

boletim

SOCIEDADE
PORTUGUESA
DE
QUIMICA



Ano 4-Série II n.º 5 • JANEIRO 1981 • Director: A. M. LOBO



PRÉMIO
FERREIRA
DA
SILVA

ENVELOPE PARA
PAGAMENTO DAS
QUOTAS

SUMÁRIO

Mensagem do Secretário-geral	2
Elementos químicos em Biologia.....	4
Nomenclatura nomeada para escalas de trabalho em análise química.....	16
Congressos, Conferências e Seminários no Estrangeiro.....	20
Actividades da S.P.Q.....	23
Divisão de Educação — Zona Norte	29
Em memória do Prof. Stig Sunner.....	30
Bolsiros de química da F. Gulbenkian no estrangeiro.....	31
Segurança.....	32

boletim

SOCIEDADE
PORTUGUESA
DE
QUÍMICA



DIRECÇÃO DA S.P.Q.

Presidente — **M. Alzira Amoster Ferreira**
Vice-Presidente — **Manuel A. V. Ribeiro da Silva**
Secretário Geral — **A. Romão Dias**
Secretário Geral Adjunto — **M. Nunes da Ponte**
Tesoureiro — **Francisco Pedroso**
Secretário Adjunto — **M. Cândida Vaz**

Conselho Fiscal

Presidente — **César Viana**
Vice-Presidente — **Luis Alcácer**
Relator — **V. Meira Soares**

Mesa da Assembleia Geral

Presidente — **B. Herold**
1.º Secretário — **Alberto Amaral**
2.º Secretário — **Teixeira Dias**

Assembleias Regionais

DELEGADO DO NORTE (Sede no Porto)

Assembleia Regional

Presidente — **João Luis Cabreira de Oliveira Cabral**
1.º Secretário — **José Luis C. Conceição Figueiredo**
2.º Secretário — **Rui Adelino Torcato Barroca**

Direcção da Delegação Regional

Presidente — **Manuel Anibal V. Ribeiro da Silva**
Secretário — **José Alberto Nunes Ferreira Gomes**
Vogal — **José Luis Fontes da Costa Lima**

DELEGAÇÃO DO CENTRO (Sede em Coimbra)

Assembleia Regional

Presidente — **António J. Campos Varandas**
1.º Secretário — **Júlio António Marques da Cunha Pinto**
2.º Secretário — **Maria Helena Ferreira Teixeira**

Direcção da Delegação Regional

Presidente — **António José Ferrer Correia**
Secretário — **Maria da Conceição Pedroso Lima**
Vogal — **Maria Isabel Almeida Ferra**

DELEGAÇÃO DO SUL (Sede em Lisboa)

Assembleia Regional

Presidente — **José Luis Cardoso Pereira**
1.º Secretário — **José Dias Lopes da Silva**
2.º Secretário — **Carlos José Rodrigues Crispim Romão**

Direcção da Delegação Regional

Presidente — **Maria Alzira Almofter Ferreira**
Secretário — **José Miguel da Costa Reis**
Vogal — **Maria Isabel da Silva Martinho Simões**

Execução gráfica — Proença, Coop. de Artes Gráficas,
SCARL. Tel. 869249

Boletim da S.P.Q.

— **Noticiário, congressos, conferências e seminários**
(Portugal e Estrangeiro)

DR. M. REGINA TAVARES

Centro de Química Estrutural
Complexo I, Av. Rovisco Pais

1096 Lisboa Tel. 57 26 12 Ext. 266

— **S.P.Q. — Divisão de Educação**

DR. VÍTOR TEODORO

Escola Secundária de Almada

Almada

— **S.P.Q. — Segurança**

DR. M.J.O. BAPTISTA

Lab. Microbiologia
Centro de Biologia
Fundação Gulbenkian

Oeiras Tel. 243 14 36 Ext. 203

— **Interface**

ENG. J.A. MARTINHO SIMÕES

Centro de Química Estrutural
Complexo I, Av. Rovisco Pais

1096 Lisboa Codex Tel. 57 26 16 Ext. 281

— **Publicidade**

Porto

DR. JOSÉ L.F.C. LIMA

Departamento de Química
Faculdade de Ciências

4000 Porto Tel. 02-31 02 90

Lisboa

PROF. F.M. ABREU DA COSTA
Laboratório de Química
Faculdade de Ciências
Rua da Escola Politécnica
1294 Lisboa Codex Tel. 608932

ENG. M.M. MARQUES

Centro de Química Estrutural
Complexo I
Av. Rovisco Pais

1096 Lisboa Codex
Tel. 57 26 16 Ext. 266

MENSAGEM DO SECRETÁRIO-GERAL

A SOCIEDADE PORTUGUESA DE QUÍMICA NA DÉCADA DE 80



A. Romão Dias
Secretário-geral da S.P.Q.

Durante os últimos anos a SPQ teve alguma actividade. Muito mais deveria ter sido feito mas isso não aconteceu. Dado que a SPQ não é mais do que o conjunto organizado dos químicos portugueses poderemos dizer que as limitações verificadas na actividade da Sociedade podem ser imputadas a todos os seus sócios e também aos órgãos directivos que não conseguiram um maior poder de mobilização. Uma sociedade nacional de química, embora possa e deva ter uma certa função de liderança, é necessariamente um espelho da sua comunidade científica. Numa sociedade moderna a dimensão e dinamismo desta comunidade dependem geralmente da dimensão e dinamismo da indústria química nacional. Temos de concordar que também neste aspecto a situação portuguesa, com uma indústria química sem qualquer criatividade, não é encorajadora. Esta análise da situação presente só é importante na medida em que nos ajuda a perspectivar o futuro.

Portugal pretende estreitar os seus laços com o resto da Europa e ultrapassar a situação de país permanentemente em vias de desenvolvimento. Muitas das estruturas nacionais terão de se modernizar para fazer face a esta situação e a SPQ não é excepção.

Quais são então, em minha opinião, as linhas mestras segundo as quais a SPQ tem de evoluir nos próximos anos?

A SPQ atingiu uma dimensão em que já não pode ser gerida de uma forma amadora. Para além dos órgãos directivos tradicionais e de um funcionário para o trabalho de rotina precisamos de um Secretário, a tempo inteiro, para a gestão corrente da Sociedade. O perfil desejado é o de um licenciado em Química ou área afim, com conhecimento de Química, com o interesse e a dedicação por estas tarefas que torne possível o funcionamento efectivo dos órgãos directivos tradicionais o qual terá sