Professor José Artur Martinho Simões (JAMS) e o problema era o seguinte: no início da década de setenta conheciam-se já bastantes compostos homolépticos $(MR_n)_x$ em que M era um elemento representativo e R um ligando σ -hidrocarbonilo (e.g. alquilo, arilo, etc.), estáveis à temperatura ambiente [5]. Porém, as tentativas para preparar compostos análogos com metais de transição regra geral falhavam e, as poucas sínteses bem sucedidas conduziam, normalmente, a substâncias com uma enorme instabilidade térmica. Por exemplo, o

$Ti(CH_3)_4$ decompõe-se pouco acima de $-78^\circ C$ e o $W(CH_3)_6$ explode à temperatura ambiente [6]. Gerou-se assim a convicção de que a instabilidade observada poderia ter origem numa eventual debilidade das ligações metal de transição-carbono. Esta ideia foi, no entanto, posta em causa pelos grupos de Wilkinson e Lappert, os quais fizeram independentemente notar que os mecanismos de decomposição dos σ -hidrocarbonilos de metais de transição não pareciam envolver directamente a cisão homolítica das ligações M-R e, como tal, a instabilidade térmica destes complexos não deveria reflectir necessariamente a maior ou menor "força" daquelas ligações [5,7]. A questão poderia ser esclarecida se se dispusesse de um conjunto de "energias de ligação" metal de transição-carbono suficientemente grande e variado, para permitir avaliar se, de um modo geral, eram fortes ou fracas. Ora, à época, os dados existentes eram muito poucos, e foi isto que motivou o nascimento do projecto de energética molecular no CQE, cujo objectivo inicial foi a determinação de entalpias de ligação metal de transição-alquilo em complexos do tipo dicitoclopentadienilo como, por exemplo, o $Mo(\eta^5-C_5H_5)_2(CH_3)_2$ (figura 1) [8]. Essa investigação rapidamente se alargou a outros tipos de ligação e o projecto acabou por centrar-se no estudo sistemático da energética de ligações entre metais de transição e uma grande variedade de ligandos (hidreto, halogeneto, alquilo, arilo, fosfina, tiolato, etc.) e da sua relação com a estrutura e a reac-

tividade. O objectivo inicial foi, no entanto, alcançado: os resultados obtidos no CQE, em conjunto com os de outros grupos (sobretudo europeus e americanos) que também se tinham interessado pela energética de compostos organometálicos, demonstraram, que, tal como Wilkinson e Lappert tinham suspeitado, as ligações metal-carbono não são necessariamente mais fracas para os metais de transição do que para os elementos representativos.

A estratégia delineada para determinar as entalpias de ligação metal-ligando nos complexos $M(\eta^5-C_5H_5)_2L_2$ ($M = Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Mo, W; L = H, \text{halogénio, alquilo, arilo, fosfina, tiolato, etc.}$) baseava-se essencialmente no uso de duas técnicas: a calorimetria de solução-reacção e o método de efusão de Knudsen. A primeira permitia obter a entalpia de formação do complexo em estudo no estado cristalino $\Delta_f H_m^0$ (cr) e, a segunda, a sua entalpia de sublimação $\Delta_{sub} H_m^0$. A partir destes dois dados determinava-se a correspondente entalpia de formação em fase gasosa $\Delta_f H_m^0$ (g) e, posteriormente, a variação média de entalpia associada à cisão homolítica de uma ligação M-L, $\langle DH^0 \rangle (M-L)$, ou seja a desejada "energia" da ligação M-L. O cálculo de $\langle DH^0 \rangle (M-L)$ baseava-se na reacção 1 e na equação 2 que dela decorre:



$$\langle DH^0 \rangle (Mo-L) = \frac{\Delta_f H_m^0}{2} + \langle DH^0 \rangle (Mo-Cl) \quad (2)$$

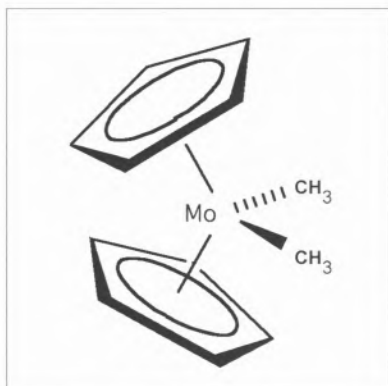


figura 1 Diciclopentadienilodimetilmolibdênio(IV), $\text{Mo}(\eta^5\text{-C}_5\text{H}_5)_2(\text{CH}_3)_2$

O valor de $\Delta_f H_m^0$ (1), era obtido a partir de $\Delta_f H_m^0$ [$\text{M}(\eta^5\text{-C}_5\text{H}_5)_2\text{L}_2$, g] e dos valores de $\Delta_f H_m^0$ [$\text{M}(\eta^5\text{-C}_5\text{H}_5)_2\text{Cl}_2$, g], $\Delta_f H_m^0$ (Cl, g) e $\Delta_f H_m^0$ (L, g) disponíveis na literatura. O cálculo de $\langle DH^0 \rangle$ (Mo-L) implicava ainda a estimativa de $\langle DH^0 \rangle$ (Mo-Cl) usando um critério [4] cujos detalhes saem fora do âmbito deste artigo.

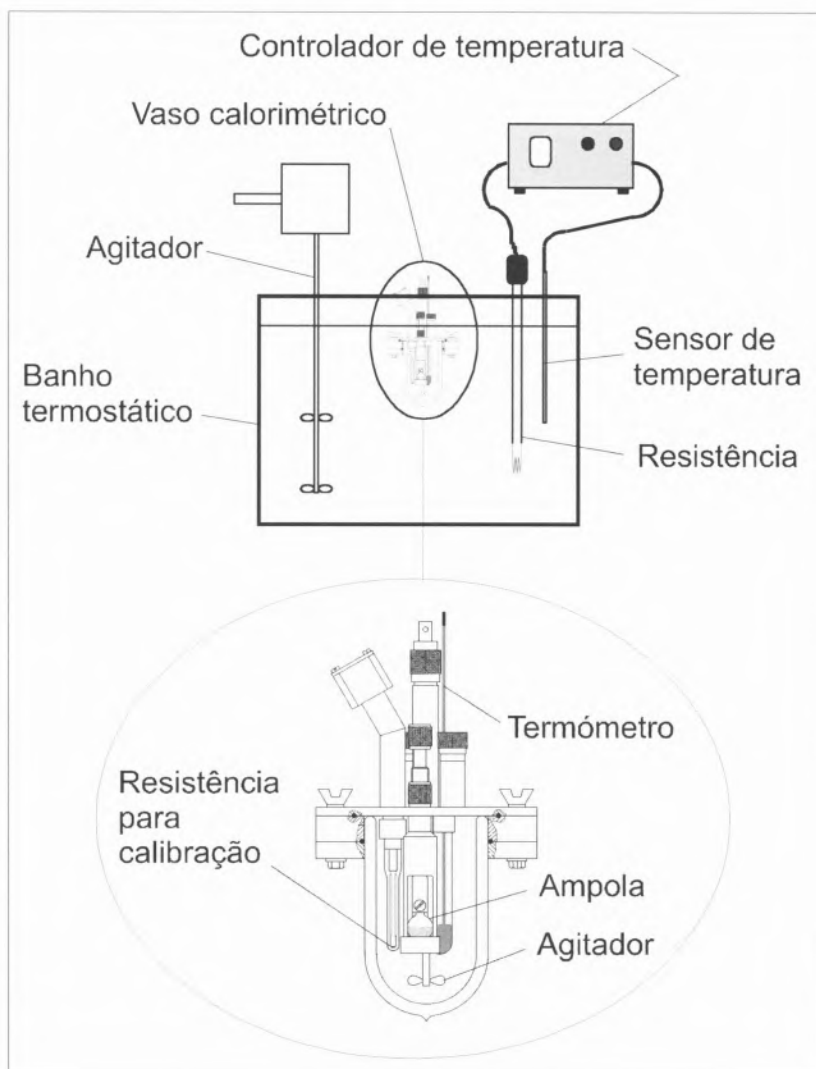
É claro que no início não existia no CQE qualquer tradição de trabalho em calorimetria de solução-reacção ou no método de Knudsen, nem tão pouco equipamento. A montagem e implementação destas técnicas foi uma aventura, e o espaço que abrigou as primeiras versões do calorímetro de solução-reacção e da célula de Knudsen foi baptizado de "Chez Arthur". Embora antigo, era (e é!) um laboratório óptimo para calorimetria, situado no rés-do-chão do Pavilhão de Química do IST. As paredes são grossíssimas e está semi-enterrado no chão, pelo que possui uma excelente estabilidade térmica. A placa que dizia "Chez Arthur" já não existe; mas, tanto quanto me lembro, o nome do laboratório foi inspirado no de um restaurante português (Chez Lapin) que o professor Martinho Simões frequentava às vezes, quando aos fins-de-semana se deslocava ao grupo do Professor Manuel A. V. Ribeiro da Silva, na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, para realizar experiências de calorimetria de solução-reacção. Foi nessas deslocações, e noutras previamente realizadas ao grupo dos Professores Henry A. Skinner, Geoffrey Pilcher e Joseph A. Connor, em Manchester (Reino Unido), que inicialmente adquiriu a experiência em calorimetria de solução-reacção, que viria a utilizar na montagem do equipamento em Lisboa e a transmitir aos vários estudantes de doutoramento (entre os quais eu) que posteriormente orientou ou co-orientou com o Professor Romão Dias, no Instituto Superior Técnico.

Apanhei a montagem do laboratório mesmo no início. Pude assim seguir de perto a construção e teste da primeira versão do calorímetro de solução-reacção. A concepção básica deste aparelho, importada do grupo de Manchester, tem-se mantido ao longo dos anos e, como se verá adiante, o modelo actual (figura 2), presta ainda muito bom serviço. As experiências são em princípio muito simples. O vaso calorimétrico está mergulhado num banho de água cuja temperatura é controlada com grande precisão (tipicamente ± 0.001 K). No in-

terior do vaso calorimétrico está colocada uma ampola de vidro contendo a substância a estudar. Esta ampola é, a dada altura, quebrada no seio de uma solução onde existe um segundo reagente. A reacção que se segue provoca uma variação de temperatura (positiva se a reacção for exotérmica ou negativa se a reacção for endotérmica), que pode ser medida com um termómetro e corrigida utilizando um modelo matemático, de modo a obter a variação de temperatura, ΔT_{ad} , que supostamente se mediria se o processo fosse adiabático. O valor de ΔT_{ad} permite, por sua vez, calcular a entalpia, $\Delta_r H$, associada à reacção em estudo em condições isotérmicas, através de:

$$\Delta_r H = \frac{\epsilon \Delta T_{ad}}{n} \quad (3)$$

figura 2 Calorímetro de solução-reacção



onde n representa a quantidade de substância e ϵ o equivalente energético do calorímetro. O uso da equação 3 implica a determinação prévia de ϵ mediante uma calibração. No caso presente, trata-se de uma experiência análoga à experiência principal, em que se gera uma quantidade de calor conhecida, Q , no seio do vaso calorimétrico e se determina, simultaneamente, o valor de ΔT_{ad} que lhe corresponde. O calor é produzido fazendo passar uma corrente eléctrica de intensidade, I , através de uma resistência existente no interior do vaso calorimétrico (figura 2) durante um tempo t . Para o calcular determinam-se os valores de t , I e da queda de potencial, V , entre as extremidades da resistência ($Q = VIt$), sendo ϵ obtido a partir de:

$$\epsilon = \frac{VIt}{\Delta T_{ad}} \quad (4)$$

Colaborei sobretudo no projecto e montagem do sistema de efusão de Knudsen, o que me valeu, aliás, o meu primeiro artigo [9]. Esta aparelhagem, cuja versão mais recente [10] está representada na figura 3, permite, como atrás se referiu, determinar entalpias de sublimação de sólidos com base em medidas de pressão de vapor em função da temperatura. Numa experiência típica, a amostra é encerrada numa pequena caixa cilíndrica – a célula de Knudsen – que possui no topo um pequeno orifício. A célula é inserida num bloco metálico que constitui a base de uma câmara de

vácuo. A temperatura do bloco é mantida constante com o auxílio de um sistema de termostatização. No caso presente usam-se, consoante as necessidades, um forno (temperaturas altas) ou um banho de água (temperaturas próximas da ambiente), ligados a um controlador de temperatura. A experiência consiste em determinar a massa de sólido m perdida pela célula, durante um intervalo de tempo t , à temperatura T . Essa perda de massa é originada pelo facto de, uma vez colocada a câmara em vazio, a pressão no exterior da célula (p_{ex}) ser muito menor do que a pressão no seu interior (p). Se o sistema estiver bem projectado $p \gg p_{ex}$ e, portanto, $p_{ex} \approx 0$. Para além disso, o número de moléculas que atravessa o orifício por unidade de tempo deve ser suficientemente pequeno para que se possa admitir que a pressão no interior da célula ao longo da experiência é, de facto, a pressão de vapor da substância à temperatura de trabalho. Com base nesta informação obtém-se p à temperatura T , através de:

$$p = \frac{m}{At} \left(\frac{2\pi RT}{M} \right)^{1/2} \frac{1}{K_c K_{hp}} \quad (5)$$

onde A representa a área do furo (ca. 10^{-2} - 10^{-3} cm²), M a massa molar do composto em estudo, R a constante dos gases perfeitos, e K_c e K_{hp} dois parâmetros conhecidos, respectivamente, por factor de Clausing e factor de Hiby e Pahl. Estes factores destinam-se a corri-

gir os desvios das condições experimentais a um modelo ideal que conduz à equação 5 desprovida de K_c e K_{hp} . Segundo este modelo, a espessura do orifício é nula e o fluxo molecular através do furo é livre, ou seja, não depende da viscosidade do gás. O factor K_c permite ter em conta a espessura não nula do orifício [11,12] e o factor K_{hp} corrige pequenos desvios às condições de fluxo molecular livre [12,13]. O cálculo de ambos requer o conhecimento das dimensões do orifício e, no caso de K_{hp} , é ainda exigido uma estimativa do diâmetro de colisão do composto em estudo.

Repetindo a experiência a diferentes temperaturas pode determinar-se a variação da pressão de vapor do sólido com a temperatura. Ajustando a equação de Clausius-Clapeyron (onde a é uma constante e R a constante dos gases perfeitos) [14]

$$\ln p = a - \frac{\Delta_{sub} H_m^0}{RT} \quad (6)$$

a estes dados, por regressão linear obtém-se uma recta cujo coeficiente angular ($-\Delta_{sub} H_m^0/R$) permite obter a entalpia de sublimação pretendida.

O estudo de compostos organometálicos foi durante muitos anos o fio condutor da investigação em energética molecular no CQE [2-4]. Porém, no início dos anos 90 ficou operacional no laboratório um microcalorímetro de combustão de bomba rotativa (figura 4), que só mais

figura 3 Sistema de efusão de Knudsen

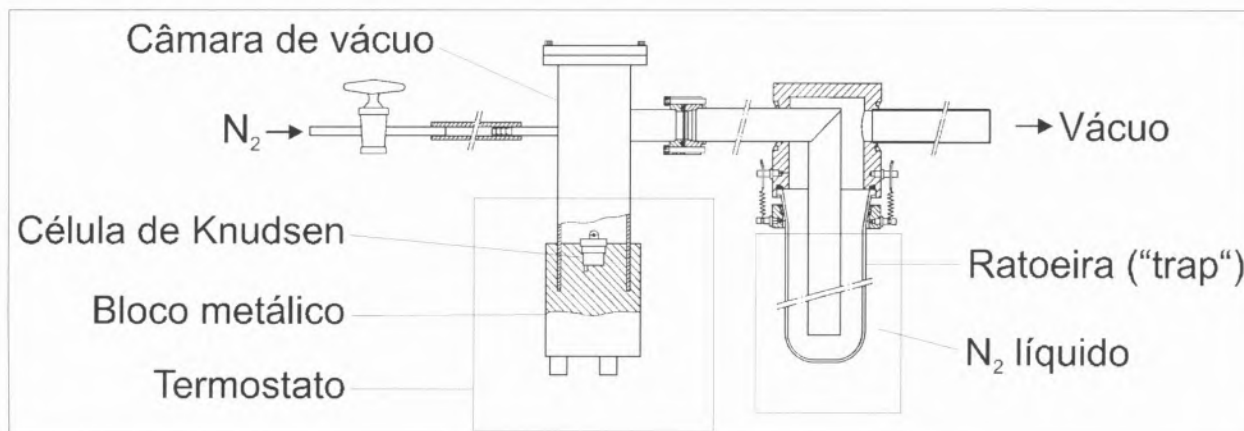
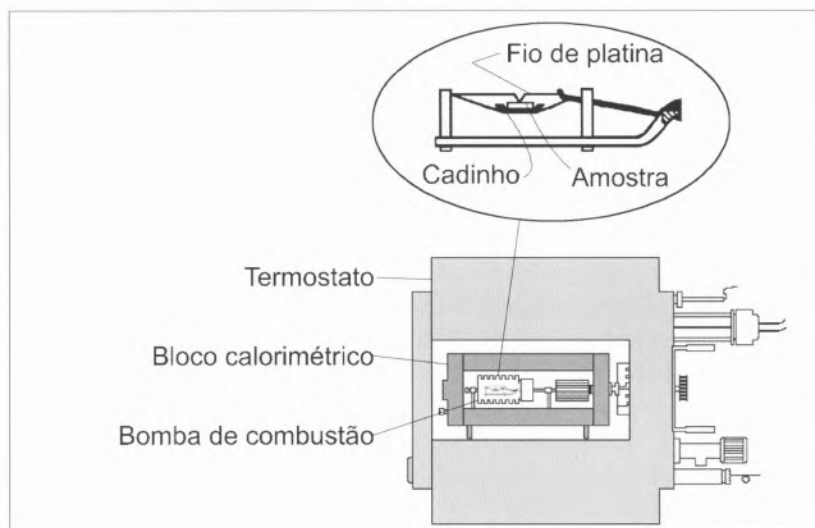


figura 4 Microcalorímetro de combustão

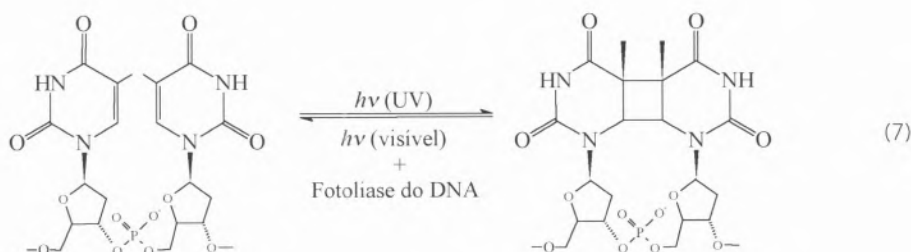


tarde descrevemos completamente na literatura [15,16]. Este instrumento permitiu pela primeira vez desviar o centro das atenções dos compostos organometálicos. As experiências são de algum modo parecidas com as efectuadas em calorimetria de solução-reacção. O composto a estudar, sob a forma de uma pastilha, é colocado num cadinho de platina dentro da bomba de combustão. Esta contém oxigénio a uma pressão de 3.04 MPa (30 atm) e é introduzida no bloco calorimétrico onde está inserido um termómetro. O bloco encontra-se no interior de um sistema termostático. A reacção de combustão é iniciada levando ao rubro um fio de platina em contacto com a amostra, mediante a descarga de um condensador eléctrico. O processo é exotérmico e gera o aquecimento da bomba e do bloco calorimétrico. Tal como no caso da calorimetria de solução-reacção, a entalpia da reacção em estudo é obtida a partir da determinação de ΔT_{ad} . Porém, no caso presente, a calibração não é eléctrica, baseando-se antes na reacção de combustão de uma amostra

padrão de ácido benzóico cuja energia de combustão é conhecida.

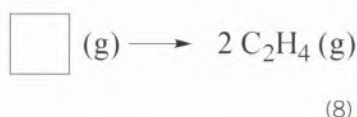
O aparelho foi originalmente construído na Suécia, como resultado de um projecto de colaboração entre os Professores Stig Sunner e Margaret Månsson da Universidade de Lund (Suécia), e Henry A. Skinner e Geoffrey Pilcher da Universidade de Manchester (Reino Unido). Com o falecimento do Professor Sunner e a saída da Professora Månsson da Universidade de Lund o calorímetro nunca chegou a ultrapassar a fase de teste nas mãos dos seus construtores. Foi-me oferecido em 1986, quando ainda no decurso do meu projecto de doutoramento estava a trabalhar com o Professor Pilcher, em Manchester, na determinação da entalpia de formação do $W(\eta^5-C_5H_5)_2Cl_2$. O Professor Ingemar Wadsö, que à data liderava o grupo de Lund, tinha decidido descontinuar o projecto de calorimetria de combustão no seu laboratório e contactou o Professor Pilcher à procura de alguém que estivesse disposto a dar utilização ao microcalorímetro de combustão. A calorimetria de combustão é geralmente a técnica mais adequada para estudar a

termoquímica de compostos orgânicos e, há muito que a desejávamos implementar em Lisboa. A ideia inicial era utilizá-la para obter informação sobre moléculas orgânicas relevantes para o estudo dos sistemas organometálicos mas, como se verá a seguir, este objectivo foi rapidamente marginalizado. O facto de se tratar de um aparelho micro, utilizando tipicamente 10-20 mg de amostra por ensaio, representava à partida uma grande vantagem sobre a técnica convencional (macro). Esta requer cerca de 0.5-1 g de amostra por ensaio, o que impede a sua aplicação a um grande número de compostos interessantes que apenas estão disponíveis em muito menores quantidades. O "coração" do aparelho chegou a Portugal ainda em 1986 e foram necessários cerca de cinco anos, para, em conjunto com o Dr. Hermínio Diogo, reunir o equipamento auxiliar necessário, tornar o calorímetro operacional e completar o nosso primeiro trabalho baseado nesta técnica. Tratou-se de um estudo sobre a energética da reparação de DNA pelas fotoliasas do DNA [17].



A exposição de DNA a radiação ultravioleta pode originar uma reacção de cicloadição entre duas pirimidinas vizinhas na dupla hélice conduzindo à formação de dímeros [18] (reacção 7)

Esta reacção constitui a lesão causada ao DNA por radiação ultra-violeta, com maior rendimento quântico. Numa grande variedade de organismos vivos o processo pode ser revertido, mediante uma reacção assistida pela luz, em que intervêm enzimas designados por fotoliasas do DNA [19]. Conforme indicado na equação 7, a reparação da lesão envolve a cisão de um anel ciclobutano. Ora para a reacção 8:

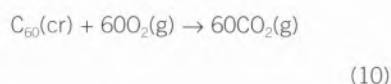


a 298.15 K, verifica-se que $\Delta_f H_m^0 = 76.5 \pm 0.8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ [20] e $T\Delta_f S_m^0 = 51.4 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ [21] e, conseqüentemente, $\Delta_f G_m^0 = 25.1 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. Este resultado poderia sugerir que o processo de reparação do DNA era endergónico ($\Delta_f G_m^0 > 0$) e, por isso, termodinamicamente desfavorável. Para testar esta hipótese e investigar a "força motriz" da acção da enzima estudou-se a energética da reacção 9, que constitui um modelo da reacção 7. Determinaram-se as entalpias de formação dos compostos **1** e **2** (equação 10) por microcalorimetria de combustão e, com base nos valores obtidos, $\Delta_f H_m^0(\mathbf{1}, \text{cr}) = -(1006.6 \pm 3.7) \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ e $\Delta_f H_m^0(\mathbf{2}, \text{cr}) = -(1116.6 \pm 3.7) \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, verificou-se que $\Delta_f H_m^0 = -(110.0 \pm 5.2) \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. A reacção 9 é

assim exotérmica e deve necessariamente ocorrer com aumento de entropia pelo que, contrariamente à reacção 8, é exergónica. Os resultados deste estudo permitiram então concluir que, embora os fotoenzimas possam induzir reacções fortemente endergónicas mediante a formação de complexos enzima-substrato, neste caso, o papel das fotoliasas deve ser apenas de natureza cinética.

Foi também o microcalorímetro de combustão que nos permitiu, dois anos depois (1993), abordar um problema muito "quente" na altura e, que, ao contrário do que pensávamos quando o trabalho terminou, ainda está por resolver: a determinação da entalpia de formação do C_{60} no estado cristalino [22]. O C_{60} é o membro mais famoso de uma imensa família de formas alotrópicas de carbono designadas por fullerenos. A molécula, com a forma de uma bola de futebol (figura 5), tinha sido descoberta em 1985 [23] e isolada em 1990 [24]. Como é sabido, a descoberta valeu a Robert F. Curl e Richard E. Smalley da Universidade de Rice nos E.U.A., e a Harold W. Kroto, da Universidade de Sussex, no Reino Unido, o prémio Nobel da Química, em 1996. O valor de $\Delta_f H_m^0(\text{C}_{60}, \text{cr})$ era um dado chave para quantificar a estabilidade deste composto em relação às outras formas de carbono conhecidas e, também, para avaliar a fiabilidade das previsões de métodos computacionais usados para discutir, por exemplo, os mecanismos de formação dos fullerenos em fase gasosa. De facto, a gama de valores teoricamente previstos para a entalpia de formação do C_{60}

em fase gasosa que encontramos na literatura entre 1987 e 1992 estendia-se de $1097 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ a $4072 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ [22]. Assim, sem a existência de um valor experimental de $\Delta_f H_m^0(\text{C}_{60}, \text{g})$ fiável, tornava-se impossível validar os resultados dos diversos métodos teóricos. Como referimos anteriormente $\Delta_f H_m^0(\text{g}) = \Delta_f H_m^0(\text{cr}) + \Delta_{\text{sub}} H_m^0$ e, portanto, a obtenção de $\Delta_f H_m^0(\text{C}_{60}, \text{g})$ requeria o conhecimento de $\Delta_f H_m^0(\text{C}_{60}, \text{cr})$ e $\Delta_{\text{sub}} H_m^0(\text{C}_{60})$. Os valores de $\Delta_{\text{sub}} H_m^0(\text{C}_{60})$ existentes na literatura antes de iniciarmos o trabalho, em 1992, encontravam-se razoavelmente concordantes. Porém, no caso de $\Delta_f H_m^0(\text{C}_{60}, \text{cr})$ encontramos dois valores concordantes ($2282 \pm 14 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ [25], $2273 \pm 15 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ [26]) e um terceiro ($2422 \pm 14 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ [27]) que deles se afastava cerca de $150 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. As três determinações tinham sido efectuadas em laboratórios espalhados por várias partes do mundo (Alemanha, Japão e E.U.A.), usando diferentes amostras e diferentes calorímetros de combustão. Foi a existência desta grande discrepância que nos levou a tentar redeterminar a entalpia de formação do C_{60} no estado cristalino. Tivemos a sorte de conseguir convencer o grupo de Harold W. Kroto, Roger Taylor e David R. M. Walton, da Universidade de Sussex, no Reino Unido, a enviar-nos uns preciosos 50 mg de C_{60} ultrapuro para queimar (!):



Convém realçar que, conforme mostra a equação 10, a calorimetria de combustão

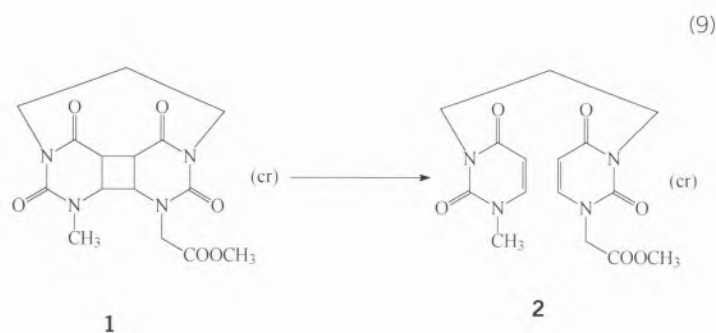


figura 5 A estrutura do [60]fullereno (C_{60})

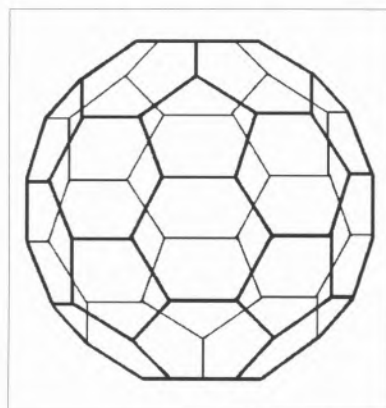
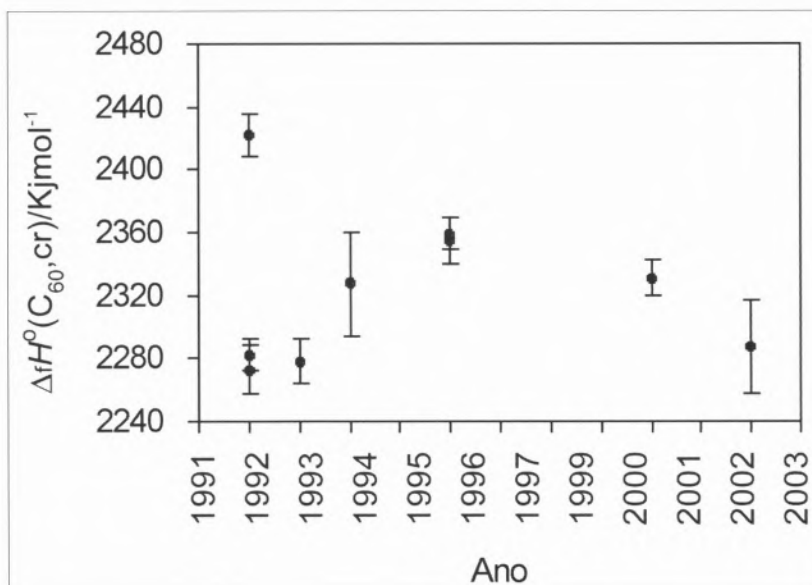


figura 6 Valores da entalpia de formação do C_{60} no estado cristalino publicados longo dos anos

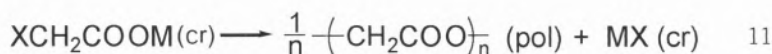


tão é uma técnica destrutiva, isto é, não permite recuperar a amostra no final dos ensaios e que, em 1992, 50 mg era uma quantidade apreciável da reserva mundial de C_{60} ultrapuro. Nessa altura havia muito poucos grupos capazes de purificar e caracterizar convenientemente uma amostra de C_{60} , e foi de facto uma sorte poder contar com a colaboração de um grupo que liderava a descoberta e caracterização de fullerenos. O contacto foi efectuado pelo Professor Martinho Simões, que à data ainda se encontrava no IST. As experiências foram realizadas pelo Dr. Hermínio Diogo (ainda estudante de doutoramento sob a supervisão dos Professores A. R. Dias e J. A. Martinho Simões) que conseguiu o milagre de realizar seis ensaios concordantes (sem falhar nenhum!) com massas de C_{60} a variar entre 3 e 16 mg. O valor médio obtido após os seis ensaios, $\Delta_f H_m^\circ(C_{60}, cr) = 2278 \pm 14 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ [22], estava em bom acordo com os dois primeiros resultados acima referidos e pensámos: –

O assunto está arrumado! Surpreendentemente, um ano depois o valor da entalpia de formação do C_{60} cristalino começou a aumentar. Em 1994, utilizando uma nova amostra, o grupo alemão obteve $= 2327 \pm 33 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ [28] e, dois anos depois, um grupo russo e outro chinês chegaram respectivamente a $2355 \pm 15 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ [29] e $2359 \pm 10 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ [30]. Mais recentemente o valor de $\Delta_f H_m^\circ(C_{60}, cr)$ voltou a diminuir. No ano 2000 uma redeterminação pelo grupo chinês atrás referido conduziu a $\Delta_f H_m^\circ(C_{60}, cr) = 2331 \pm 12 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ [31] e já no corrente ano um grupo mexicano obteve $\Delta_f H_m^\circ(C_{60}, cr) = 2287 \pm 30 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ [32]. A origem deste comportamento tipo "ioiô" observado para os resultados das determinações da entalpia de formação do C_{60} ao longo dos anos (figura 6), está ainda por descobrir e o seu esclarecimento vai certamente requerer o esforço concertado de vários laboratórios especializados em calorimetria de combustão e, sobretudo, na síntese e caracterização de fullerenos.

Embora a incerteza no valor experimental de $\Delta_f H_m^\circ(C_{60}, cr)$ seja ainda apreciável, os resultados existentes têm pelo menos o mérito de permitir reduzir extraordinariamente a gama de variação aceitável para as previsões dos métodos teóricos. Para além disso, de acordo com os oito resultados acima indicados, a entalpia de formação do C_{60} cristalino por átomo de carbono varia entre $37.9 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ e $40.4 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, mostrando, assim, que o C_{60} é consideravelmente mais instável que a grafite e o diamante, cujas entalpias de formação são respectivamente $0 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ e $1.895 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ [33].

Posteriormente, também em colaboração com o grupo de Sussex, atacámos a determinação da entalpia de formação do C_{70} , o segundo fullereno mais famoso [34]. A panorâmica actual, relativamente à incerteza no valor experimental de $\Delta_f H_m^\circ(C_{70}, cr)$, não é muito diferente da descrita para o C_{60} .



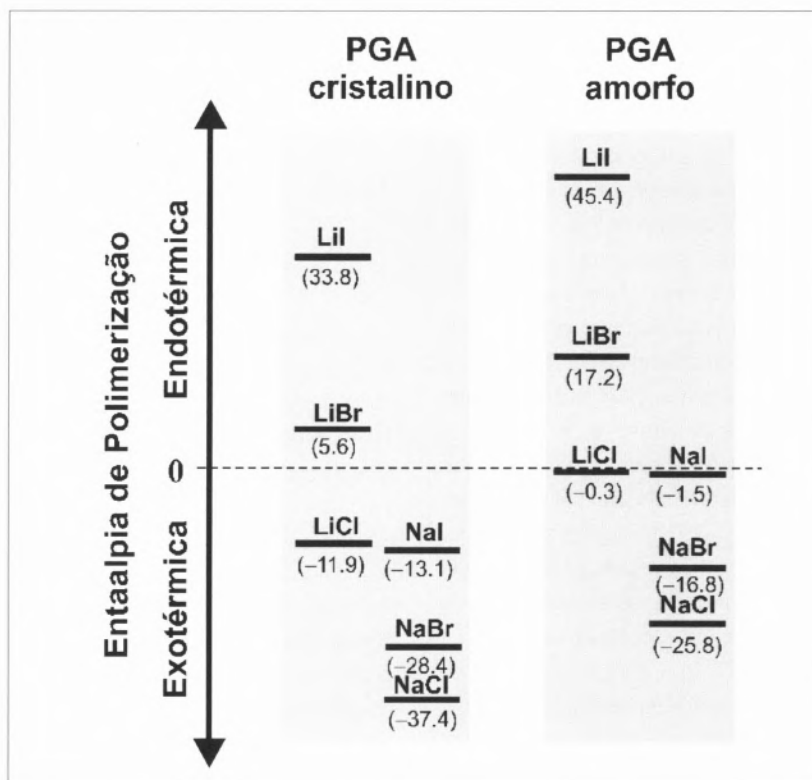


figura 7 Entalpias de polimerização dos haloacetatos de lítio e sódio (reação 12) no estado padrão e a 298.15 K (dados em $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$)

Com a passagem do século a diversificação do trabalho no CQE aumentou. Um dos vários problemas que abordamos já no século XXI, em colaboração com o grupo do Professor Matthias Epple da Universidade de Bochum (Alemanha), prende-se com o estudo da energética da polimerização de haloacetatos de metais alcalinos, XCH_2COOM (M = metal alcalino; X = halogénio), em estado sólido [35], que conduz ao poliglicolato $(-\text{CH}_2\text{COO})_n$, mediante a reação 11.

O poliglicolato, PGA, é um polímero não tóxico e facilmente biodegradável, com grande potencial para aplicações em medicina e farmacologia. É, por exem-

plo, usado em sistemas para administração controlada de medicamentos ("drug-delivery systems"), em matrizes para cultura de tecidos ("tissue engineering"), na fabricação de linhas de sutura cirúrgica autoabsorvíveis e em materiais para reparação de fracturas ósseas.

Convencionalmente, o PGA é sintetizado a partir da 1,4-dioxano-2,5-diona, usando um catalisador (e.g. SbF_3), conforme indicado na reação 12.

Como alternativa, pode escolher-se a reação 11, que foi descoberta por Hoffman em 1857, quando, trabalhando sob a orientação de Kekulé, decidiu estudar a policondensação do cloroacetato de potássio [36]. Esta reação tinha

passado praticamente despercebida até cerca de 1996, altura em que se tomou consciência que podia ser um método eficiente para preparar poliglicolatos com micromorfologia e porosidade controladas [37]. De facto, a reação conduz a uma mistura íntima de poliglicolato e de sal MX. Removendo este último por lavagem com água obtém-se um poliglicolato altamente poroso, cuja porosidade depende da natureza do material de partida [37]. Esta possibilidade de controlo da porosidade e da micromorfologia é, obviamente, muito interessante tendo em conta as aplicações médicas. A reação apresenta também vantagens evidentes do ponto de vista ambiental, uma vez que não implica a

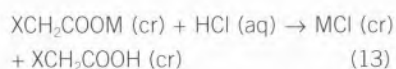
Tabela 1

Decomposição da entalpia de reação 11 em termos das entalpias de rede das espécies XCH_2COOM e MX e da entalpia da reação 15 (dados em $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$)

M	X	$\Delta_{\text{lat}}H_m^{\circ}(\text{XCH}_2\text{COOM})$	$\Delta_rH_m^{\circ}(15)$	$-\Delta_{\text{lat}}H_m^{\circ}(\text{MX})$	$\Delta_rH_m^{\circ}(11)$
Li	Cl	888.8	-40.7	-860.0	-11.9
	Br	887.2	-64.0	-817.6	5.6
Na	Cl	789.7	-40.7	-786.5	-37.4
	Br	787.3	-64.0	-751.7	-28.4

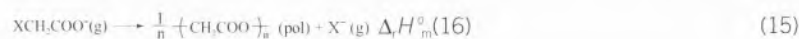
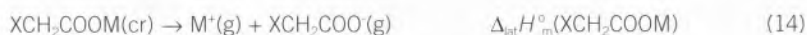
eliminação de solventes ou de catalisadores metálicos.

Antes de principiarmos o estudo destes sistemas no início do corrente ano, havia já um considerável número de aspectos estruturais e de reactividade que tinham sido investigados sistematicamente, recorrendo a um largo espectro de técnicas experimentais [37]. Mas não se compreendia, por exemplo, a razão pela qual o $\text{ClCH}_2\text{COONa}$ polimerizava rapidamente a 471 K e o ICH_2COONa se decompunha a 493 K sem a ocorrência de polimerização. Para tentar discutir a origem destas observações de uma perspectiva termodinâmica, procedeu-se a uma análise da energética da reacção 11 para $\text{M} = \text{Li}$, Na e $\text{X} = \text{Cl}$, Br , I , com base em resultados de calorimetria de combustão e calorimetria de solução-reacção. A calorimetria de solução-reacção permitiu obter as entalpias de formação dos vários haloacetatos de sódio e lítio, a partir da determinação experimental da entalpia da seguinte reacção, $\Delta_f H_m^\circ$ (13):



A calorimetria de combustão conduziu aos valores de $\Delta_f H_m^\circ(\text{XCH}_2\text{COOH}, \text{cr})$ [37], que são necessários para calcular $\Delta_f H_m^\circ(\text{XCH}_2\text{COOM}, \text{cr})$ a partir de $\Delta_f H_m^\circ$ (13). Neste âmbito contámos, mais uma vez, com a colaboração do grupo do Professor Ribeiro da Silva, no Porto, que nos disponibilizou o calorímetro de combustão de bomba macro necessário às determinações. A primeira conclusão deste estudo está resumida na figura 7, que mostra a variação da entalpia da reacção 11 em função da natureza do metal M e do halogeneto X , e da cristalinidade do polímero (as entalpias de formação do políglicolato amorfo e cristalino estavam disponíveis na literatura). Nota-se, claramente que, tal como observado, a reacção é mais favorável (mais exotérmica) para os sais de sódio do que para os de lítio.

Uma análise mais profunda da origem desta tendência pôde ser efectuada decompondo a reacção 11 nos seguintes processos hipotéticos:



A entalpia da reacção 14 corresponde à entalpia de rede do XCH_2COOM , $\Delta_{\text{lat}} H_m^\circ(\text{XCH}_2\text{COOM})$, e a entalpia da reacção 16 representa o simétrico da entalpia de rede do sal MX , $\Delta_{\text{lat}} H_m^\circ(\text{MX})$. Na reacção 15 uma ligação carbono-halogénio é cindida para originar políglicolato e X . Admitindo arbitrariamente que o PGA formado na reacção 11 possui uma cristalinidade de 100%, e calculando as entalpias das reacções 14 a 16 com base em valores por nós obtidos ou retirados da literatura, foi possível chegar aos resultados indicados na Tabela 1. Estes mostraram que a entalpia de rede dos sais acetato é independente da natureza do halogeneto X . Para além disso, embora na reacção 15 a quebra da ligação C-Br com formação de Br seja $23.3 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ mais favorável do que a cisão da ligação C-Cl com a formação de Cl , esta diferença não é suficientemente elevada para ultrapassar a diferença entre as entalpias de rede dos sais MX que é favorável ao MCl . Assim, a diminuição da tendência dos haloacetatos XCH_2COOM ($\text{M} = \text{Li}, \text{Na}$; $\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$) para polimerizar quando X varia ao longo da série $\text{Cl} \rightarrow \text{Br} \rightarrow \text{I}$, parece ser essencialmente determinada pelo valor da entalpia de rede dos sais MX .

Os exemplos acima apresentados ilustram alguns dos meus interesses científicos da última década. Mas, a história não estaria completa sem referir que todo este trabalho se tem integrado num projecto mais alargado, que envolve, para além do grupo do Centro de Química Estrutural, dois outros grupos totalmente independentes: um na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, liderado pelo Professor J. A. Martinho Simões e outro no Instituto Tecnológico e Nuclear, liderado pelo Dr. João Paulo Leal. Na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa usa-se calorimetria fotoacústica para estudar a

energética de radicais em solução [3]. Existe ainda uma vertente de Química Computacional centrada numa partilha de estudantes de doutoramento com o professor Benedito Cabral do Grupo de Física Matemática do Complexo II. No ITN está disponível um calorímetro de solução-reacção, especialmente projectado para estudar compostos altamente sensíveis ao oxigénio e à humidade, e um espectrómetro de ressonância ciclónica de iões com transformada de Fourier, utilizado para estudar reacções ião-molécula em fase gasosa [39]. O núcleo deste "supergrupo", a que normalmente chamamos "Grupo de Termoquímica de Lisboa", nasceu de facto no Centro de Química Estrutural do Instituto Superior Técnico em torno do Professor Martinho Simões, antes da sua transferência para a FCUL, e tem-se mantido unido apesar de os seus membros transitarem, por vezes, de instituição. Embora o trabalho em curso envolva muitas vezes apenas um dos grupos, é discutido por todos em reuniões, que normalmente decorrem rotativamente com uma periodicidade mensal, numa das instituições. A utilização do equipamento disponível e das verbas obtidas em projectos conjuntamente submetidos é totalmente flexível. Esta fortíssima interacção que é, também, obviamente, baseada numa grande amizade, tem-nos beneficiado a todos, uma vez que a maioria dos problemas interessantes em energética molecular necessitam ser abordados usando diversas metodologias experimentais e teóricas.

Resta, por último, acrescentar que, para além da importante interacção com os vários membros do Grupo de Termoquímica de Lisboa exteriores ao IST, grande parte do trabalho realizado no CQE tem sido levado a bom porto graças à colaboração do Dr. Hermínio Diogo, que comigo tem partilhado a responsabilidade

da manutenção do laboratório de termoquímica em velocidade de cruzeiro, e ao entusiasmo de alguns ex e actuais estudantes de doutoramento (Paulo Nunes, Rui Centeno Santos, Ana Lúcia Lagoa). Crucial tem também sido o financiamento concedido ao longo dos anos pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia, presentemente através do projecto POCTI/199/QUI/35406.

Referências

- [1] Ver a entrevista ao Prof A. Romão Dias em: M. J. Melo, F. Pina *Bol. Soc. Port. Quím.* **2001**, N.º 83, 17.
- [2] M. E. Minas da Piedade, J. A. Martinho Simões *Rev. Port. Quím.* **1997**, 4, 45.
- [3] J. A. Martinho Simões *Bol. Soc. Port. Quím.* **2001**, N.º 83, 30.
- [4] H. P. Diogo, M. E. Minas da Piedade, J. A. Martinho Simões, C. Teixeira *J. Organometal. Chem.* **2001**, 632, 188.
- [5] P. J. Davidson, M. F. Lappert, R. Pearce *Chem. Rev.* **1976**, 76, 219.
- [6] *Comprehensive Organometallic Chemistry*; G. Wilkinson, F. G. A. Stone, E. W. Abel, Eds.; Vol. 3; Pergamon Press: Oxford, 1982; pag. 459 e 1308.
- [7] G. Wilkinson in: *Proceedings of the 5th International Conference on Organometallic Chemistry*; Moscow 1971; Butterworths: London, 1972.
- [8] J. C. G. Calado, A. R. Dias, J. A. Martinho Simões *J. Chem. Soc., Chem. Com.* **1978**, 17, 737.
- [9] A. R. Dias, J. C. G. Calado, A. R. Dias, M. E. Minas da Piedade, J. A. Martinho Simões *Rev. Port. Quím.* **1980**, 22, 57.
- [10] H. P. Diogo, M. E. Minas da Piedade, A. C. Fernandes, J. A. Martinho Simões, M. A. V. Ribeiro da Silva, M. J. S. Monte *Thermochemical Acta* **1993**, 228, 15.
- [11] *The Characterization of High Temperature Vapors*; J. L. Margrave Ed.; John Wiley: New York, 1967.
- [12] J. W. Edwards, G. L. Kington *Trans. Faraday Soc.* **1962**, 58, 1323.
- [13] P. C. Carman *Flow of Gases Through Porous Media*; Butterworths: London, 1956, p 64.
- [14] P. W. Atkins, J. de Paula *Physical Chemistry*, 7th Ed; Oxford University Press: Oxford, 2001.
- [15] H. P. Diogo, M. E. Minas da Piedade *J. Chem. Thermodynamics* **1995**, 27, 197.
- [16] R. C. Santos, H. P. Diogo, M. E. Minas da Piedade *J. Chem. Thermodynamics* **1999**, 31, 1417.
- [17] H. P. Diogo, A. R. Dias, A. Dhalla, M. E. Minas da Piedade, T. P. Begley *J. Org. Chem.* **1991**, 56, 7340.
- [18] Ver, por exemplo, J. Cadet, P. Vigny *Bioorganic Photochemistry*; H. Morrison Ed.; Wiley: New York, 1990; Vol 1, p 1.
- [19] Ver, por exemplo, G. M. Myles, A. Sancar *Chem. Res. Toxicol.* **1989**, 2, 197.
- [20] J. B. Pedley *Thermochemical Data and Structures of Organic Compounds*; TRC Data Series, Vol. I; Thermodynamics Research Center: College Station, 1994.
- [21] D. R. Stull, E. F. Westrum, Jr., G. C. Sinke *The Chemical Thermodynamics of Organic Compounds*; Wiley: New York, 1969.
- [22] H. P. Diogo, M. E. Minas da Piedade, T. J. S. Dennis, J. P. Hare, H. W. Kroto, R. Taylor, D. R. M. Walton *J. Chem. Soc., Faraday Trans.* **1993**, 89, 3541.
- [23] H. W. Kroto, J. R. Heath, J. R. O'Brien, S. C. Curl, R. Smalley *Nature* **1985**, 318, 162.
- [24] W. Krätschmer, L. D. Lamb, K. Fostiropoulos, D. R. Huffman *Nature* **1990**, 347, 354.
- [25] H.-D. Beckhaus, C. Rüchardt, M. Kao, F. Diederich, C. S. Foote *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **1992**, 31, 63.
- [26] (a) T. Kiyobayashi, M. Sakiyama *Annual Report of Microcalorimetry Research Center, Faculty of Science, Osaka University*, **1992**, 13, 58. (b) T. Kiyobayashi, M. Sakiyama *Fullerene Sci. Technol.* **1993**, 1, 269.
- [27] W. V. Steele, R. D. Chirico, N. K. Smith, W. E. Billups, P. R. Elmore, A. E. Wheeler *J. Phys. Chem.* **1992**, 96, 4731.
- [28] H.-D. Beckhaus, S. Verevkin, C. Rüchardt, F. Diederich, C. Thilgen, U.-H. ter Meer, H. Mohn, W. Müller, C. S. Foote *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* **1994**, 33, 996.
- [29] V. P. Kolesov, S. M. Pimenova, V. K. Pavlovich, N. B. Tamm, A. A. Kurskaya *J. Chem. Thermodynamics* **1996**, 28, 1121.
- [30] A. Xu-wu, H. Jun, B. Zheng *J. Chem. Thermodynamics* **1996**, 28, 1115.
- [31] A. Xu-wu, H. Jun *Thermochimica Acta* **2000**, 352/353, 273.
- [32] A. Rojas, L. A. Torres in: *Abstracts of the 17th IUPAC Conference on Chemical Thermodynamics*, Rostock, Germany, 2002.
- [33] D. D. Wagman, W. H. Evans, V. B. Parker, R. H. Schumm, I. Halow, S. M. Bailey, K. L. Churney, R. L. Nuttall *The NBS Tables of Chemical Thermodynamics Properties, J. Phys. Chem. Ref. Data* **1982**, 11, Supplement no. 2.
- [34] H. P. Diogo, M. E. Minas da Piedade, A. D. Darwish, T. J. S. Dennis *J. Phys. Chem. Solids* **1997**, 58, 1965.
- [35] A. L. C. Lagoa, H. P. Diogo, M. E. Minas da Piedade, K. Schwarz, M. Epple *J. Phys. Chem. B*, **2002**, 106, 10764.
- [36] R. Hoffmann *Justus Liebig's Ann. Chem.* **1857**, 102, 1.
- [37] A. L. C. Lagoa, H. P. Diogo, M. P. Dias, M. E. Minas da Piedade, L. M. P. F. Amaral, M. A. V. Ribeiro da Silva, J. A. Martinho Simões, R. C. Guedes, B. J. Costa Cabral, K. Schwarz, M. Epple *Chem. Eur. J.* **2001**, 7, 483.
- [38] O. Herzberg, M. Epple *Eur. J. Inorg. Chem.* **2001**, 1395.
- [39] Sobre esta técnica ver J. Marçalo *Bol. Soc. Port. Quím.* **1997**, N.º 66, 32.

Só em Ciência se pode amar o que se destrói, se pode continuar o passado negando-o, se pode venerar o mestre contradizendo-o. (...) Só há por isso Ciência com uma aprendizagem contínua. É esta a Escola que a Ciência deve instaurar. Quando isso acontecer, as forças sociais inverter-se-ão, e será a Sociedade a organizar-se para a Escola, e não a Escola a organizar-se para a Sociedade.

G. Bachelard, 1938.

Agora em Português!

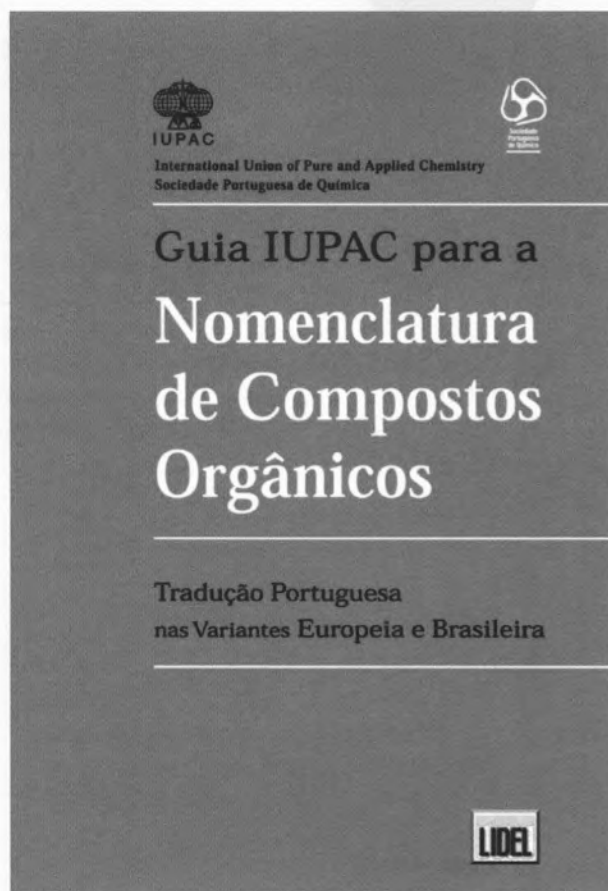
Um livro de referência para todos os Químicos!

Porque é necessário saber identificar uma espécie química por meio de uma palavra escrita ou pronunciada;

Para que o leitor, ou simplesmente o ouvinte, possa deduzir a estrutura a partir do nome, os nomes dos compostos devem ter tanta relação quanto possível com as suas estruturas;

E como tudo isto requer um sistema de princípios e de regras, cuja aplicação dá origem a uma nomenclatura sistemática,

Aparece, agora em PORTUGUÊS, o Guia IUPAC para a Nomenclatura de Compostos Orgânicos que actualiza o conjunto de regras contidas na última edição de *Nomenclature of Organic Chemistry* e permite ao utilizador criar nomes correctos, na nossa língua, adaptados a cada caso particular.



RESULTADO DE UM EXAUSTIVO
TRABALHO DE CONSULTA

REVISTO POR INÚMERO
ESPECIALISTAS NACIONAIS

Tradutores

- Ana Cristina Fernandes - Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias de Lisboa
- Bernardo Herold - Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa
- Hernâni Maia - Universidade do Minho
- Amélia Pilar Rauter - Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
- José Augusto Rosário Rodrigues - Universidade Estadual de Campinas do Estado de São Paulo

ADAPTADO À LÍNGUA PORTUGUESA

Inclui referência à variante brasileira sempre que esta seja diferente da europeia

LIDEL - Edições Técnicas, Lda
Www.lidel.pt • E-mail: promocao@lidel.pt
Lisboa: 213541448 • Porto: 225097993/5 • Coimbra: 239822486



Biogeociclos: Uma visão molecular das enzimas e dos mecanismos envolvidos nos ciclos dos elementos: Parte I

CARLA CARNEIRO^{1,2} E JOSÉ J. G. MOURA¹

Parte 1: Biogeociclo do Azoto

Título corrente: Biogeociclos dos elementos

Palavras chave: Ciclos dos elementos, Azoto, Enxofre, Carbono, Hidrogénio

Nota prévia

A circulação dos elementos químicos no planeta é um processo complexo com muitas e variadas vertentes. Os vários ciclos elementares são muito mais do que simples reacções químicas. São em parte biológicos e em parte geoquímicos, pois envolvem a participação de microrganismos e estão associados a grupos de elementos metálicos. Uma variedade de enzimas e múltiplos transportadores electrónicos (que com estas interactuam) asseguram a catálise, passo a passo, por formação de intermediários chave.

As etapas chave destes ciclos biogeoquímicos são catalisados por enzimas que dependem de ferro, manganês, molibdénio, cobre, níquel, entre outros e têm levantado importantes questões na área da Química Bioinorgânica, nos processos de conservação de energia e nas relações estrutura/função. O esclarecimento destas e de outras questões surgiu, essencialmente nos últimos três anos, por obtenção da estrutura cristalográfica duma variedade de enzimas incluindo estruturas das enzimas com o

substrato ou com o produto ligado. Estes novos dados contribuíram, assim, para um progresso significativo no conhecimento do papel dos centros metálicos envolvidos na catálise, revelando a sua arquitectura, para além de aspectos estruturais globais que permitiram uma interpretação mecanística dos processos que compõem os vários ciclos biogeoquímicos. Estes são constituídos por processos assimilativos, quando se realiza a incorporação de um determinado elemento, sob a forma de matéria orgânica, ou respiratórios, se associados à obtenção de energia, utilizando as várias espécies como aceitadores electrónicos e/ou dissimilativos associados à dissipação de energia ou poder redutor ou à detoxificação.

Muito embora a respiração aeróbia seja energeticamente mais favorável uma variedade de compostos (orgânicos e inorgânicos) pode ser utilizada como aceitador terminal de electrões, para além do oxigénio (figura 1). A capacidade de efectuar uma respiração anaeróbia permite, deste modo, a alguns microrganismos, a sobrevivência em nichos particulares.

É objectivo deste artigo rever aspectos estruturais das enzimas envolvidos nos ciclos dos elementos. Os ciclos não são apresentados de modo exaustivo, mas procura-se pôr em evidência as partes dos ciclos para as quais há um conheci-

mento detalhado da estrutura tridimensional do biocatalisador envolvido. Mais ainda, são apresentadas hipóteses mecanísticas que resultam, muitas delas, da análise estrutural. Os avanços da biologia molecular e das técnicas de análise estrutural permitem, que neste momento, haja disponível um conjunto de informação que possibilita uma análise detalhada das relações estrutura e função dos biocatalisadores que controlam as transformações ocorrentes nos ciclos.

O artigo é dividido em 3 partes:

- 1 - Biogeociclo do AZOTO
- 2- Biogeociclo do ENXOFRE
- 3- Biogeociclo do CARBONO e HIDROGÉNIO

1. O ciclo do azoto

1.1. Introdução

No ciclo biogeoquímico do azoto (figura 2) participam uma série de enzimas que catalisam a interconversão do azoto inorgânico entre diferentes estados de oxidação (+5 a -3), a sua assimilação (como matéria orgânica) e a respectiva mineralização (reacção inversa) (Richardson *et al.*, 1998; Richardson e Watmough, 1999).

Nos procaríotas, as várias reacções de oxidação-redução, com excepção da

¹REQUIMTE, Departamento de Química, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 2829-516 Monte de Caparica, Portugal Tel: +351-21-2948382 Fax: +351-21-2948550 e-mail: jose.moura@dq.fct.unl.pt, web www.dq.fct.unl.pt/bioin/

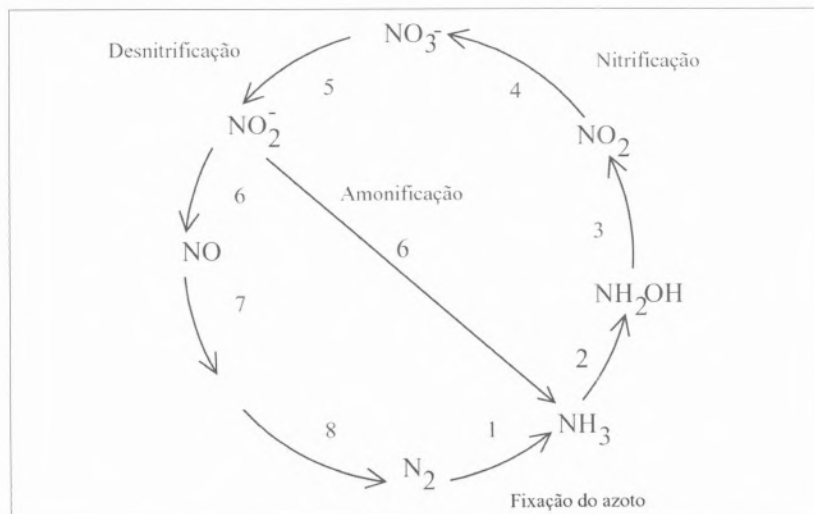
² Morada presente: Departamento de Sistemas e Informática, Escola Superior de Tecnologia, Instituto Politécnico de Setúbal, Rua Vale de Chaves, Estefanilha, 2910-761 Setúbal

E° (V)	Tipos de Respiração	
Condições anóxicas		
-0,3	CH ₃ COO CO ₂	Respiração de compostos de Carbono
-0,25	CH ₄ CO ₂	Respiração de compostos de Carbono
-0,22	HS ⁻ SO ₄ ²⁻	Respiração de Sulfato
0	Succinato Fumarato	Respiração de Fumarato
+0,4	NO ₂ , N ₂ O, N ₂ NO ₃	Respiração de nitrato
+0,75	Fe ²⁺ Fe ³⁺	Respiração do Ferro
Condições óxicas		
+0,82	H ₂ O O ₂	Respiração aeróbia

figura 1 Exemplos de respiração anaeróbia (Adaptado de Madigan et al., 2000).

reação de fixação (que envolve uma enzima citoplasmática que requer ATP), estão associadas a transportadores de membrana na cadeia respiratória e, conseqüentemente, à síntese de adenosina trifosfato (ATP). Os passos oxidativos (amónia a nitrito e nitrito a nitrato)

envolvem a doação de electrões ao oxigénio, via proteínas membranares, enquanto que as reacções de redução (nitrato a azoto molecular) envolvem o fluxo de electrões provenientes de várias cadeias de transporte electrónico (Ferguson, 1998).



A capacidade de fixar o azoto molecular é restrita aos procariotas dos domínios Bacteria e Archaea, denominados organismos diazotróficos. A nitrificação é o processo pelo qual a amónia é oxidada a nitrito; na nitrificação autotrófica, a amónia é utilizada como fonte de crescimento, enquanto que a nitrificação heterotrófica está associada à dissipação de energia. A sequência pela qual o nitrato e o nitrito são reduzidos, via óxidos azotados gasosos, a azoto molecular é denominada desnitrificação. O nitrato e o nitrito podem também ser reduzidos com fins assimilativos ou para detoxificação do nitrito por acção de enzimas citoplasmáticas, num processo não energético (Richardson et al., 1998; Richardson e Watmough, 1999; Schmid et al., 2001).

1.2. Caracterização molecular de enzimas do ciclo do azoto

1.2.1. Nitrogenase (passo 1)

A nitrogenase catalisa a redução do azoto molecular a amónia num processo dependente de ATP, de acordo com a seguinte equação:



A nitrogenase catalisa também a redução de protões a hidrogénio molecular, à custa da hidrólise da ATP, e a redução de uma série de substratos não fisiológicos (acetileno, azida, cianeto e cloropropeno) (Schmid et al., 2001).

A nitrogenase de *Azotobacter (Az.) vine-landii* (figura 3) é composta por duas

figura 2 Ciclo biogeoquímico do azoto. O azoto atmosférico (N₂) pode ser reduzido a amónia (NH₃) por acção da nitrogenase (passo 1). A amónia pode ser incorporada como matéria orgânica ou ser sequencialmente oxidada, via hidroxilamina, a nitrito (NO₂), por catálise da MOA (passo 2) e da OHA (passo 3), respectivamente, e a nitrato (NO₃), por intermédio da oxidase do nitrito (passo 4) (desnitrificação). Por sua vez, o nitrato pode ser utilizado como fonte de azoto para biossínteses, ou ser sequencialmente reduzido, via nitrito, a óxido nítrico (NO) e o óxido nítrico (N₂O) a azoto molecular (N₂), por acção conjunta da NAR (ou NAP), NiR (ou CuNiR), NOR e NOS, respectivamente (passos 5 a 8). O nitrito pode, por sua vez, ser reduzido a amónia, por catálise da ccNiR (passo 6) (Adaptado de Ferguson, 1998). A nomenclatura das enzimas é indicada no texto.

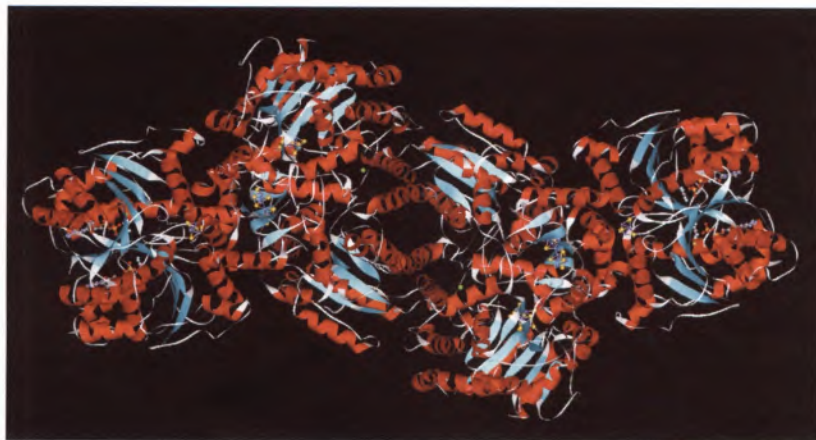


figura 3 Representação esquemática da nitrogenase hetero-octamérica de *Az. vinelandii* estabilizada com ADP·AlF₄⁻. Os co-factores e o íon cálcio (a verde) estão representados por modelos "stick and ball" (Adaptado de Schmid *et al.*, 2001).

proteínas citoplasmáticas: a proteína de ferro (Fe), um homodímero de 63 kDa e a proteína de molibdénio e ferro (FeMo), um heterotetrâmero ($\alpha_2\beta_2$) de 240 kDa em que cada subunidade α e β possui 60 kDa. A proteína de Fe, ou componente II, possui um único centro de [4Fe-4S] e liga duas moléculas de ATP; transmite electrões, a partir de uma proteína doadora, a flavodoxina, para a proteína de FeMo, ou componente I, que contém o sítio de ligação e de redução do azoto molecular. A proteína de FeMo possui, por dímero, dois tipos de centros de ferro-enxofre: um é o agregado P, um centro de [8Fe-7S], um duplo cubano, e o outro incorpora molibdénio (1Mo:7Fe:9S:1 homocitrato). Adicionalmente, possui dois catiões ligados, Ca²⁺ ou Mg²⁺, aos quais foi atribuído um papel estrutural. As nitrogenases alternativas diferem das nitrogenases tradicionais, no facto do molibdénio da pro-

teína de FeMo ser substituído por vanádio (proteína FeV) ou por um ferro adicional (proteína FeFe) (Ferguson, 1998; Schmid *et al.*, 2001).

A proteína de FeMo

Apesar de não existir semelhança na sequência de aminoácidos das duas subunidades (α e β) do tetrâmero, estas apresentam um enrolamento muito semelhante que consiste em três domínios do tipo folha β paralela/hélice α . Na subunidade α , o co-factor de FeMo ocupa o topo de uma fenda existente na interface dos três domínios, enquanto que o agregado P está localizado na interface, entre as subunidades α e β , protegido do solvente. No entanto, o ambiente em seu redor contém vários resíduos polares e carregados. Cada subunidade β possui um catião ligado, presumivelmente um cálcio, coordenado por resíduos de ambas as subunidades. A ex-

tensa interacção entre as subunidades α e β sugere que cada um dos dímeros ab forma uma unidade funcional pelo que se pode considerar o tetrâmero como sendo um dímero de dímeros (figura 4) (Schmid *et al.*, 2001).

O agregado P, um centro de [8Fe-7S], alterna a sua coordenação, consoante o estado de oxidação da proteína de FeMo. No estado oxidado (P_{ox}) (figura 5A), este pode ser descrito como sendo constituído por um centro de [4Fe-4S] e um centro de [4Fe-3S] (predominantemente ligados à subunidade α e β , respectivamente) e ligados em ponte por duas cisteínas (Cis α 88 e Cis β 95). Adicionalmente, existem dois ligandos não sulfurados: o azoto da ligação peptídica, pertencente à Cis α 88 e o oxigénio da cadeia lateral da Ser β 188. No estado reduzido (P_N) (figura 5B), a coordenação é efectuada apenas por seis cisteínas, três da subunidade α e três da subuni-

figura 4 Representação esquemática do heterotetrâmero, proteína de FeMo, da nitrogenase de *Az. vinelandii*. Os co-factores e o íon cálcio (a verde) estão representados por modelos "stick and ball" (Adaptado de Schmid *et al.*, 2001).



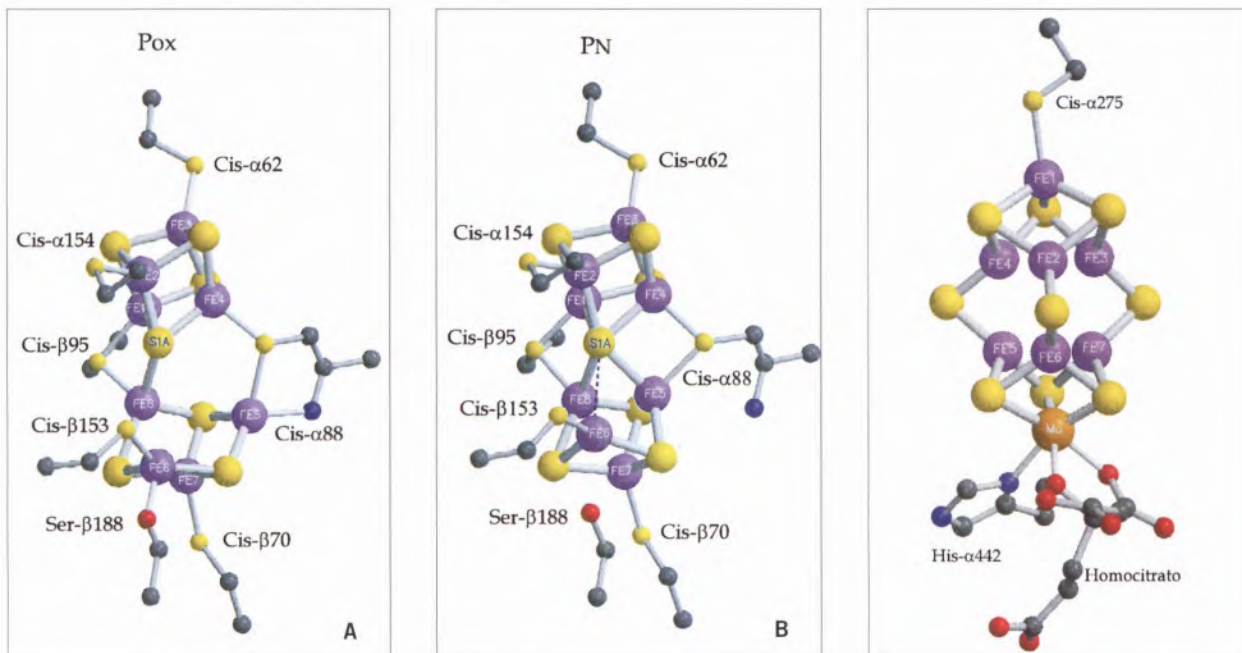


figura 5 Estrutura do agregado P e respectivos ligandos da proteína de FeMo da nitrogenase de *Az. vinelandii*, (A) no estado oxidado (P_{ox}) e (B) no estado reduzido (P_N) (Adaptado de Schmid *et al.*, 2001).

dade β, (Cisα62, Cisα88, Cisα154, Cisβ70, Cisβ95 e Cisβ153). A alteração da estrutura do agregado P, entre P_{ox} e P_N, é acompanhada por uma alteração dos ligandos, associada ao movimento do Fe5 e Fe6. O enxofre S1A (enxofre central) deixa de ter uma coordenação tetraédrica, para apresentar, no estado reduzido, uma coordenação octaédrica distorcida (Schmid *et al.*, 2001).

O co-factor de FeMo, a 10 Å da superfície, está ligado essencialmente à subunidade a e pode ser considerado como derivado de um centro de [4Fe-3S] e de um agregado [Mo:3Fe:3S], cubanos parciais, ligados em ponte por três enxofres (figura 6). Apenas dois resíduos ligam o co-factor à cadeia polipeptídica (Cisα275 e Hisα442), num arranjo tal que seis dos átomos de ferro possuem apenas três ligandos. A coordenação octaédrica do molibdénio é completada por ligação de um homocitrato (ligando bidentado) (Schmid *et al.*, 2001).

Curiosamente, os ligandos dos agregado P e co-factor de FeMo pertencem a uma mesma região, um centro composto por quatro folhas β rodeadas por hélices α, num arranjo estrutural semelhante ao observado na coordenação do agregado

H das hidrogenases contendo apenas ferro (Schmid *et al.*, 2001).

A proteína de Fe

Cada uma das subunidades idênticas do dímero apresenta oito folhas β torcidas, rodeadas por nove hélices α (figura 7); a parte central contém sete folhas β paralelas e uma pequena folha β antiparalela, num arranjo semelhante às proteínas de permuta de nucleotídeos. O centro de [4Fe-4S], localizado à superfície e na interface das duas cadeias polipeptídicas, está coordenado simetricamente por duas cisteínas, uma de cada subunidade (Cis97 e Cis132). Os dois locais de ligação da molécula de ATP (um em cada subunidade) distam cerca de 20 Å do centro de ferro-enxofre (Ferguson, 1998; Schmid *et al.*, 2001).

A estrutura cristalina obtida para o complexo, entre a proteína de Fe, contendo ADP.AIF₄⁻ (em ambos os locais de ligação do ATP) como factor de estabilização e a proteína de FeMo, permitiu confirmar o modo de associação entre as duas proteínas (a proteína de FeMo heterotetramérica possui dois homodíme-

figura 6 Estrutura do agregado de FeMo e respectivos ligandos da proteína de FeMo da nitrogenase de *Az. vinelandii* (Adaptado de Schmid *et al.*, 2001).

ros de proteína de Fe ligados) e tirar ilações relativamente ao mecanismo de catálise. A proteína de Fe sofre grandes alterações estruturais, que estão associadas à hidrólise do ATP, posicionando o centro de ferro-enxofre a 14 Å do agregado P. Na proteína de FeMo apenas se observam alterações conformacionais no agregado P, permanecendo inalterado o resto da molécula (Ferguson, 1998).

Deste modo, a redução do azoto molecular envolve inicialmente a formação dum complexo entre a proteína de Fe reduzida (por duas flavodoxinas), ligada a duas moléculas de ATP, e a proteína de FeMo. A subsequente transferência electrónica entre as duas proteínas, via agregado P, está associada à hidrólise da ATP (duas moléculas por electrão transferido). Esta hidrólise impulsiona a dissociação do complexo formado pelas duas proteínas, favorece a estabilização da interface entre as subunidades na proteína de Fe, contribuindo para o reposicionamento do centro de ferro-enxofre na superfície (para ser novamente reduzido) e permite nova ligação de duas moléculas de ATP. Na proteína de FeMo, as alterações observadas, entre o

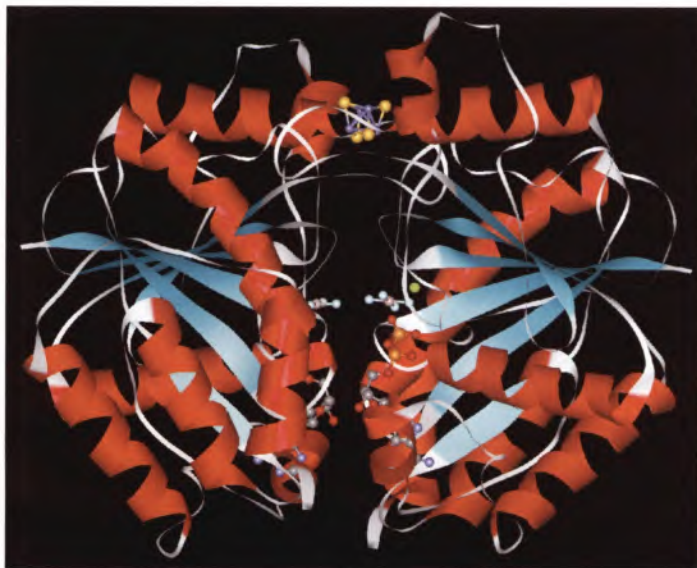


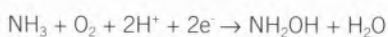
figura 7 Representação esquemática do homodímero, proteína de Fe, da nitrogenase de *Az. vinelandii*. O centro de [4Fe-4S] e os nucleotídeos (ADP·AlF₄⁻) estão representados por modelos "stick and ball" (Adaptado de Schmid et al., 2001).

estado oxidado e reduzido, apenas na coordenação do agregado P, sugerem que a transferência de dois electrões está associada à entrada de dois prótons; os ligandos libertados (a serina e a cisteína) podem ser protonados e os electrões são entregues ao sítio activo, o agregado FeMo, de uma forma sincronizada e mediada pelo agregado P. A reacção termina por repetição dos ciclos anteriores, até se terem acumulado electrões (ou prótons) suficientes (Ferguson, 1998).

Geralmente é aceite que substratos e inibidores se ligam directamente aos centros metálicos; no entanto, a demonstração directa deste facto tem sido difícil e ainda não foi possível, neste caso. Existem dois modos de ligação possíveis para o azoto molecular ao co-factor de FeMo: o N₂ liga-se ao molibdénio e a um (ou vários) ferro(s), ou formam-se espécies híbridas. A ideia de uma transferência de dois electrões deve ser considerada com reservas, e ter apenas o estatuto de hipótese, pois algumas observações não são consistentes com este mecanismo (Ferguson, 1998).

1.2.2. Mono-oxigenase da amónia (passo 2) - MOA

A mono-oxigenase da amónia (MOA) é uma enzima membranar que catalisa a primeira reacção da nitrificação, de acordo com a seguinte equação:



O estudo da MOA tem sido dificultado, dada a labilidade da enzima. No entanto, a determinação de três genes estruturais permitiu estabelecer analogias com a mono-oxigenase do metano (MOM), também uma enzima membranar (McTavish *et al.*, 1993; Holmes *et al.*, 1995). O conhecimento da MOA será favorecido pelo estudo da MOM, recentemente purificada como uma enzima trimérica que liga até quinze átomos de cobre por complexo. Actualmente é aceite o facto de que a MOA liga um centro polinuclear de cobre e possivelmente ferro, mas como, até à data, muito pouco é conhecido acerca da MOM, o conhecimento da MOA é também limitado (Ferguson, 1998; Richardson e Watmough, 1999).

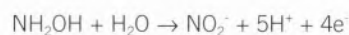
Independentemente da natureza molecular da MOA a sua actividade enzimática depende de uma fonte de electrões, possivelmente a reacção de oxidação da hidroxilamina a nitrito catalisada pela oxidase da hidroxilamina (passo 3); dos quatro electrões libertados dois são utilizados pela MOA na oxidação da amónia gerando outra molécula de hidroxilamina, os dois restantes são entregues a uma oxidase terminal da cadeia respiratória gerando um gradiente protónico e subsequente formação de ATP, ou são utilizados na redução do NAD⁺ (Ferguson, 1998; Richardson e Watmough, 1999; Igarashi e Tanaka, 2001).

Paracoccus (Pa.) *denitrificans*, é um organismo desnitrificante, que pode efec-

tuar alguns passos da nitrificação, sem deles depender para o seu crescimento, num processo denominado nitrificação heterotrófica. A MOA, recentemente isolada deste organismo, parece ser uma oxidase do quinol, que contém cobre coordenado a três histidinas, e difere da enzima de *Nitrosomonas* sp. (organismo autotrófico) pois consiste em apenas duas subunidades com massas moleculares de 38 e 46 kDa, respectivamente (Richardson *et al.*, 1998).

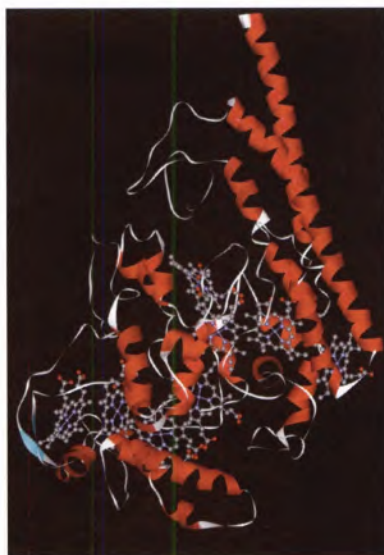
1.2.3. Oxidase da hidroxilamina (passo 3) - OHA

A oxidase da hidroxilamina (OHA), uma enzima periplasmática, catalisa a oxidação da hidroxilamina a nitrito, de acordo com a seguinte equação:



A OHA de *Nitrosomonas* (N.) *europaea* é um homotrímero de 200 kDa, que apresenta unicamente hemo como co-factor, covalentemente ligados, num total de vinte e quatro (sete hemo c e um hemo P₄₆₀ por subunidade). Os hemo estão dispostos em cada subunidade como um agregado triplo, dois agregados duplos e um hemo magneticamente isolado. Enquanto os hemo c estão envolvidos na transferência electrónica intra e intermolecular, o hemo P₄₆₀ (localizado na parte superior de uma cavidade), pentacoordenado, é o sítio activo permitindo deste modo a ligação do substrato, a hidroxilamina (NH₂OH). De todos os hemo, apenas o hemo P₄₆₀ e o

figura 8 Representação esquemática de uma subunidade da oxidase da hidroxilamina de *N. europaea*. Os hemos são apresentados por modelos "stick and ball" (Adaptado de Igarashi e Tanaka, 2001).



hemo 1 estão parcialmente expostos ao solvente, pelo que funcionam como ponto de entrada e saída dos electrões, respectivamente. O agregado triplo está envolvido na rápida transferência electrónica, do substrato para o aceitador (o citocromo c_{554} , um citocromo tetrahémico) de modo a evitar a formação de óxido nítrico ou óxido nitroso (Ferguson, 1998; Richardson e Watmough, 1999; Igarashi e Tanaka, 2001).

Os hemos c apresentam uma coordenação bis histidina e o hemo P_{460} (assim denominado por apresentar uma absorção característica na sua forma reduzida), pentacoordenado, possui uma ligação covalente adicional a um resíduo de tirosina (Tir467) duma subunidade adjacente (entre um carbono meso do hemo e um carbono benzílico da tirosina) que parece ser responsável pela trimeriza-

ção da molécula (Igarashi e Tanaka, 2001).

Estrutura global

A molécula é bastante compacta, em resultado de uma vasta área de contacto entre as subunidades, mas possui uma grande cavidade na parte inferior e fendas entre as subunidades (com capacidade para albergar uma molécula de grandes dimensões como é o citocromo c_{554}). No topo do trímero, seis longas hélices e três pares de hélices torcidas, das três subunidades, formam um pilar no centro da molécula, estabilizado por contactos hidrofóbicos entre dois discos de tríades de leucinas. Cada subunidade, com uma topologia essencialmente em hélice a, está organizada em dois domínios, para além do C-terminal flexível (figura 8). O domínio do N-terminal

contém duas folhas β curtas e 14 hélices α , com cinco hemos c e um hemo P_{460} . Quatro dos hemos (hemos 1 a 3 e 5) estão protegidos pela cadeia polipeptídica e o seu acesso ao solvente é limitado por duas áreas de pequenas dimensões. O domínio central contém dois hemos c (hemos 7 e 8) e dez hélices a, incluindo as longas hélices que formam o pilar central. O hemo magneticamente isolado (hemo 8) está localizado no final do feixe de hélices a do domínio central e o agregado triplo (hemos 6 e 7 e P_{460}) está localizado num bolso entre o N-terminal e o domínio central (Igarashi e Tanaka, 2001).

Os hemos

Os hemos, localizados na metade inferior da molécula, formam quatro grupos (figura 9). Estes estão muito próximos e interactuam directamente, formando uma rede possivelmente envolvida na transferência electrónica (Igarashi e Tanaka, 2001).

No primeiro grupo (a amarelo), o agregado triplo é composto pelos hemos 6, 7 e P_{460} , num arranjo praticamente coplanar; no entanto, a interacção entre o hemo P_{460} e o hemo 6 é ligeiramente diferente da existente entre os hemos 6 e 7, pelo facto do hemo P_{460} apresentar uma rotação tal que os seus grupos propionato formam ligações por pontes de hidrogénio com os mesmos grupos do hemo 6, tornando, deste modo, acessível a posição de coordenação no hemo P_{460} . O segundo grupo (a azul), o agregado duplo I, é composto pelos hemos 3 e 5 que, à semelhança dos hemos 6 e 7,

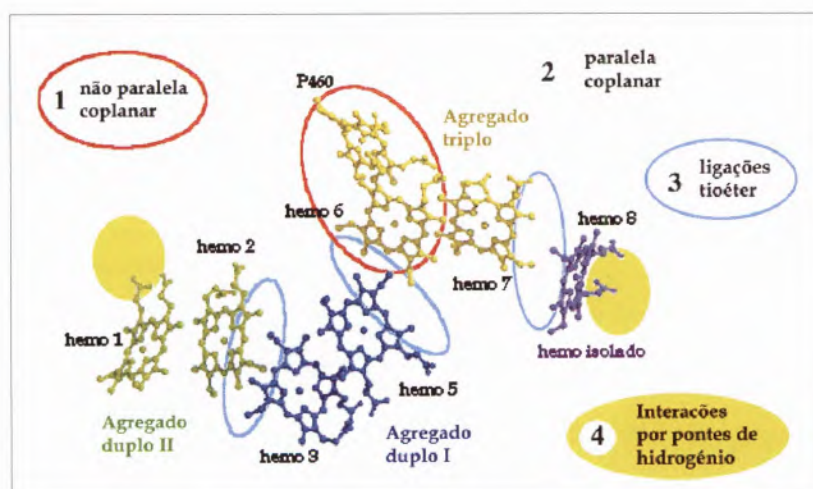


figura 9 Estrutura dos hemos, disposição espacial e tipos de interacção hemo-hemo da oxidase da hidroxilamina de *N. europaea*. As interacções são representadas por uma elipse de cor diferente (agregado triplo (amarelo), agregado duplo I (azul), agregado duplo II (verde), hemo isolado (lilás) (Adaptado de Igarashi e Tanaka, 2001).

são praticamente coplanares. Os grupos propionato, de ambos os hemos, estão direccionados para a cavidade central inferior e dois deles expostos ao solvente. Da mesma forma que os hemos 6 e P₄₆₀, o hemo 3 interacciona com o hemo 5 que, por sua vez, interacciona com o hemo 6 do agregado triplo. O arranjo do terceiro grupo (a verde), o agregado duplo II (hemos 1 e 2), é semelhante ao dos hemos 3 e 5 no agregado duplo I e dos hemos 6 e 7 no agregado triplo (os hemos são praticamente paralelos, mas ligeiramente inclinados em cerca de 20°). Os seus grupos propionato estão orientados para a parte superior da molécula; um dos grupos do hemo 1 está em contacto com o solvente e existem interacções por pontes de hidrogénio com resíduos da subunidade adjacente, contribuindo, deste modo, para a formação do trímero. Adicionalmente, o hemo 2 interacciona com o hemo 3 do agregado duplo I. O quarto grupo, o hemo isolado (hemo 8, a lilás), estabelece interacções com o agregado triplo e com o agregado duplo II da subunidade adjacente (Igarashi e Tanaka, 2001).

A oxidação da hidroxilamina decorre em dois passos: a desidrogenação da hidroxilamina, seguida da oxigenação do intermediário azotado (espécie ferroso-nitrosilo) para formar nitrito, não havendo libertação de intermediários. No entanto, dada a inexistência de uma estrutura derivada, o mecanismo de oxidação da hidroxilamina está ainda por elucidar. A estrutura do hemo P₄₆₀ e o arranjo dos restantes hemos permitem uma transferência electrónica concertada de dois electrões. Quando o hemo P₄₆₀ extrai dois electrões à hidroxilamina, é promovida a transferência para o aceitador (hemos 6 e 7). Estes hemos estão acoplados e interaccionam com o hemo P₄₆₀, removendo os dois electrões, disponibilizando-o para o segundo passo. A proximidade entre os agregados permite a transferência entre estes e os agregados duplos (hemos 3 e 5 e hemos 1 e 2) e daqui para o aceitador final, o citocromo c₅₅₄. A existência de agregados dihémicos coplanares reforça a ideia de uma transferência di-electrónica, ou a transferência electrónica pode envolver a saída de apenas um electrão, via agre-

gado II, para o citocromo c₅₅₄, convertendo um sistema de quatro electrões (a OHA) num sistema monoelectrónico compatível com o citocromo c₅₅₂, associado com as oxidases terminais. O hemo 8, que interacciona com o agregado II da subunidade adjacente, pode funcionar como um caminho distinto, transferindo um electrão para um dos hemos do agregado duplo adjacente (Ferguson, 1998; Richardson e Watmough, 1999).

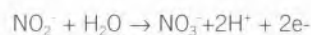
No ciclo catalítico, e por analogia com a redutase do nitrito multihémica, ccNiR (passo 6), parece ser importante a participação dum aspartato (Asp267), que funciona como aceitador de prótons na oxidação da hidroxilamina, dum histidina (His268), provavelmente envolvida no processo de mono-oxigenação, e dum tirosina (Tir334), que funciona como um estabilizador do estado intermediário (Ferguson, 1998).

Contrariamente à OHA multihémica de organismos autotróficos (a de *N. europaea* descrita anteriormente), a OHA envolvida na oxidação heterotrófica da amónia (como por exemplo de *Pa. denitrificans*) é uma enzima monomérica de 18 kDa (periplasmática), que liga ferro não hémico; possivelmente um centro dinuclear de ferro, como centro catalítico, e um centro mononuclear envolvido na transferência electrónica. A catálise envolve a formação de nitrito e de óxido nitroso, em condições aeróbias, enquanto que em condições anaeróbias apenas se forma óxido nitroso, num mecanismo que envolve apenas transferência de dois electrões (Richardson *et al.*, 1998; Igarashi e Tanaka, 2001).

A necessidade da OHA de *N. europaea* realizar uma oxidação que envolve quatro electrões, enquanto que a OHA de *Pa. denitrificans* executa uma oxidação que envolve dois electrões, é presumivelmente a razão da grande complexidade da enzima de *N. europaea*, comparativamente com a OHA de *Pa. denitrificans* (Richardson *et al.*, 1998).

1.2.4. Oxidase do nitrito (passo 4)

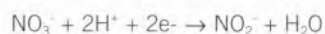
O passo oxidativo de nitrito a nitrato é catalisado pela oxidase do nitrito, de acordo com a equação:



A análise da sua sequência de aminoácidos indica que esta enzima membrana é análoga à redutase do nitrato membrana, NAR, relativamente às subunidades a e b. A primeira, a subunidade catalítica, contém o co-factor de molibdénio, uma molibdopterina guanosina dinucleotídeo (MGD) e a segunda contém centros de ferro-enxofre. Mecanicamente, a oxidação do nitrito parece ser o inverso da redução do nitrato (Ferguson, 1998)

1.2.5. Redutase do nitrato (passo 5) - NAP, NAR, NAS

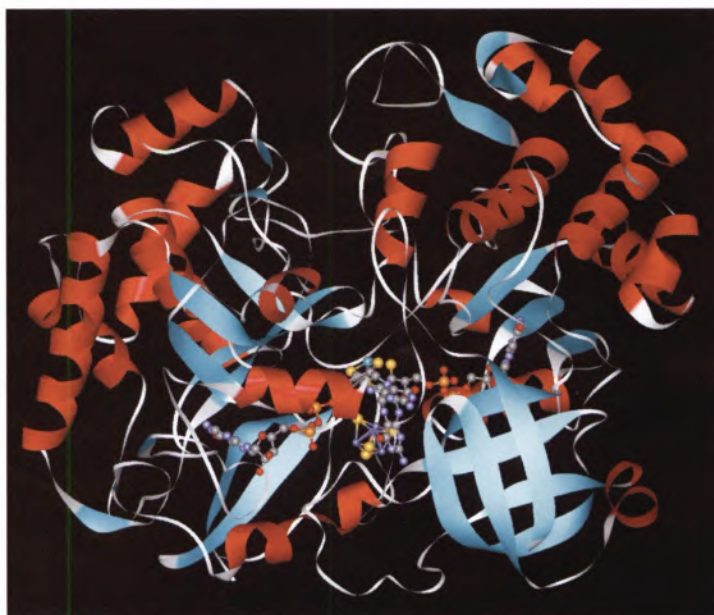
A redutase do nitrato catalisa a redução do nitrato a nitrito, de acordo com a seguinte equação:



Os procariontes possuem três subclasses, estruturalmente distintas de redutases do nitrato: as assimilativas citoplasmáticas (NAS), as dissimilativas membranares (NAR) e as dissimilativas periplasmáticas (NAP), que possuem um co-factor de molibdénio no seu sítio activo, uma variante da molibdopterina mononucleotídeo (MPT), uma molibdopterina guanosina dinucleotídeo (MGD) (Richardson e Watmough, 1999; Romão *et al.*, 2001).

A única estrutura de cristalográfica conhecida até à data é a da redutase do nitrato periplasmática (NAP) de *Desulfovibrio* (D.) *desulfuricans* ATCC 27774 (Dias *et al.*, 1999 a; 1999 b). Contrariamente a outras enzimas homólogas, em que a subunidade catalítica (NapA) está associada a outras subunidades menores, a NAP possui uma única subunidade, tornando-se no membro mais simples das enzimas englobadas na classe da redutase do dimetilo sulfóxido (DMSOR) (Moura *et al.*, 1997; Romão *et al.*, 1997). A NAP possui um centro de [4Fe-4S] e um co-factor de molibdénio bis-MGD; o centro de ferro-enxofre participa na transferência electrónica a partir dum doador fisiológico, ainda desconhecido, para o centro de molibdénio onde decorre a catálise, a redução do nitrato a nitrito (Bursakov *et al.*, 1995; Carneiro *et al.*, 1995; Moura *et al.*,

figura 10 Representação esquemática da NAP de *D. desulfuricans* ATCC 27774. Os co-factores estão representados por modelos "stick and ball" (Adaptado de Romão *et al.*, 2001).



2001). A proximidade dos dois co-factores, bem como a existência de interações entre ligações facilita a transferência intramolecular com participação de uma lisina (Lis49). Uma arginina (Arg354) participa na estabilização do substrato (o nitrato) durante o ciclo catalítico (Dias *et al.*, 1999 b).

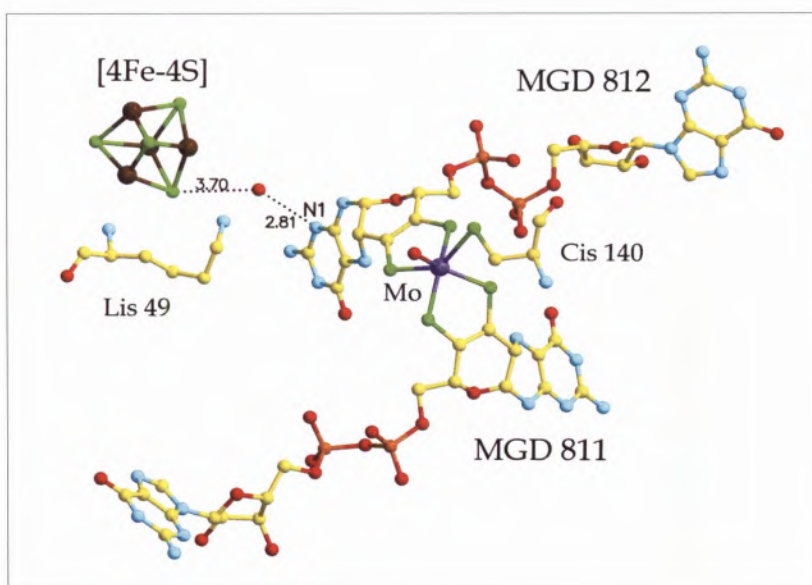
A NAP (figura 10) tem uma forma elipsoidal coincidindo a menor dimensão com a direcção da cavidade que conduz ao sítio activo. Com uma topologia α/β organizada em quatro domínios é semelhante à desidrogenase do formato (FDHh) de *Escherichia* (*E.*) *coli* (Sun *et al.*, 2001). O centro de [4Fe-4S] está localizado na periferia da molécula, no

domínio I, enquanto que o co-factor de molibdênio se estende no interior da molécula, interagindo com resíduos de todos os domínios (Romão *et al.*, 2001).

O arranjo espacial da NAP (incluindo o modo como o molibdênio coordena as duas MGD) define um eixo de simetria, relativamente aos domínios II e III, criando uma cavidade em forma de funil, revestida com resíduos carregados, e que permite o acesso ao centro de molibdênio. O co-factor (localizado a 15 Å da superfície) estende-se no interior da molécula por uma distância máxima de 32 Å e é estabilizado por ligações por pontes de hidrogénio e uma

ligação adicional a um resíduo da cadeia polipeptídica (Cis140). No estado oxidado, o molibdênio possui uma geometria trigonal prismática distorcida, em que quatro dos ligandos são os ditiolenos das duas pterinas (MGD 811 e 812), o quinto é a Cis140 e o sexto um hidroxo/água, que aponta no sentido da cavidade e que dá lugar, no estado reduzido, ao substrato, o nitrato. O molibdênio dista 12 Å de um dos átomos de ferro do centro de ferro-enxofre e, à semelhança de outras molibdoenzimas, é possível definir um percurso electrónico através das ligações (via MGD 812) entre os dois co-factores, envolvendo a participação de uma molécula de água ou, alternativamente, um resíduo de lisina (Lis49)

figura 11 Estrutura e disposição do centro de ferro-enxofre e do co-factor de molibdênio bis-MGD da NAP de *D. desulfuricans* ATCC 27774. O percurso electrónico proposto é mediado por uma molécula de água ou pela Lis49 (Adaptado de Romão *et al.*, 2001).



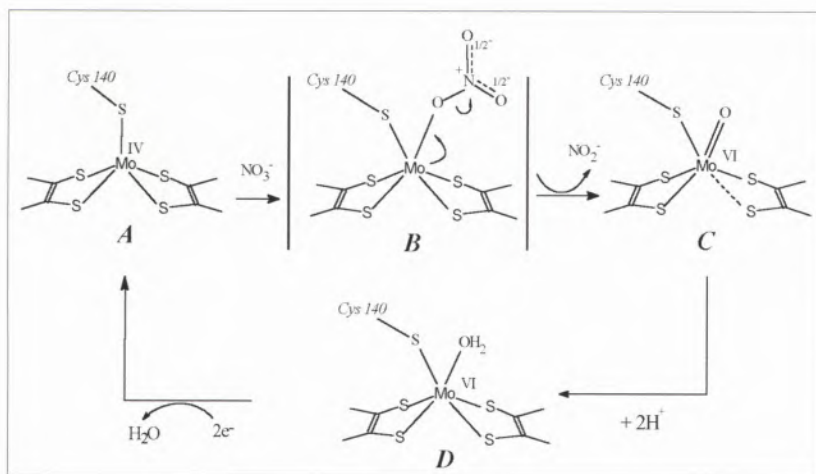


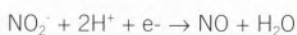
figura 12. Mecanismo de catálise da NAP de *D. desulfuricans* ATCC 27774 (Adaptado de Romão et al., 2001).

(figura 11) (Dias et al., 1999 b; Romão et al., 2001).

O mecanismo de catálise proposto (figura 12) baseia-se em estudos com compostos modelo ou enzimas relacionadas. A reação tem início com a forma reduzida (MoIV) que pode ligar o nitrato; a ligação N-O é enfraquecida, facilitando a libertação do produto, o nitrito; o molibdênio é então oxidado (a MoVI), apresentando uma ligação oxo a um oxigênio do nitrato. Segue-se a transferência de dois prótons, possivelmente a partir de moléculas de água existentes no sítio activo; a transferência de dois electrões, a partir do centro de ferro-enxofre, com concomitante saída de uma molécula de água origina a forma nativa (MoIV). Presume-se que alguns dos resíduos carregados, existentes na cavidade catalítica, estão implicados no ciclo catalítico; a Arg354 ou a Arg138 são potenciais estabilizadores do nitrato (Dias et al., 1999 b; Romão et al., 2001).

1.2.6. Redutase do nitrito (passo 6)

A redução do nitrito a óxido nítrico, de acordo com a seguinte equação:



é catalisada por dois tipos de redutases do nitrito periplasmáticas, dependendo do co-factor presente: uma enzima hémica, um citocromo *cd*₁ (NiR), ou uma proteína de cobre, a CuNiR. Os diferentes co-factores permitem uma fácil distinção bioquímica (Averill, 1996). No entanto, existem redutases do nitrito multihémicas, contendo, como co-factores, apenas hemos c (ccNiR) capazes de reduzir o nitrito a amónia, utilizando electrões da oxidação do formato ou do hidrogénio, de acordo com a seguinte equação:



A ccNiR catalisa também a redução do óxido nítrico e da hidroxilamina a amónia, bem como a redução do sulfito a sulfureto (Einsle, 2001).

Redutase do nitrito do tipo *cd*₁ (NiR)

As estruturas da NiR, disponíveis para *Pseudomonas* (Ps.) aeruginosa e *Pa. denitrificans* GB17, apesar de apresentarem um arranjo global semelhante, diferem no ambiente de ligação dos hemos, tanto para o estado oxidado, como para o estado reduzido. A NiR é um homodímero (2x60 kDa); cada monómero possui um hemo c, covalentemente ligado à cadeia polipeptídica, por ligações tioéter (Cis65 e Cis68), e um hemo *d*₁ ligado de um modo não covalente. Distam, numa mesma subunidade, de 11 Å num arranjo espacial tal que o ângulo entre eles é de 60°. O hemo c funciona como aceitador de electrões, provenientes dum citocromo c externo ou de uma cupredoxina, e o hemo *d*₁ constitui o sítio activo da enzima. Duas histidinas participam na catálise, e tanto o substrato como o produto (nitrito e óxido nítrico (NO), respectivamente, são estabilizados por várias ligações por pontes de hidrogénio (Averill,

figura 13 Representação esquemática da NiR de *Pa. denitrificans* GB17 (*Pa. pantotrophus*) (b) vista do domínio de ligação do hemo *d*₁ (90° relativamente a (a)). Os hemos estão representados por modelos "stick and ball" (Adaptado de Allen et al., 2001).

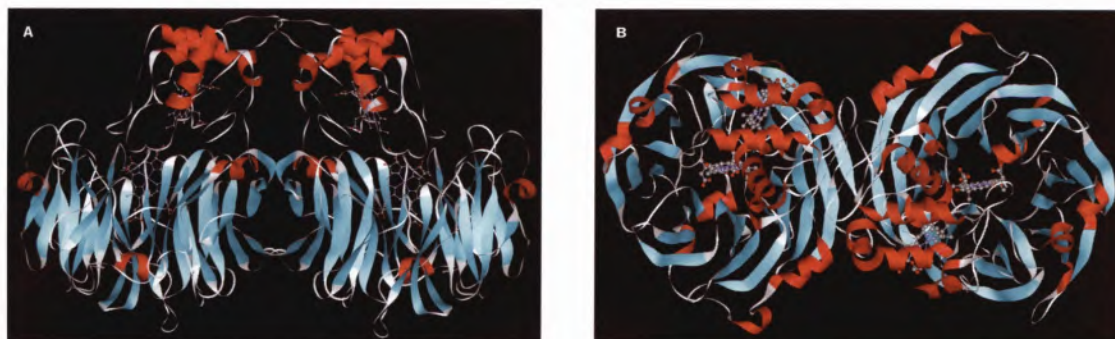
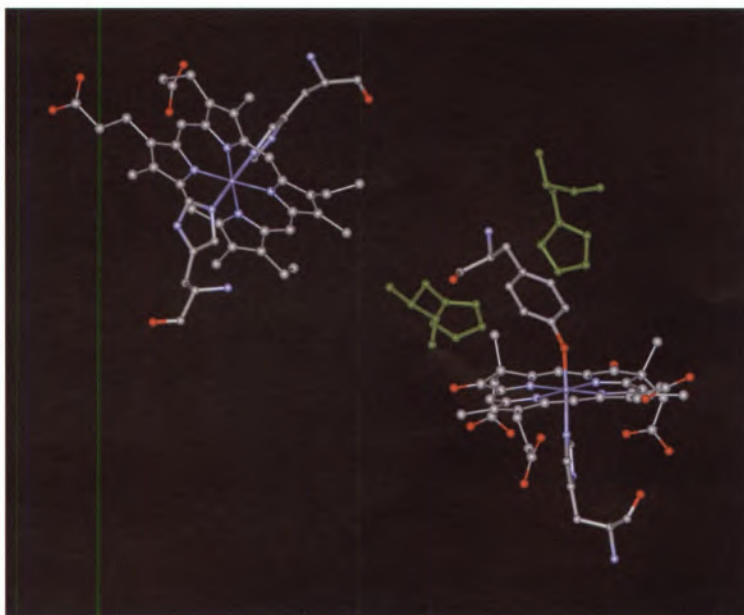


figura 14 Representação dos hemos e respectivos ligandos da NiR de *Pa. denitrificans* GB17. Duas histidinas (a verde) estão possivelmente envolvidas na catálise (Adaptado de Allen *et al.*, 2001).



1996; Allen *et al.*, 2001; Moura e Moura, 2001).

Cada subunidade está organizada em dois domínios estruturalmente diferentes (figura 13A). O ambiente de coordenação do hemo *c* é essencialmente hidrofóbico, de modo que este expõe os seus grupos propionato ao solvente. O hemo *d*₁, localizado num túnel definido pela hélice de folha β (figura 13B), estabelece inúmeros contactos com a cadeia polipeptídica e com moléculas de água localizadas no interior. A associação das duas subunidades deve-se à existência de ligações de hidrogénio entre os domínios em hélice de folha β dos dois monómeros (Allen *et al.*, 2001).

O domínio N-terminal, essencialmente em hélice α , contém o hemo *c* e o C-terminal com uma topologia em " β -propeller"; uma hélice de oito lâminas em folha β (cada lâmina é composta por quatro folhas β antiparalelas) liga o hemo *d*₁.

Em *Pa. denitrificans* GB17, o hemo *c* apresenta uma coordenação bis-histidina (His17 e His69) e o hemo *d*₁, também hexa coordenado, possui, como ligandos, uma uma tirosina, do domínio do hemo *c* e uma histidina (Tir25 e His200) (figura 14). No entanto, após redução, ambos os hemos alteram a sua coordenação: no hemo *c* uma histidina é substituída por uma metionina e o

hemo *d*₁, agora pentacoordenado, mantém a histidina, mas "perde" a tirosina (Allen *et al.*, 2001).

Por sua vez em *Pseudomonas* (*Ps.*) *aeruginosa*, o hemo *c* apresenta, no estado oxidado, uma coordenação metionina-histidina (Met88 e His51), típica de citocromos *c* e o hemo *d*₁ tem como ligandos, uma histidina (His182) e um hidroxilo. Este último estabelece uma ligação, por ponte de hidrogénio, com uma tirosina (Tir10) pertencente à outra subunidade formando, deste modo, uma ligação cruzada na região do N-terminal. No estado reduzido, o hemo *c* mantém a coordenação e a tirosina (Tir10) do hemo *d*₁, apesar de conservada, não é equivalente à Tir25 de *Pa. denitrificans* GB17, isto é não participa na catálise; a sua substituição por fenilalanina não altera as propriedades catalíticas (Cutruzzolà *et al.*, 1997; Allen *et al.*, 2001).

A catálise (figura 15) é iniciada com a ligação do nitrito, através do seu átomo de azoto, ao hemo *d*₁ reduzido. A posterior redução e desidratação do nitrito resulta na formação de um intermediário nitrosilo ($\text{Fe}^{2+}\text{-NO}^+$ ou $\text{Fe}^{3+}\text{-NO}$). Duas histidinas (His345 e His388, em *Pa. denitrificans* GB17 e His327 e His369, em *Ps. aeruginosa*) participam na reacção de protonação acoplada à remoção de um dos oxigénios (como água) do nitrito.

O passo crítico é a dissociação do óxido nítrico; o intermediário nitrosilo ganha um electrão, por transferência intraelectrónica do hemo *c*, conduzindo à inactivação da enzima por formação de um complexo estável ($\text{Fe}_2\text{-NO}$). Contudo, a forma de evitar a sua formação não está ainda estabelecida *in vivo* (Averill, 1996; Ferguson, 1998, Allen *et al.*, 2001; Cutruzzolà *et al.*, 2001). Em *Pa. denitrificans* GB17, a Tir25 parece estar envolvida na libertação do NO, provavelmente coordenando-se de novo ao hemo *d*₁ durante cada ciclo catalítico. O hemo *c* parece ter um papel no controlo da velocidade de transferência intraelectrónica entre os hemos *c* e *d*₁ evitando a inibição da NiR pelo produto; deste modo, o hemo *d*₁ só deve ser novamente reduzido após libertação do NO (Berks *et al.*, 1995, Allen *et al.*, 2001; Lopes *et al.*, 2001; Moura e Moura, 2001).

O mecanismo proposto, não é no entanto universal, na medida em que o resíduo de tirosina (Tir25) não é encontrado em *Ps. stutzeri* e a tirosina (Tir10) de *Ps. aeruginosa* não é essencial para a catálise (Cutruzzolà *et al.*, 1997; Allen *et al.*, 2001).

Redutase do nitrito contendo cobre (CuNiR)

A CuNiR de *Achromobacter* (*Ach.*) *cycloclastes* (figura 16) é um homotrí-

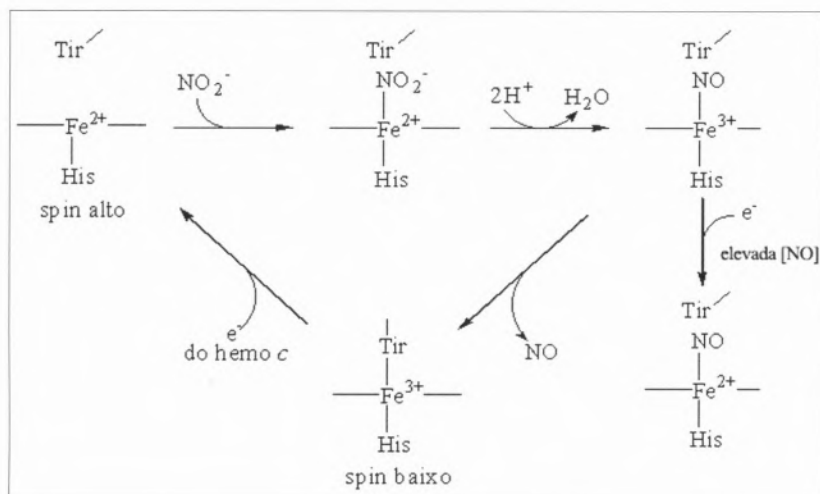


figura 15 Mecanismo de catálise da NiR de *Pa. denitrificans* GB17 (Adaptado de Berks et al., 1995; Ferguson, 1998).

mero (3x37 kDa) contendo dois cobres por monômero (não existem outros cofactores) que distam 12,6 Å. O cobre do tipo 1, localizado no N-terminal, funciona como doador eletrônico, enquanto que o cobre do tipo 2, ligado na interface dos monômeros, é o sítio catalítico. Dois resíduos não coordenados ao cobre (Asp98 e His255) funcionam como doadores de prótons durante o ciclo catalítico (Adman e Murphy, 2001).

Cada monômero, essencialmente em folha β , possui dois domínios, iguais em tamanho, com uma topologia em "Greek-key", característico das cupredoxinas. O domínio N-terminal de cada monômero interage com o domínio C-terminal do monômero adjacente; o pri-

meiro forma o canto do trímero, enquanto que o C-terminal se encontra no centro. Uma cauda proeminente no C-terminal é essencial para a manutenção da estrutura quaternária (Adman e Murphy, 2001; Moura e Moura, 2001).

Duas histidinas, uma cisteína e uma metionina (His95, Cys136, His145 e Met150), numa geometria tetraédrica distorcida (ou triangular plana distorcida, considerando que a metionina é o ligando mais fracamente ligado), completam a esfera de coordenação do cobre do tipo 1. O cobre do tipo 2 está coordenado a três histidinas, duas de um monômero (His100 e His135) e a terceira do monômero adjacente (His306); apresenta uma geometria tetraédrica e, na ausência de substrato, possui a

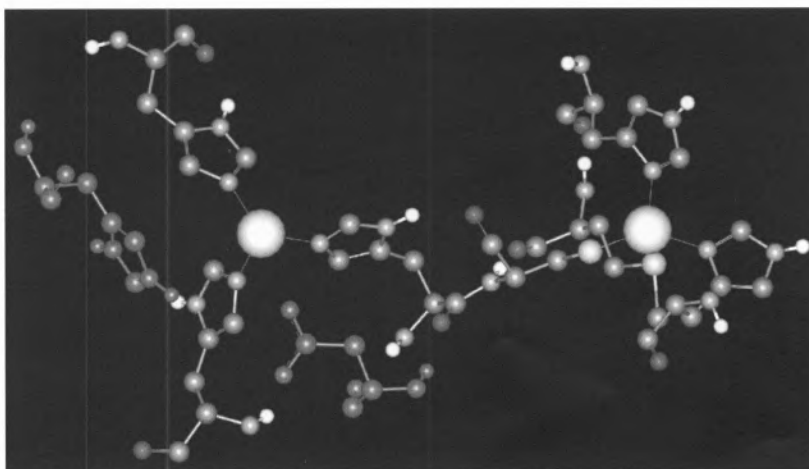
quarta posição de coordenação ocupada por uma molécula de água (ou hidroxilo). O cobre do tipo 2 localiza-se na parte inferior de uma cavidade (a 12 Å da superfície) que alberga dois resíduos carregados (Asp98 e His255), mas é hidrofóbica de um dos lados; o canal que conduz à superfície está preenchido com moléculas de água, mas a parte hidrofóbica que contém a His255, favorece a saída do produto, o óxido nítrico (NO). Interações de hidrogênio específicas mantêm a orientação dos ligandos de cobre (figura 17) (Adman e Murphy, 2001).

Durante a catálise (figura 18) o nitrito liga-se assimetricamente à forma oxidada, deslocando o hidroxilo (ou o cloreto, no caso da CuNiR de *A. xylosoxidans*).



figura 16 Representação esquemática da CuNiR de *Ach. cycloclastes*. Os cobres (a laranja) estão representados por modelos "stick and ball" (Adaptado de Adman e Murphy, 2001).

figura 17 Representação dos cobres (a amarelo claro) e respectivos ligandos da CuNiR de *Ach. cycloclastes*. Os resíduos Asp98 e His225 (a verde) funcionam como doadores de prótons durante o ciclo catalítico (Adaptado de Adman e Murphy, 2001).



O substrato liga-se, de uma forma bidentada, ao cobre, através dos oxigénios, tornando-o pentacoordenado; o Asp98 interacciona com um dos oxigénios, estabilizando o intermediário formado. Um doador externo reduz o cobre do tipo 1 que, por sua vez, reduz o cobre do tipo 2. Um electrão é transferido, do cobre do tipo 2 para um dos átomos de oxigénio do nitrito, a ligação N-O é enfraquecida e o óxido nítrico (NO) formado sai, deixando novamente ligado um hidroxilo (Berks *et al.*, 1995; Zumft, 1997; Adman e Murphy, 2001; Moura e Moura, 2001)

Redutase do nitrito multihémica (ccNiR)

A ccNiR de *Sulfurospirillum (S.) deleyianum* (figura 19) é um homodímero contendo cinco hemos χ /subunidade, covalentemente ligados à cadeia polipeptídica por dois resíduos de cisteína,

que distam entre si de 9,3 a 12,7 Å. Um ião cálcio, localizado na proximidade do sítio activo, desempenha um papel estrutural fundamental na organização do mesmo, assegurando a orientação dos resíduos "activos". Alguns destes resíduos carregados funcionam como doadores de prótons durante o ciclo catalítico (Einsle, 2001).

A ccNiR é um dímero com predominância em hélice α , em que as três mais longas hélices de cada monómero formam a parte central; existem apenas duas folhas β , antiparalelas, na parte periférica da molécula. Cada monómero possui apenas um domínio compacto que envolve os cinco hemos, localizados relativamente próximos e na parte inferior da molécula. O sítio activo, hemo 1, situa-se na parte inferior de uma cavidade em forma de funil, definida a partir da superfície e que alberga resíduos carregados que estabelecem interac-

ções com o substrato ligado (Arg113, His282, Tir217). O ião cálcio está coordenado por um glutamato, de um modo bidentado, uma glutamina, dois oxigénios carbonilo da cadeia polipeptídica e duas moléculas de água; liga dois segmentos da proteína que contêm os resíduos envolvidos na catálise, assegurando a sua orientação adequada (Einsle, 2001).

Todos os hemos, com excepção do hemo 1, onde decorre a catálise, possuem uma coordenação bis-histidina. O hemo 1 é pentacoordenado e apresenta uma coordenação pouco vulgar, uma lisina (Lis133) em vez da usual histidina. O hemo 3 apresenta um empilhamento paralelo com os hemos mais próximos, hemos 1 e 4, possibilitando uma interacção entre as porfirinas. Os hemos 2 e 3 e os hemos 4 e 5 estão dispostos de uma forma muito semelhante e são praticamente perpendiculares entre si. Os

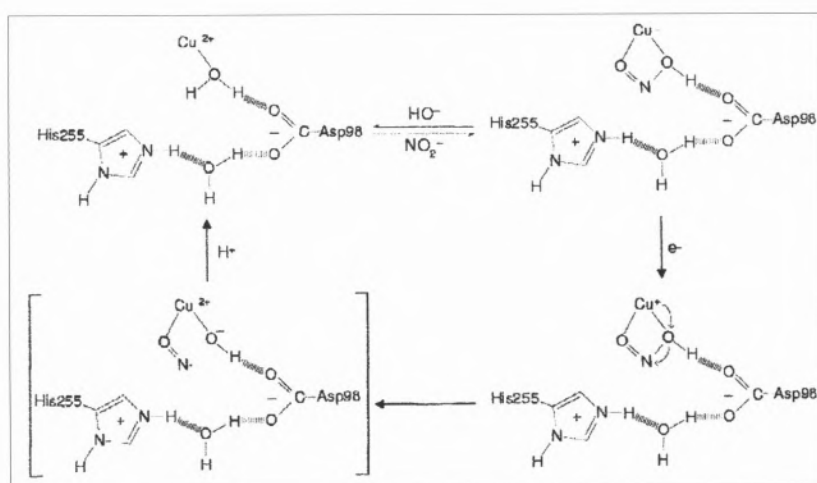


figura 18 Mecanismo de catálise da CuNiR de *A. cycloclastes* (Adaptado de Adman e Murphy, 2001).

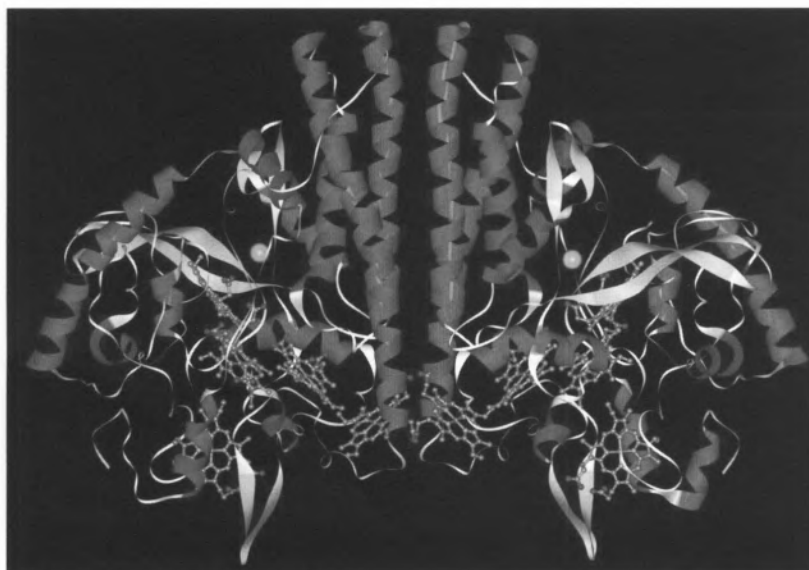


figura 19 Representação esquemática da estrutura da ccNiR de *S. deleyianum*. Os hemos e o íon cálcio (a verde) estão representados por modelos "stick and ball" (Adaptado de Einsle, 2001).

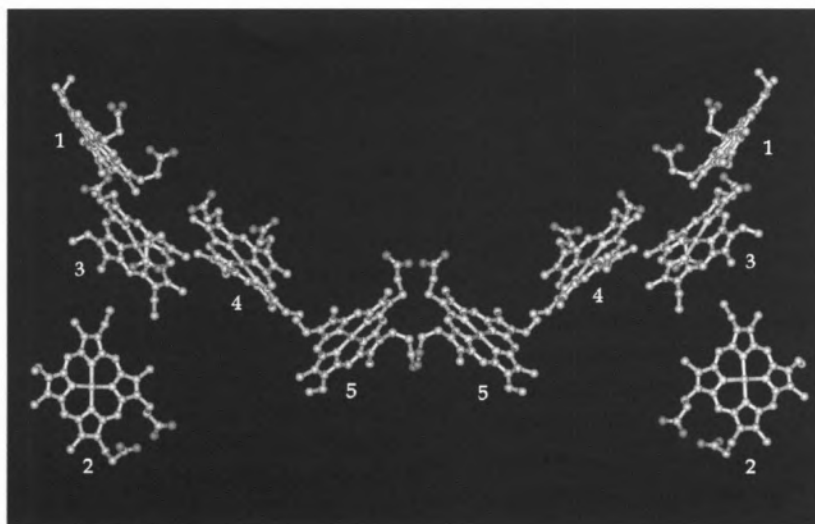


figura 20 Representação e orientação relativa dos hemos na ccNiR de *S. deleyianum* (Adaptado de Einsle, 2001).

dois propionatos do hemo 1 apontam para o centro da molécula, participando na formação do sítio activo, enquanto que os propionatos do hemo 3 estabelecem ligações, por pontes de hidrogénio, com resíduos interiores da cadeia polipeptídica; os propionatos dos hemos 2, 4 e 5 estão expostos à superfície, interagindo com o solvente (figura 20) (Einsle, 2001).

Com excepção do hemo catalítico (hemo 1) o arranjo espacial dos restantes hemos define dois tipos de interacção entre os hemos: interacção entre hemos quase perpendiculares, em forma de cotovelo, e interacção entre hemos paralelos. O primeiro tipo de interacção, entre os hemos 2/3 e os hemos 4/5, é comum a uma série de ci-

tocromos multihémicos (hemos 2/3, 5/6 e 7/8 da OHA - passo 3, citocromo c3 e citocromo c_{554}); no entanto, as suas propriedades não estão ainda completamente estabelecidas. O segundo tipo de interacção, entre os hemos 3/4, é também encontrado numa variedade de enzimas (hemos 1/2, 3/5, 6/7 da OHA - passo 3, citocromo c_{554} e citocromo c split-Soret de *D. desulfuricans*) e permite uma interacção directa das porfirinas. O padrão definido é tal que as disposições perpendiculares dihémicas estão ligadas entre si por um empilhamento paralelo entre hemos (Einsle, 2001).

A estrutura de Raios-X, obtida para *Wolinella succinogenes* e mais recentemente a estrutura de Raios-X da ccNiR de *D. desulfuricans* ATCC 27774 reve-

lam uma elevada homologia com a descrita anteriormente (*S. deleyianum*) (Einsle *et al.*, 1999; Lampreia *et al.*, 2000; Moura e Moura, 2001).

A redução do nitrito (NO_2^-) ocorre no lado distal do hemo 1; vários ligandos contribuem para uma densidade positiva desta cavidade, justificando deste modo a preferência na utilização de substratos aniónicos. Os resíduos que formam o sítio activo funcionam tanto como reservatório (a reposição é efectuada por moléculas de água), como doadores de prótons na redução a amónia, para além de interagirem com o substrato, estabilizando-o. No entanto, se esta cavidade positiva facilita a entrada do substrato aniónico, o mesmo não acontece relativamente ao produto for-

figura 21 Representação esquemática da estrutura da N2OR de *Ps. nautica* 617. Os centros de cobre estão representados por modelos "stick and ball" (Adaptado de Brown et al., 2000).



mado, a amônia (NH₄⁺). A existência de um segundo canal, em oposição ao anterior, preenchido com moléculas de água e com uma densidade negativa na superfície da molécula, favorece a saída do produto formado. A existência de dois canais separados, para o substrato e para o produto, permite o fluxo direcionado dos metabolitos através da proteína, evitando deste modo a inibição pelo produto e contribuindo para a elevada especificidade da ccNiR (Einsle et al., 1999; Einsle, 2001; Moura e Moura, 2001).

1.2.7. Redutase do óxido nítrico (passo 7) - NOR

A redutase do óxido nítrico (NOR) é uma enzima membrana que catalisa a conversão de duas moléculas de óxido nítri-

co (um intermediário tóxico) em óxido nítrico, de acordo com a seguinte equação:

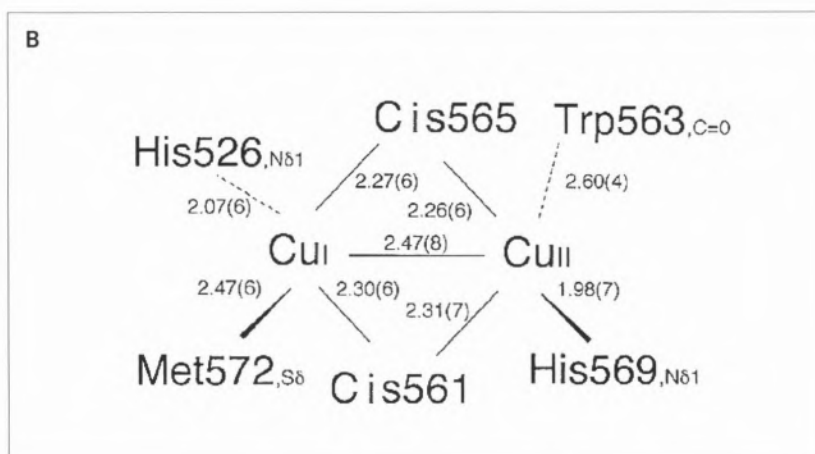
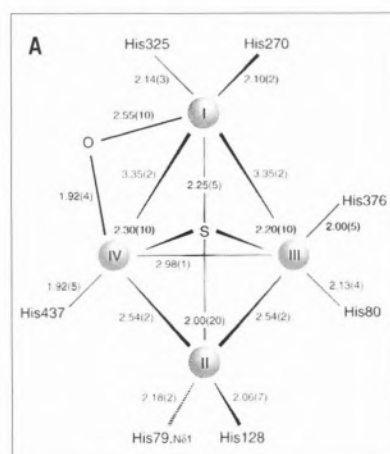


Dada a sua instabilidade, o que torna a purificação difícil, a NOR é uma das enzimas menos caracterizadas. É um complexo *bc* semelhante à oxidase do citocromo *c* (COX), mas que não contém cobre (Girsch e de Vries, 1997; Sakurai e Sakurai, 1997; Cheesman *et al.*, 1998). É um heterodímero que contém, na subunidade maior, dois hemos *b*, um de spin baixo (com uma coordenação Met-His) e um de spin alto, e um ferro não hémico *e*, na subunidade menor, membrana, um hemo *c* (com uma coordenação Met-His) funciona como local de entrada dos electrões na enzi-

ma. A subunidade maior possui 12 hélices transmembranares e liga o centro catalítico, um centro dinuclear de ferro, formado pelo hemo *b*, de spin alto, e o ferro não hémico (coordenado a três histidinas), acoplados antiferromagneticamente por um oxo/hidroxo em ponte (ligando do hemo *b*); o ferro não hémico ocupa a posição do cobre (CuB) nas COX. O hemo *b* de spin baixo e o hemo *c* funcionam como mediadores nas transferências intra e intermolecular, respectivamente (Girsch e de Vries, 1997; Cheesman *et al.*, 1998; Hendriks *et al.*, 1998).

Por semelhança com a COX, o mecanismo proposto envolve, após ligação, em ponte, da primeira molécula de óxido nítrico (NO) em ponte aos dois ferros, a redução de ambos os centros, seguida

figura 22 (A) Representação do centro catalítico CuZ e as sete histidinas que o coordenam, (B) centro binuclear de cobre, CuA e respectivos ligandos, da N2OR de *Ps. nautica* 617 (Adaptado de Brown et al., 2000).



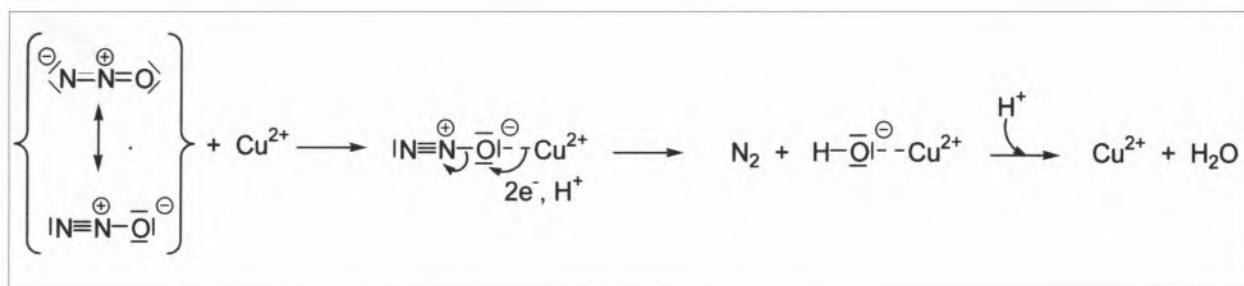


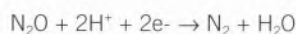
figura 23. Mecanismo de catálise da N2OR de *Ps. nautica* 617 (Adaptado de Brown et al., 2000).

pela protonação do ligando em ponte, que sai sob a forma de água. A ligação da segunda molécula de NO resulta na quebra da ligação em ponte entre os dois ferros, pelo que cada um deles liga uma molécula de NO. A proximidade das duas moléculas de NO possibilita a formação da ligação N-N. A redução de um dos oxigénios do intermediário (N_2O_2) permite o restabelecimento da ligação em ponte e a libertação do produto (N_2O).

As diferenças estruturais entre a COX e a NOR devem em parte reflectir a diferença química da respectiva reacção de catálise. Aparentemente, a NOR não é uma bomba de prótons (Girsch e de Vries, 1997). No entanto, a NOR, isolada e purificada de *Ralstonia* (R.) *eutropha* (anteriormente denominada *Alcaligenes eutrophus*), consiste em apenas uma subunidade de 75 kDa, que contém os dois citocromos b e o ferro não hémico, mas não possui o hemo c. Dada a presença de uma extensão no N-terminal (280 aminoácidos), presente também nas oxidases do quinol, especula-se que a NOR de *Ralstonia* (R.) *eutropha* represente um novo tipo de oxidase do quinol (Cramm et al., 1999).

1.2.8. Redutase do óxido nitroso (passo 8) - N_2OR

A redutase do óxido nitroso (N_2OR), uma enzima periplasmática, catalisa o último passo da desnitrificação, de acordo com a seguinte equação:



Exceptuando a N_2OR de *Rhodobacter* (Rb.) *sphaeroides*, que contém zinco e níquel, e a de *Wolinella succinogenes*, que tem como co-factor hemo, as res-

tantes contêm apenas cobre. Na generalidade, são homodímeros que contêm dois centros binucleares de cobre (Cu_A e Cu_Z ou Cu_{cat}). O centro de cobre Cu_A (Cu I/Cu II de valência mista), semelhante à oxidase do citocromo c (COX), é responsável pela transferência electrónica, a partir de um doador externo para o centro catalítico, Cu_Z , com uma esfera de coordenação de cisteínas (Prudêncio et al., 2000; Moura e Moura, 2001).

A obtenção da estrutura de Raios-X da N_2OR de *Ps. nautica* 617 veio revelar que esta enzima não é constituída por dois centros binucleares de cobre; o centro de cobre Cu_Z pertence a uma nova classe de agregados em que quatro átomos de cobre estão coordenados a sete histidinas. Apenas um cobre ($CuIV$) participa na ligação do substrato, os restantes actuam como reservatórios electrónicos, assegurando a rápida transferência e evitando a formação de produtos sem saída (Brown et al., 2000; Prudêncio et al., 2000).

A N_2OR de *Ps. nautica* 617 (figura 21) é um dímero no qual o domínio C-terminal de um dos monómeros interacciona com o domínio N-terminal do outro monómero, resultando numa proximidade entre os centros Cu_A e Cu_Z de subunidades diferentes. Dois resíduos do C-terminal (Met570 e Fen564) estabelecem interacções entre as duas subunidades e provavelmente estão envolvidos na transferência intraelectrónica. Cada monómero é composto por dois domínios distintos, formados por segmentos contíguos da cadeia polipeptídica. O N-terminal forma uma hélice de sete lâminas em folha b; cada lâmina é composta por quatro folhas b, antiparalelas e torcidas, dispostas radialmente, definindo uma

cavidade central cónica. O C-terminal consiste em nove folhas b antiparalelas, com uma topologia em "Greek-key", típica das cupredoxinas (Brown et al., 2000).

O centro Cu_Z (figura 22A) está localizado numa das extremidades da estrutura em hélice a e possui quatro cobres, dispostos num arranjo tetraédrico distorcido; CuI e $CuII$ estão ligados a dois cobres, enquanto que $CuIII$ e $CuIV$ estão ligados a três cobres. Três dos cobres (CuI , $CuII$ e $CuIII$) estão ligados a duas histidinas e apenas uma histidina coordena $CuIV$. Os cobres $CuIII$ e $CuIV$ estão ligados em ponte por um enxofre inorgânico e um oxigénio liga em ponte os cobres CuI e $CuIV$ (Prudêncio et al., 2000; Moura e Moura, 2001).

No centro Cu_A (figura 22B) os cobres binucleares estão ligados em ponte por duas cisteínas (Cis561 e Cis565); adicionalmente, uma histidina coordena cada um dos cobres (His526 e His569); uma metionina (Met572) e um triptofano (Trp563) completam a coordenação, quadrangular plana distorcida, do CuI e do $CuII$, respectivamente (Moura e Moura, 2001).

O mecanismo de redução proposto (figura 23) envolve três passos: o cobre catalítico ($CuIV$) permanece oxidado e, como tal, disponível para ligar o substrato (N_2O); a ligação do N_2O ao cobre $CuIV$ ocorre através do átomo de oxigénio, sendo o átomo de azoto exterior estabilizado por interacções com a Lis397 e His376; o centro Cu_Z comporta-se como um "tampão electrónico" (Moura e Moura, 2001).

Agradecimentos

Os autores agradecem ao PRAXIS e COST apoio financeiro. Um agradecimento aos grupos de Química Bioinorgânica, Biofísica de Proteínas e Cristalografia de Proteínas do COFB/DQ por muitas contribuições. Ao Jorge Pereira pela ajuda na obtenção de inúmeras figuras.

Bibliografia

- Adman, E.T., Murphy, M.E.P. (2001) "Copper nitrite reductase" in Handbook of Metalloproteins, (A. Messerschmidt, R. Huber, T. Poulos, K. Wieghardt, Eds), **Vol 2**, pp 1381-1390, John Wiley & Sons, LTD
- Allen, J.W.A., Ferguson, S.J., Fülöp, V. (2001) "Cytochrome cd1 nitrite reductase" in Handbook of Metalloproteins (A. Messerschmidt, R. Huber, T. Poulos, K. Wieghardt, Eds), Vol 1, pp 424-439, John Wiley & Sons, LTD
- Averill, B.A. (1996) "Dissimilatory nitrite and nitric oxide reductases", *Chem. Rev.*, **96**, 2951-2964
- Berks, B.C., Ferguson, S.J., Moir, J.W.B., Richardson, D.J. (1995) "Enzymes and associated electron transport systems that catalyze the respiratory reduction of nitrogen oxides and oxyanions", *BBA*, **1232**, 97-173
- Brown, K., Tegoni, M., Prudêncio, M., Pereira, A.S., Besson, S., Moura, J.J.G., Moura, I., Cambillau, C. (2000) "A novel type of catalytic copper cluster in nitrous oxide reductase", *Nature structural biology*, **7**, 191-195
- Bursakov, S., Liu, M.-Y., Payne, W.J., LeGall, J., Moura, I., Moura J.J.G. (1995) "Isolation and preliminary characterization of a soluble nitrate reductase from the sulphate reducing organism *Desulfovibrio desulfuricans* ATCC 27774", *Anaerobe*, **1**, 55-60
- Carneiro C., Almendra M.J., Bursakov S., Liu M.-Y., Payne W.J., LeGall J., Moura J.J.G., Moura I. (1995) "Nitrate reductase from a sulfate reducing *Desulfovibrio desulfuricans* ATCC 27774", *J. Inorg. Chem.*, **59**, 738
- Cheesman, M.R., Zumft, W.G., Thomson, A.J. (1998) "The MCD and EPR of the heme centers of nitric oxide reductase from *Pseudomonas stutzeri*: evidence that the enzyme is structurally related to the heme-copper oxidases", *Biochem.*, **37**, 3994-4000
- Cramm, R., Pohlmann, A., Friedrich, B. (1999) "Purification and characterization of the single-component nitric oxide reductase from *Ralstonia eutropha*", *FEBS Lett.*, **460**, 6-10
- Cutruzollà, F., Arese, M., Grasso, S., Bellelli, A., Brunori, M. (1997) "Mutagenesis of nitrite reductase from *Pseudomonas aeruginosa*: tyrosine 10 is not involved in catalysis", *Febs Lett.*, **412**, 365-369
- Dias, J.M., Bursakov, S., Carneiro, C., Moura, J.J.G., Moura, I., Romão, M.J. (1999 a) "Crystallization and preliminary X-ray analysis of a nitrate reductase from *Desulfovibrio desulfuricans* ATCC 27774", *Acta Cryst.*, **D55**, 877-879
- Dias, J.M., Than, M.E., Humm, A., Huber, R., Bourenkov, G.P., Bartunik, H.D., Bursakov, S., Calvete, J., Caldeira, J., Carneiro, C., Moura, J.J.G., Moura, I., Romão, M.J. (1999 b) "Crystal structure of the first dissimilatory nitrate reductase at 1,9 Å solved by MAD methods", *Structure*, **7**, 65-79
- Einsle, O. (2001) "Cytochrome c nitrite reductase" in Handbook of Metalloproteins, (A. Messerschmidt, R. Huber, T. Poulos, K. Wieghardt, Eds), **Vol 1**, pp 440-453, John Wiley & Sons, LTD
- Einsle, O., Messerschmidt, A., Stach, P., Bourenkov, G.P., Bartunik, H.D., Huber, R., Kroneck, P. (1999) "Structure of cytochrome c nitrite reductase", *Nature*, **400**, 476-480
- Ferguson, S.J. (1998) "Nitrogen cycle enzymology", *Current Opinion in Chemical Biology*, **2**, 182-193
- Girsch, P., de Vries, S. (1997) "Purification and initial kinetic and spectroscopic characterization of NO reductase from *Paracoccus denitrificans*", *BBA*, **1318**, 202-216
- Hendriks, J., Warne, A., Gohlke, U., Haltia, T., Ludovici, C., Lübber, M., Saraste, M. (1998) "The active site of the bacterial nitric oxide reductase is a dinuclear iron center", *Biochem.*, **37**, 13102-13109
- Holmes, A.J., Costello, A., Lidstrom, M.E., Murrell, J.C. (1995) "Evidence that particulate methane monooxygenase and ammonia monooxygenase may be evolutionarily related", *FEMS Microbiol Lett.*, **132**, 203-208
- Igarashi, N., Tanaka, N. (2001) "Hydroxylamine oxidoreductase" in Handbook of Metalloproteins (A. Messerschmidt, R. Huber, T. Poulos, K. Wieghardt, Eds), **Vol 1**, pp 454-470, John Wiley & Sons, LTD
- Lampreia J., Moura J.J.G., Moura, I., Romão, M.J. (2000) "Crystallisation and preliminary X-ray analysis of a membrane bound nitrite reductase from *Desulfovibrio desulfuricans* ATCC 27774", *Acta Crystallogr D*, **56**, 215-217
- Lopes, H., Besson, S., Moura, I., Moura, J.J.G. (2001) "Kinetics of inter- and intramolecular electron transfer of *Pseudomonas nautica* cytochrome *cd1* nitrite reductase: regulation of the NO-bound end product", *J. Biol. Inorg. Chem.*, **6**, 55-62
- Madigan, M.T., Martinho, J.M., Parker, J. (2000) *Biology of microorganisms* 9th edition, Prentice-Hall
- McTavish H., Fuchs, J.A., Hooper, A.B. (1993) "Sequence of the gene coding for ammonia monooxygenase in *Nitrosomonas europaea*", *J.Bacteriol.*, **175**, 2436-2444
- Moura, I., Bursakov, S., Costa, C., Moura, J.J.G. (1997) "Nitrate and nitrite utilization in sulfate reducing bacteria", *Anaerobe*, **3**, 279-290
- Moura, I., Moura, J.J.G. (2001) "Structural aspects of denitrifying enzymes", *Current Opinion in Chemical Biology*, **5**, 168-175
- Prudêncio, M., Pereira, A.S., Tavares, P., Besson, S., Cabrito, I., Brown, K., Samyn, B., Devreese, B., Van Beeumen, J., Rusnak, F., Fauque, G., Moura, J.J.G., Tegoni, M., Cambilau, C., Moura, I. (2000) "Purification, characterization and preliminary crystallographic study of copper-containing nitrous oxide reductase from *Pseudomonas nautica* 617", *Biochem.*, **39**, 3899-3907
- Richardson, D.J., Watnough, N.J. (1999) "Inorganic nitrogen metabolism in bacteria", *Current Opinion in Chemical Biology*, **3**, 207-219
- Richardson, D.J., Wehrfritz, J.M., Keech, A., Crossman, L.C., Roldan, M.D., Sears, H.J., Butler, C.S., Reilly, A., Moir, J.W.B., Berks, B.C., Ferguson, S.J., Thomson, A.J., Spiro, S. (1998) "The diversity of redox proteins involved in bacterial heterotrophic nitrification and aerobic denitrification", *Biochem. Soc. Trans.*, **26**, 401-408
- Romão, M.J., Dias, J.M., Moura, I. (2001) "Dissimilatory nitrate reductase" in Handbook of Metalloproteins (A. Messerschmidt, R. Huber, T. Poulos, K. Wieghardt, Eds), **Vol 2**, pp 1075-1085, John Wiley & Sons, LTD
- Romão, M.J., Knäblein, J., Huber, R., Moura, J.J.G. (1997) "Structure and function of molybdopterine containing enzymes", *Prog. Biophys. molec. Biol.*, **68**, 121-144
- Sakurai, N., Sakurai, T. (1997) "Isolation and characterization of nitric oxide reductase from *Paracoccus halodenitrificans*", *Biochem.*, **36**, 13809-13815
- Schmid, B., Chiu, H.-J., Ramakrishnan, V., Howard, J.B., Rees, D.C. (2001) "Nitrogenase" in Handbook of metalloproteins (A. Messerschmidt, R. Huber, T. Poulos, K. Wieghardt, Eds), **Vol 1**, pp 1025-1036, John Wiley & Sons, LTD
- Sun, P.D., Boyington, J.C., Stadtman, T. (2001) "Formate dehydrogenase H", in Handbook of Metalloproteins (A. Messerschmidt, R. Huber, T. Poulos, K. Wieghardt, Eds), **Vol 2**, pp 1109-1120, John Wiley & Sons, LTD
- Zumft, W.G. (1997) "Cell biology and molecular basis of denitrification", *Microbiol. Mol. Biol. Rev.*, **61**, 533-616

Adsorção do Violeta de Cristal em Areia

Uma experiência simples para ilustrar os conceitos de adsorção.

SÓNIA SEQUEIRA* E INÊS PORTUGAL

Enquadramento

A importância do ensino experimental em Química é amplamente reconhecida. No entanto em algumas áreas escasseiam exemplos de trabalhos simples, seguros e económicos, realizáveis em períodos curtos (3-4h).

A **adsorção** é um dos tópicos usualmente leccionados em disciplinas de Química-Física nas licenciaturas de Química, Engenharia Química e Engenharia do Ambiente. Ao nível do ensino secundário o tema é abordado como base para o ensino da cromatografia não sendo objecto de qualquer estudo experimental. Todavia a adsorção é um tema actual com elevado potencial de aplicação para a redução do impacto ambiental de várias indústrias. Como exemplo cite-se a remoção de cor de efluentes corados tais como os efluentes das indústrias têxteis, da indústria papelreira e de algumas indústrias alimentares.

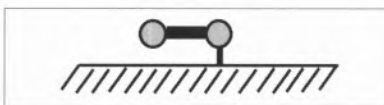
O trabalho aqui apresentado pode servir como exemplo do tratamento de um efluente corado e, simultaneamente, permite ilustrar os princípios básicos de adsorção.

Fundamentos teóricos

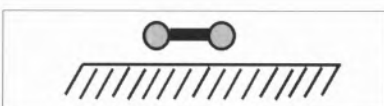
O fenómeno de adsorção consiste na transferência de um ou mais solutos de um fluido para a superfície de um sólido, o adsorvente. Esta interacção soluto/sólido deriva da existência de forças não compensadas à superfície do sólido,

resultando numa distribuição de equilíbrio do soluto entre as duas fases.

Consoante a natureza das forças envolvidas pode falar-se em adsorção química ou adsorção física. Num processo de adsorção química há formação de ligações químicas entre o soluto e o sólido, formando-se uma única camada de moléculas adsorvidas - monocamada. O calor de adsorção, por envolver ligações químicas, é da mesma ordem de grandeza dos calores de reacção (entre 200 e 840 KJ/mol (Foust, 1980)).



Num processo de adsorção física as forças envolvidas são forças do tipo van der Waals. Não há alteração química das moléculas adsorvidas, podem formar-se camadas moleculares sobrepostas e o calor de adsorção é pequeno (entre 2 e 20 KJ/mol, (Foust, 1980))



A capacidade de adsorção de um sólido é proporcional à superfície de contacto soluto/sólido. É por este motivo que os adsorventes são usualmente sólidos porosos com elevadas áreas superficiais (p.e. a área específica do carvão activa-

do varia entre 800 e 1800 m²/g (Le Van *et al.*, 1997).

Para descrever o processo de adsorção recorre-se ao conceito de isotérmica de adsorção. A isotérmica é uma equação que relaciona a quantidade de soluto adsorvido por unidade de massa de sólido (*q*) com a concentração de soluto em solução (*C*), numa situação de equilíbrio a temperatura constante. As isotérmicas de Langmuir (equação 1) e de Freundlich (equação 2) são as mais simples e descrevem os resultados experimentais adequadamente para um grande número de sistemas.

Isotérmica de Langmuir (1)

$$\frac{q}{q_{\max}} = \frac{K C}{1 + K C}$$

Isotérmica de Freundlich (2)

$$\frac{q}{q_{\max}} = K C^{1/n}$$

Nestas equações *q*_{máx} representa a quantidade máxima de soluto adsorvido ao sólido e *K* representa a constante de equilíbrio de adsorção. Conhecendo o valor da constante *K* a diferentes temperaturas é possível determinar a entalpia de adsorção (ΔH) pela equação de van't Hoff na forma integrada, considerando ΔH independente da temperatura.

$$\ln(K) = -\frac{\Delta H}{R} \frac{1}{T} + cte \quad (3)$$

Procedimento experimental

O trabalho experimental consiste na determinação das concentrações de equilíbrio de uma solução de Violeta de Cristal (VC) após contacto com areia, a uma temperatura constante, durante um tempo bem definido. Propõe-se que o trabalho seja realizado por vários grupos de alunos, trabalhando cada grupo a uma temperatura diferente, na gama 30 a 60°C. Desta forma cada grupo determina a constante de equilíbrio a uma temperatura; o tratamento dos resultados de toda a turma permitirá estimar o valor do calor de adsorção.

Para a realização do trabalho é necessário um banho termostático com agitação, um espectrofotómetro ou um colorímetro com um filtro de 590nm e material corrente de laboratório.

A cada grupo é fornecida uma solução aquosa de Violeta de Cristal (aprox. 40 mg/L). Por diluição desta solução cada grupo prepara 200 mL de 6 a 8 soluções de diferente concentração, na gama 0,4 a 20 mg/L. Estas soluções são usadas para traçar a curva de calibração do espectrofotómetro (Absorvância a 590nm versus Concentração) e para realizar o ensaio de adsorção.

Em 6 (ou 8) erlenmeyers numerados coloca-se 1 g de areia (rigorosamente pesada) e adicionam-se 100 mL de uma das soluções diluídas, tal que os diferentes erlenmeyers contenham soluções de diferente concentração. Tampam-se os erlenmeyers e colocam-se no banho termostático à temperatura pretendida, agitando durante 2-3 horas*. Após este período lê-se a absorvância de cada solução, a 590 nm.

Tratamento dos resultados experimentais

Através da curva de calibração transformar as leituras de Absorvância em concentração (C_{VC} , mmol/m³) e calcular a quantidade adsorvida ao sólido (q , mmol/Kg) em cada erlenmeyer, pela equação

$$q = (C_{VCo} - C_{VC}) \cdot V / M_{ads} \quad (4)$$

onde:

- C_{VCo} (mmol/m³) representa a concentração inicial de Violeta de Cristal,
- C_{VC} (mmol/m³) representa a concentração Violeta de Cristal no equilíbrio,
- V (m³) representa o volume de solução,

- M_{ads} (Kg) representa a massa de adsorvente (areia).

Representar a quantidade adsorvida (q) em função da concentração de Violeta de Cristal (C_{VC}), seleccionar a isotérmica mais adequada e determinar os parâmetros característicos, nomeadamente a constante de equilíbrio K .

Representar os valores de K (obtidos pelos vários grupos) em função da temperatura absoluta, segundo a equação 3, e estimar a entalpia de adsorção (ΔH).

Resultados experimentais e discussão

Na figura 2 apresentam-se resultados típicos obtidos para a adsorção do Violeta de Cristal em areia, a 21°C. Estes resultados ajustam-se bem à isotérmica de Langmuir e os parâmetros característicos podem ser calculados por regressão linear ou não linear.

Regressão linear

Os parâmetros K e q_{max} determinam-se por linearização da isotérmica de Langmuir (equação 1), representando $1/q$ em função de $1/C_{VC}$ (equação 5) ou C_{VC}/q em função de C_{VC} (equação 6).



figura 1 Montagem experimental para a adsorção de Violeta de Cristal em areia.

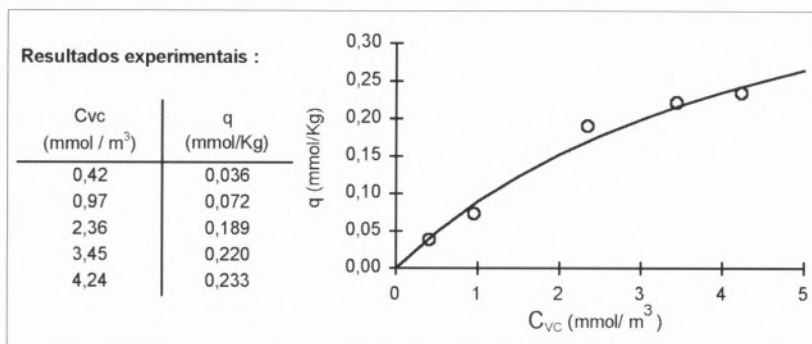


figura 2 Resultados experimentais da adsorção de Violeta de Cristal em areia, a 21°C, e ajuste da isotérmica de Langmuir obtido por regressão não linear.

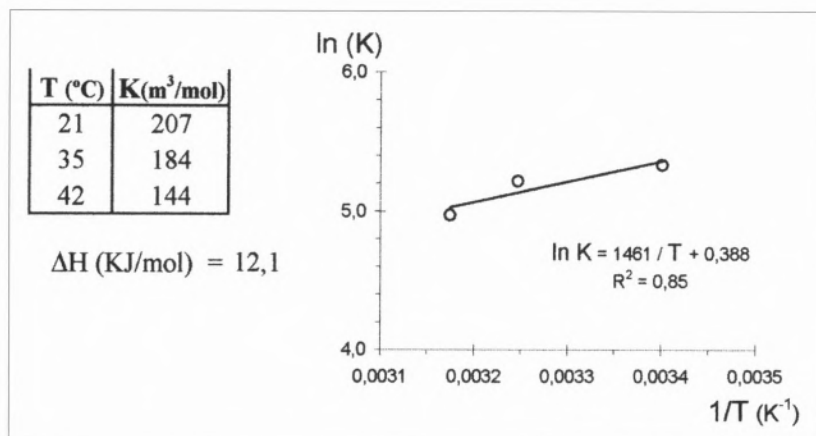


figura 3- Efeito da temperatura na constante de equilíbrio de adsorção de Violeta de Cristal em areia (K's determinados pela isotérmica de Langmuir) e regressão não linear.

$$\frac{1}{q} = \frac{1}{K q_{\max}} \frac{1}{C_{vc}} + \frac{1}{q_{\max}} \quad (5)$$

$$\frac{C_{vc}}{q} = \frac{1}{q_{\max}} C_{vc} + \frac{1}{K q_{\max}} \quad (6)$$

Os parâmetros da isotérmica de Langmuir - K e q_{\max} - determinados pelas duas equações são muito semelhantes (ver Tabela 1). A equação 6 é recomendada quando os valores de concentração são muito baixos, para evitar a distorção do erro experimental associada ao cálculo $1/C_{vc}$.

Regressão não linear

A determinação dos parâmetros por regressão não linear pode efectuar-se com

$$\sum_{i=1}^n \Delta q^2 = \sum_{i=1}^n (q_i^{calc} - q_i^{exp})^2 = \sum_{i=1}^n \left(q_{\max} \frac{K \cdot C_i^{exp}}{1 + K \cdot C_i^{exp}} - q_i^{exp} \right)^2 \quad (7)$$

a ferramenta SOLVER do Excel (Gottfried, 1998), definindo como função objectivo a minimizar o somatório de Δq^2 , definido pela equação 7. Os parâmetros obtidos para a isotérmica de Langmuir são apresentados na Tabela 1. Verifica-se que o valor da capacidade máxima de adsorção q_{\max} é semelhante aos valores obtidos por regressão linear mas o valor da constante de equilíbrio é significativamente diferente. Sendo possível recomenda-se a determinação dos parâmetros por regressão não linear.

Determinação do calor de adsorção

Na figura 3 apresentam-se valores da constante de equilíbrio de adsorção a diferentes temperaturas, obtidos por vários grupos de alunos. Verifica-se que a

constante de equilíbrio K diminui com a temperatura. Esta observação está de acordo com o comportamento exotérmico da adsorção, sendo possível estimar o calor de adsorção pela da equação de van't Hoff na sua forma integrada (equação 3).

O calor de adsorção obtido é muito baixo ($\Delta H_{ads} = -12,1$ KJ/mol) o que permite classificar o processo de adsorção de Violeta de Cristal em areia como adsorção física.

Notas

✦ - Sendo a areia um sólido não poroso 2-3 horas é um tempo suficiente para se atingir o equilíbrio. Caso não haja disponível um banho com agitação poderá realizar-se uma agitação manual de cada frasco de 15 em 15 minutos, por exemplo.

Tabela 1

Parâmetros da isotérmica de Langmuir e função objectivo minimizada

	Regressão linear		Regressão não linear
	Eq. 5	Eq. 6	
K (m ³ /mmol)	0,13	0,14	0,21
q _{max} (mmol/Kg)	0,68	0,68	0,52
ΣΔq ²	9,05E-04	8,74E-04	6,96E-04

Bibliografia

Foust, A. (1980), *Princípios das operações unitárias*, (2.ª ed.), John Wiley & Sons. P.37Le Van, M.D.; Carta, G.; Yon, C.M. (1977), *Adsorption and Ion-exchange - Section 16 In Perry's Chemical Engineers' Handbook*, Editores R H. Perry e D. W. Green, (7.ª ed.), McGraw-Hill, p.16-9.Gottfried, B.S. (1998), *Spreadsheet Tools for Engineers: Excel 97 version*, McGraw-Hill, p.103-150, 177-201.

Técnicas Laboratoriais de Química

Video Cassette



Com 7 blocos curtos e independentes, este trabalho foi concebido para **apoiar** as aulas de **Técnicas Laboratoriais de Química** destinadas a alunos do **Ensino Secundário** e das cadeiras introdutórias de Química do **Ensino Superior**. Os procedimentos apresentados são clássicos, simples e adequados para estes níveis de ensino, onde a transparência dos princípios químicos a ilustrar e a necessidade de adopção de **boas práticas laboratoriais** são da maior importância formativa.

Índice

- Pesagem e Preparação de Soluções (11 minutos)**
 Operação de balanças técnicas e de precisão
 Preparação de soluções rigorosas e não rigorosas
- Análise Volumétrica Quantitativa (11 minutos)**
 Operação com pipetas e buretas
 Titulações manuais
- Recristalização e Filtração (24 minutos)**
 Recristalização por dissolução e arrefecimento
 Filtração em papel e à trompa
 Filtração a quente
- Extracção Líquido-Líquido (7 minutos)**
 Operação com ampolas de decantação
- Destilação (23 minutos)**
 Destilações simples, fraccionada, a pressão reduzida e por arrastamento de vapor
- TLC e Pontos de Fusão (9 minutos)**
 Cromatografia de Camada Fina
 Enchimento de capilares para p.f.
- Sopragem de Vidro (11 minutos)**
 Esticar tubos capilares
 Cortar e dobrar tubos de vidro
 Demonstração do fabrico e reparação de material de vidro executada por sopradores de vidro profissionais do IST.

Ficha Técnica

- Coordenação**
 Carlos Romão
 Hermínio Diogo
- Texto e Locução**
 Carlos Romão
- Execução Laboratorial**
 Hermínio Diogo
 João Paulo Telo
 Conceição Mesquita
 João Ferreira
 Carlos Nuno
 José Luis Rodrigues
- Filmagem e Montagem Vídeo**
 Luís Raposo
 Anabela Martins
 Hermínio Costa
 Joaquim Pinto
- Produção**
 Núcleo de Audio Visuais do IST
- Apresentação e Duração**
 1h 36min; Cassete VHS
- Distribuição Exclusiva**
 Sociedade Portuguesa de Química

Encomendas à SPQ, Av. da República 37, 4º, 1050 Lisboa

Tel: 217934637 / Fax: 217952349

Preço: Instituições e não sócios 7500\$00 + IVA + portes

Sócios 6000\$00 + IVA + portes

Entrevista

Externato Delfim Ferreira, Riba de Ave

CONDUZIDA POR PAULO RIBEIRO CLARO

A equipa portuguesa que participou nas VII Olimpíadas Ibero-americanas de Química, realizadas na Argentina, regressou a Portugal com uma medalha de bronze, conquistada pela aluna Ângela Filipa Pereira Cardoso, do Externato Delfim Ferreira, de Riba de Ave. Foi a primeira medalha conquistada por alunos portugueses em competições internacionais de química, um bom pre-

texto para visitar o Externato Delfim Ferreira e conversar com os professores Carlos Folhadela Simões (Coordenador do Departamento de Química) e Cristina Alves (Professora de Química da Ângela). Uma conversa que começou naturalmente pelo professor Josias Barroso, Presidente da Direcção Pedagógica, em representação da instituição.

PRC – Dr. Josias Barroso, começo por lhe pedir que nos apresente o Externato e um pouco da sua história.

JB – O Externato Delfim Ferreira é uma escola que se situa no coração do Vale do Ave, que surgiu há mais de 40 anos como uma escola particular, sendo a primeira escola com todas os níveis de ensino – desde o pré-primário ao secundário - no concelho de Vila Nova de Famalicão. Serviu uma população que hoje andarás na ribalta em todas as áreas de actividade: merceneiros, serralheiros, médicos... o que se possa imaginar, na vida social, económica e cultural da região,... alguns no estrangeiro, como investigadores.

Depois do 25 de Abril (de 1974) com o regime de escolaridade obrigatória, o Estado precisou de escolas e pediu ao colégio que se associasse ao Estado para suprir as carências na região. Naturalmente, fizemos o contrato de associação com toda a boa vontade, temos uma área pedagógica para servir, não escolhemos os alunos, os alunos da região têm direito a frequentar a escola...

PRC – Afinal é um colégio semi-privado? Julgava que era totalmente priva-

do, com candidaturas de alunos, propinas, ...

JB – Como eu disse, o Estado pediu e nós prontificámo-nos a prestar um serviço público, temos naturalmente uma área para servir, recebemos o pobre e o rico...e para o aluno o ensino aqui é gratuito. A única coisa que nos diferencia do Estado é que a propriedade é privada.

PRC – ...como uma escola pública de gestão privada.

JB – Mas não é por aí que pode vir a qualidade do nosso ensino. A qualidade vem pelo único privilégio que podemos ter, que é a escolha dos professores. E ao escolher os professores, temos em conta não só a competência, mas também o grau de afectividade, o grau de empenho e dedicação que eles nos possam transmitir quando chegam aqui a solicitar emprego. Nós continuamos a ter aqui como principal factor de aprendizagem os professores. Este colégio tem pelo menos 2/3 de alunos que são filhos de antigos alunos e pelo menos 50% dos professores são antigos alunos e esta relação afectiva é fundamental.

PRC – Quer dizer que dão prioridade aos antigos alunos na contratação de professores?

JB – Nós damos prioridade aos antigos alunos, criámos um ideário educativo carregado de afecto... aliás, que está expresso no hino do colégio, que terei todo o gosto em oferecer, que é um hino ao aluno... e todo o ideário do colégio assenta nessa base de grande afecto. O aluno "é oiro de lei para todo o mundo", uma "alma em flor" e tudo o que o hino canta... primeiro cuidar da pessoa, depois os resultados hão-de aparecer.

PRC – Já que falou na qualidade de ensino: o meu pretexto para vir aqui foi o resultado obtido pela Ângela nas Olimpíadas Ibero-americanas – e já lá voltaremos –, mas eu também reparei que os alunos do Externato obtêm boas classificações nos exames nacionais, e sem grandes desvios entre a nota de exame e a nota interna.

Como não fazem selecção de alunos à entrada, a qualidade que os alunos apresentam à saída tem a ver com a própria instituição. Já me disse que um contributo importante resulta da selec-



figura 1 Carlos Folhadela Simões, Cristina Alves, Josias Barroso

ção dos professores. Há mais algum contributo que mereça ser salientado?

JB – O aluno é tratado no colégio com afecto. A história do colégio transporta um passado que orgulha os professores, os professores estão emanados dele e cada professor é o colégio e nunca vi um professor regatear esforços para ajudar um aluno. Os professores procuram saber se o aluno precisa de ajuda para além da aula e tudo isto faz com que o aluno também se sinta acarinhado e muito preso a este projecto mais humano do que físico que se desenvolve aqui no colégio. O colégio tem fundamentalmente como missão educar e transformar a pessoa que está dentro do aluno para ser um grande Homem. Se calhar é por isso que temos alunos que muitas vezes não vão para o curso que querem mas são realmente autênticos alunos e alunos equilibrados. E eu prefiro um aluno equilibrado a um doutor complexo.

PRC – A participação do colégio em Olimpíadas e competições afins é apoiada pela Direcção?

JB – Sim é apoiada pela Direcção, e falando pelo meu modo de estar, eu entendo que tenho aqui professores muito competentes – e estamos a falar do secundário mas este também colhe muito os frutos vindos do primário – um grupo de trabalho que se preocupa, que investiga, que está atento, que pensam

nos alunos... e temos tido alguma sorte – a sorte dá muito trabalho – e todos os anos temos alunos que se distinguem numa ou noutra área: não só a nível das Olimpíadas de Química, também já foi nas Olimpíadas de Matemática, já foi nos núcleos do Clube Europeu (em que uma nossa aluna foi representante máxima ao Parlamento Europeu há 4 ou 5 anos), já foi no Concurso de literatura da Caminho... até um prémio de claques desportivas ganhámos no campeonato europeu de andebol... tudo isto fruto do trabalho que desenvolvemos. Ao nível da química, temos um corpo docente extremamente competente, que faz um trabalho excelente, e depois os alunos fazem o resto.

PRC – Vou então aproveitar para começar a conversar com os professores... e voltar a centrar a atenção nas Olimpíadas e no resultado da Ângela, com uma pergunta que me interessa particularmente: como é que tiveram conhecimento das Olimpíadas da SPQ?

CA – Foi a direcção pedagógica que recebeu o cartaz das Olimpíadas de 2002 e que falou connosco... apesar de que já tínhamos conhecimento de que iam ocorrer e já tínhamos procurado alguma informação... nomeadamente até pelo interesse de alguns alunos, que nos perguntavam "vai haver nesta escola ou não?".

PRC – Os próprios alunos mostraram interesse?

CA – Sim, porque já conheciam as Olimpíadas de Física, tínhamos tido alguns resultados interessantes no ano anterior e, portanto, os alunos já estavam motivados para este trabalho extra-aula e para estas actividades.

PRC – E tiveram uma participação de alunos muito elevada na 1.ª fase das Olimpíadas?

CA – Nós não temos um número de alunos muito elevado a nível do 10-12.º ano. No ano passado havia duas turmas do 12.º com cerca de 20 alunos cada e uma turma de 11.º, mas ainda tivemos que fazer uma selecção, porque houve cerca de 10-15 alunos concorrentes.

CFS – Mas é importante referir que logo a seguir à ida ao Porto (na semifinal) começaram a aparecer alunos a perguntar "e para o ano, quando é?", portanto este ano vamos certamente ter maior participação.

PRC – Espero que sim! Sei que acompanharam a equipa portuguesa às "Ibero-americanas" (uma colaboração que eu desde já agradeço, porque contribuíram sem dúvida para o ambiente positivo da selecção na Argentina). Qual foi a vossa impressão geral em relação às provas e à reacção dos alunos?



figura 2 Um aspecto da sala de apoio "Ciência Viva"

CA – Em relação às provas, elas abrangem um conteúdo programático que está muito para além do que é ensinado até ao 12.º ano. Só para exemplo, dos seis problemas da prova teórica eles têm conhecimentos para responder a dois. A preparação que foi dada aos alunos aqui na escola foi para os motivar para a química, para eles quererem saber mais, mas não com o objectivo do programa das olimpíadas. No entanto, o que notei – principalmente em relação à Ângela – é que ela gostou muito do modo como foram postas as questões, porque eles normalmente perguntam muito "será que isto um dia vai servir para alguma coisa", e foi uma demonstração de que aquilo que eles aprendem nos livros pode ser aplicado na prática, e que "aquilo que eu aprendi serve para alguma coisa numa situação nova, numa situação diferente; aprendi e consigo pensar"...

PRC – Chamou a atenção para o facto do programa ultrapassar largamente o programa do 12.º ano, nós sabemos isso, e sabemos que os nossos estudantes estão em grande desvantagem em relação àqueles que recebem uma longa preparação específica...

CFS – E notou-se...

PRC – Eu gostava de saber se a Ângela, antes de partir vos solicitou algum apoio. Nós mobilizámos alguns docentes do Departamento de Química da

Universidade de Aveiro para dois dias de preparação intensiva, mas isso é obviamente pouco...

CA – O que eu facultei à Ângela foi o conjunto de provas das finais e semifinais nacionais. Ela fez algumas, mas como foi em altura de férias, de candidatura e entrada na universidade...

CFS – Eu queria acrescentar uma coisa, que foi a sensação que tive quando a medalha da Ângela foi anunciada... tudo aquilo que foi feito com a Ângela – e a Ângela representa, no fundo, aquilo que foram os alunos desta casa – mostra que o trabalho que se faz desde o 8.º ano até ao 12.º está no bom caminho. Ou seja, sem qualquer preparação específica para ela participar numa olimpíada, ao conseguir o resultado que teve, só nos demonstra que estamos a fazer um trabalho válido. E se conseguirmos motivar os alunos para outros temas extra-programa os resultados só poderão vir a ser melhor nos próximos anos.

PRC – Esta sua intervenção vem mesmo ao encontro do que eu trazia nos meus planos para esta conversa, isto é, irmos à procura das razões do sucesso da Ângela. De acordo com a mentora, chamemos-lhe chefe de equipa (Prof. Dra. Clara Magalhães), que acompanhou de perto os trabalhos de avaliação das provas na Argentina, a Ângela conseguiu a medalha porque,

por um lado, fez uma prova laboratorial "certinha", e, por outro, teve a capacidade de "usar o que sabia para responder ao que não sabia". E daqui resultam claramente duas perguntas, a primeira das quais em relação à preparação laboratorial: **quais são as condições laboratoriais aqui no Externato?**

CFS – Mentiria se dissesse que são óptimas (risos). Mas são boas, ou até mais do que boas, e tem sido feito um esforço nos últimos anos, por parte da administração pedagógica, para nos proporcionar aquilo que nós vamos pedindo. E de há 6 a 7 anos a esta parte temos conseguido executar uma série de trabalhos que necessitam desde instalações a reagentes e material – algum dele de custo elevado – e temos tido alguma sorte com os alunos: os professores podem ser o que forem, mas se os alunos não estiverem interessados, não há fórmulas milagrosas. Portanto, temos tido a sorte de ter as condições, tenho de reconhecer que também fazemos algum esforço para motivar os alunos e disponibilizar-nos sempre que seja necessário, e temos tido alunos empenhados. O caso da Ângela é um exemplo daquilo que se vai fazendo nesta escola. Por exemplo, quer eu quer a Cristina, ainda antes de sabermos dos resultados das Olimpíadas de Química, já tínhamos um projecto para fazer os trabalhos laboratoriais do 12.º ano com eles em horário extra-curricular no âmbito do

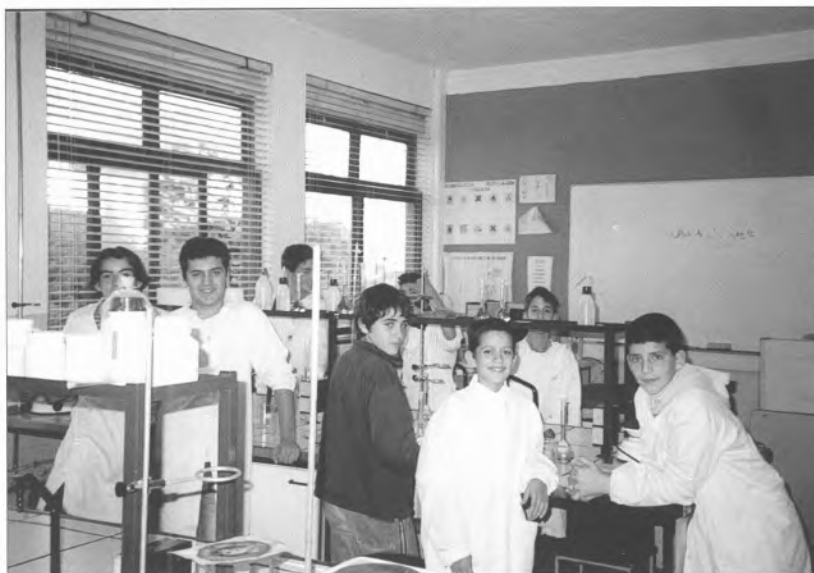


figura 3 O laboratório de química

Clube de Química. Já lhes demos um caderno de actividades e agora durante o ano lectivo, eles terão a química teórica durante as 6 ou 7 horas semanais e terão tardes do Clube de Química em que só farão os trabalhos laboratoriais.

PRC – O Clube de Química já tinha despertado a minha curiosidade quando visitei a página da internet do Externato. Considera que o "Clube" tem um papel importante no ensino da química aqui no Externato?

CFS – Sim, desde logo porque o Clube de Química concorreu a vários projectos Ciência Viva e conseguimos tocar várias temáticas e pôr os alunos a fazer coisas que normalmente não fariam parte das suas aulas. Por outro lado, o Clube de Química convida todos os novos alunos – os do 5.º ano – para fazer um primeiro contacto com o laboratório. Fazemos algumas experiências engraçadas e eles saem de lá fascinados. Ainda recentemente uma colega me veio dizer "anda aí um aluno (do 5.º ano) à tua procurar porque quer voltar ao Clube de Química para fazer mais experiências". Esta motivação – ou ilusão – inicial parece-nos muito importante, e desde o ano passado encetámos um projecto para levar a actividade experimental ao 1.º ciclo. De acordo com o programa e com os colegas desse ciclo, estamos a montar um conjunto de experiências muito simples

para que eles as possam realizar na própria sala de aula.

Por outro lado, todas as actividades que vão surgindo, como é o caso das Olimpíadas, encontram no Clube de Química o espaço aberto para se desenvolverem, e de vez em quando temos de inventar horas para responder ao que nos é solicitado. E como eu e a Cristina temos um defeito grande que é não saber dizer não...

Agora há uma coisa que gostava de exprimir: a minha tristeza, e julgo que também da Cristina, e de muitos professores de química, física e biologia neste país, pela "morte" (anunciada) do programa Ciência Viva. Parece-nos a nós que o Ciência Viva foi o trampolim que permitiu um grande salto no ensino experimental das ciências...

PRC – Mas sente que uma possível redução de verbas do Ciência Viva vai afectar a capacidade para manter essa actividade do Clube de Química?

CFS – Eu julgo que não – e o senhor Presidente da Direcção Pedagógica vai já dizer que está aqui para nos apoiar – e o mais importante é a motivação, a resposta que se dá aos alunos, e depois... como diz o povo "quem não tem cão caça com gato" e havemos de encontrar forma de continuar. Agora creio que a nível nacional, a possibilidade do Ciência Viva poder abrandar, ou até aca-

bar, será um grande rombo nas expectativas criadas ao longo dos anos.

PRC – Em relação a esta questão, todos sabemos que manter um laboratório de química é caro. Dr. Josias Barroso, uma instituição de gestão privada não sente a tentação de "deixar de lado" uma actividade tão dispendiosa?

JB – Não, de maneira nenhuma. Já nos primeiros tempos os laboratórios – e eu lembro-me bem e posso mostrar-lhe fotografias – eram o orgulho do colégio: o laboratório de química, o laboratório de física, o laboratório de biologia. Quando o Prof. Carlos diz que as condições não são óptimas... não podem ser óptimas porque está a funcionar no seu espaço original, e para construir um laboratório de raiz... eu já mudei o laboratório de física para uma sala mais ampla, mas entendo que o laboratório de química, com a sala anexa adstrita ao Ciência Viva, acaba por ter um funcionamento muito bom. Porque se há situações em que o colégio não regateia esforços é nos consumíveis de laboratório e na instrumentação básica necessária.

Mas a escola não pára de crescer, e depois do Centro de Recursos e do auditório, será concluído em breve o pavilhão gimnodesportivo e está em curso a remodelação e ampliação do estabelecimento, estando prevista a construção de 13 novas salas.

De qualquer modo, quero referir os nossos antigos alunos nos dizem que os professores na universidade, nas aulas práticas laboratoriais, lhes perguntam de onde é que vêm, em que escola andaram...

PRC – Então vamos à segunda questão acerca do desempenho da Ângela: a tal capacidade de usar os conhecimentos adquiridos para conseguir responder a questões não directamente leccionadas. Nós sabemos que os alunos têm muitas vezes a tentação de responder "isso eu não dei, portanto não sei". Como é que se treina o oposto, isto é, "esta matéria eu não dei, mas com o que sei talvez consiga chegar lá"?

CFS – Parece uma pergunta complicada, mas é muito fácil de responder: em primeiro lugar temos que ter alunos motivados e temos que ter sorte em que apareçam alunos assim. A partir daí, há uma coisa no colégio que eu definiria com "o amor à camisola", ou o "vestir a camisola"... e portanto os professores "vestem a camisola" e trabalham, mas os alunos também vivem a escola... e é exactamente essa questão dos alunos viverem a escola e conseguirem absorver o espírito que lhes é transmitido pelos professores que lhes permite depois conseguir, com os conhecimentos que têm, passar a situações novas. E isso é uma tentativa que se faz aqui nesta escola, ao colocá-los perante situações novas - que podem ser o participar nas olimpíadas numa disciplina qualquer, o concorrer aos concursos de literatura, o proporcionar-lhes viagens de estudo, o ir às universidades nos seus Dias Abertos às escolas secundárias, o participar no "Jogo da Cidadania", a ida a Estrasburgo com uma representação do colégio... são temas tão diversificados que os alunos vão participando e adquirindo a capacidade de lidar com situações novas.

PRC – Ainda queria voltar a falar com a professora da Ângela – esta entrevista

volta sempre à Ângela. Como é que ela era como aluna: um caso excepcional, daqueles que surgem de quando em quando, ou uma boa aluna que soube aproveitar as oportunidades que teve?

CA – A Ângela é uma aluna como temos alguns outros todos os anos. Não é uma aluna que se possa classificar como diferente. Se calhar, mesmo no seu ano, não era a melhor aluna de química. Era uma aluna interessada por tudo o que era novo, que tentava ir além da simples resolução de cada problema. Mas a química nem era aquilo que ela mais gostava, era a matemática..

PRC – Aliás, ela entrou na Lic. em Matemática na Universidade do Porto....

CA – ...mas interessava-se sempre por participar em qualquer actividade.

PRC – Quer dizer que esperam vir a ter outros alunos com participações semelhantes nas Olimpíadas?

CA – Sim, claro!

PRC – Há pouco, o Dr. Josias Barroso comentou o facto de mais de 50% dos professores terem sido alunos no externato. Algum de vós foi aluno cá?

CA e CFS – Não.

PRC – Então já agora pergunto: como é que vieram cá parar?

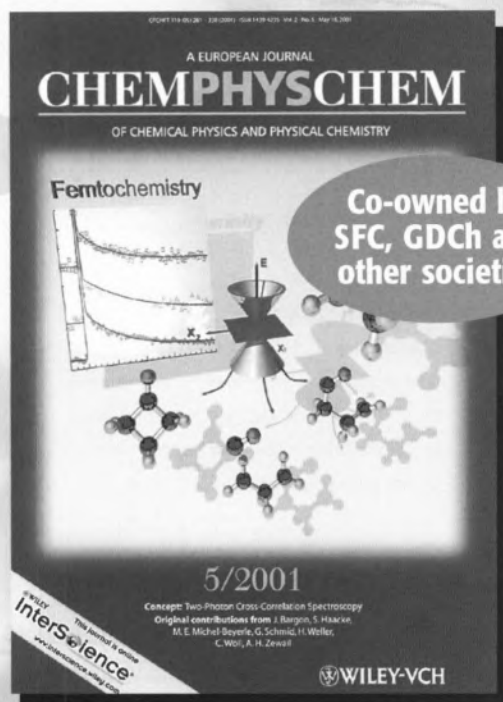
CA – Por acaso (risos). Eu ainda estava a acabar o curso de Engenharia Química no Porto e precisava de trabalhar, e sem nenhuma experiência, vi o anúncio no jornal, e cheguei aqui e disseram-me que era muito nova, mas que havia sempre perspectivas para quem queria começar com vontade, embora sabendo pouco... porque quando saímos da universidade a experiência é muito pequena... mas sempre me ajudaram muito, demonstraram sempre muito carinho, e acho que consegui aprender algumas coisas e transmitir isso aos meus alunos.

CFS – Estava a dar formação no âmbito de cursos do Fundo Social Europeu e concomitantemente leccionava numa escola do ensino público. Tinha excelentes referências do Externato, o Colégio de Riba d'Ave. Também porque se situava no concelho onde habito, decidi candidatar-me a um lugar. E tive sorte. Fui escolhido e é assim que ainda cá estou. E espero que por muito mais anos, sempre com desafios aliciantes pela frente...

PRC – Há uma pergunta que eu não posso deixar de lhe fazer, já que passou pelos dois sistemas: como compara a situação do professor numa escola secundária pública e numa privada, ou de gestão privada?

CFS – Julgo que essa pergunta é colocada no sentido de vermos como se podem comparar os resultados obtidos num lado e no outro e o que se pode sentir em termos de gestão. Eu definiria isso de um modo muito simples, com uma frase que é do Dr. Daniel Sampaio: aqui nesta escola há um rosto. Quando há um rosto, há quem directamente nos interpele sobre o trabalho que vamos fazendo. E a experiência que eu tenho do ensino público é que esse rosto está completamente diluído, como costumamos dizer "o patrão é o Estado". Aqui nós conhecemos o patrão, sem qualquer conotação negativa na palavra. É um rosto visível que todos os dias está connosco, quer para nos chamar a atenção para fazermos melhor, quer para nos louvar nas iniciativas que o merecem, e que implica claramente que tem de haver outro empenho, e que no fundo todos nós, professores e alunos sentimos que estamos acompanhados. Mesmo a questão do hino, do ex-libris, da história... é uma história vivida por todos, professores e alunos. É claro que isto traz um corpo docente estável, traz assiduidade, não há o "faltar por dá cá aquela palha"... e tudo isto tem de se reflectir nos resultados.

Subscribe Now!



ChemPhysChem – Where Chemistry Meets Physics Meets Chemistry...

ChemPhysChem amalgamates the wide and flourishing field ranging – to name just a few topics –

- from atmospheric science to hard and soft condensed matter
- from femtochemistry to nanotechnology
- from complex biological systems to single molecule research
- from clusters and colloids to catalysis and surface science
- from electro- to photochemistry

Papers from distinguished scientists worldwide, such as

Z. I. Alferov	G. Ertl	C. A. Mirkin
C. Amatore	C. Friend	C. N. R. Rao
C. D. Bain	J. S. Kilby	J.-M. Savéant
V. Balzani	H. Kroemer	R. J. Saykally
C. Bräuchle	R. Lavery	G. Wegner
E. A. Carter	J.-M. Lehn	C. Zannoni
A. Corma	R. D. Levine	R. N. Zare
F. C. De Schryver	H. Matsuhara	A. H. Zewail

ChemPhysChem

A European Journal of Chemical Physics and Physical Chemistry

2002 Volume 3, 12 issues per year,

ISSN Print 1439-4235

ISSN Electronic 1439-7641

Available as a separate journal and as a part of attractive packages with *Angewandte Chemie (Int. Ed.)*. Please visit www.chemphyschem.com

Virtual Sample Copy: FREE online access to full text of sample copy: www.interscience.wiley.com

Please enter my/our 2002 subscription to *ChemPhysChem*

At the institutional rate*:

<input type="checkbox"/> print	<input type="checkbox"/> electronic
<input type="checkbox"/> € 598,-	<input type="checkbox"/> € 598,-
<input type="checkbox"/> sFr 1028,-	<input type="checkbox"/> sFr 1028,-
<input type="checkbox"/> US\$ 648,-	<input type="checkbox"/> US\$ 648,-

At the personal member rate: print

<input type="checkbox"/> € 148,-	Europe
<input type="checkbox"/> sFr 248,-	Switzerland
<input type="checkbox"/> US\$ 158,-	All other countries

* For a 5% premium, institutions can also choose both print and online access.

Please tick: private business

Name

Address

City/Postcode

Country

Date/Signature

Please send me a free sample copy

Please return this order form to your local bookseller or to:

Customers in Germany, Austria, and Switzerland:

WILEY-VCH Reader Service
P. O. Box 10 11 61,
D-69451 Weinheim, Germany
Phone: +49 (0) 6201-606 147
Fax: +49 (0) 6201-606 172
e-mail: subservice@wiley-vch.de

Customers in all other areas:

John Wiley & Sons, Ltd.
Journals Administration Department
1 Oldlands Way
Bognor Regis West Sussex, PO22 9SA, UK
Phone: +44 (0) 1243-779 777
Fax: +44 (0) 1243-843 232
e-mail: cs-journals@wiley.co.uk

 WILEY-VCH

The whole world of

CHEMISTRY

Chemistry – A European Journal is the fastest growing international forum for the publication of the most innovative full papers from all areas of chemistry and its related fields.

Its success has come from attracting first-rate full papers from international top authors together with great features such as "Concepts", which provide a useful insight to new areas of chemistry and new angles on familiar problems.

Chemistry – A European Journal is a collaboration of 14 national chemical societies.

A comparison of the page prices and Impact Factors of similar journals underlines that *Chemistry – A European Journal* gives you excellent value for money. This journal belongs in every chemistry library.

every two weeks

2002 Volume 8
24 issues per year
ISSN Print 0947-6539
ISSN Electronic 1521-3756
www.wiley-vch.de/home/chemistry



The place to be in chemistry:

- The ISI measured Impact Factor is at 4.698
- Full-text online access through *Wiley InterScience* for subscribing institutions and members of the owner societies included in subscription rate
- *EarlyView*: Issues appear online prior to print distribution
- *Virtual Sample Copy*: FREE online access to full text of sample copy:
www.interscience.wiley.com

2002

Please send me a free sample copy

Please enter our/my 2002 subscription to:
Chemistry – A European Journal

at the institutional rate*:

	print	electronic
Europe	<input type="checkbox"/> € 1958	<input type="checkbox"/> € 1958
Switzerland	<input type="checkbox"/> SFr 3338	<input type="checkbox"/> SFr 3338
All other countries	<input type="checkbox"/> US\$2418	<input type="checkbox"/> US\$2418

* For a 5% premium, institutions can choose both print and electronic access.

for members of the owner societies from Austria, Belgium, Czech Republic, France, Germany, Greece, Hungary, Italy, The Netherlands, Poland, Portugal, Spain and Sweden at the personal rate:

	print
Europe	<input type="checkbox"/> € 168
Switzerland	<input type="checkbox"/> SFr 278
All other countries	<input type="checkbox"/> US\$258

Prices include postage and handling charges.

Please tick: home business

Name

Address

City/Postcode

Country

Membership-No.


Date/Signature

Please return this order form to your local bookseller or to:

WILEY-VCH Customer Service
P.O. Box 10 11 61
69451 Weinheim, Germany
Phone: +49 (0) 6201-606 147
Fax: +49 (0) 6201-606 172

John Wiley & Sons, Ltd. • Journals Administration Department
1 Oldlands Way • Bognor Regis West Sussex, PO22 9SA, England
Phone: +44 (0) 1243-779 777
Fax: +44 (0) 1243-843 232
e-mail: cs-journals@wiley.co.uk

John Wiley & Sons, Inc.
605 Third Avenue • New York, NY 10158-0012, USA
Fax: +1 212-850 6088

 WILEY-VCH

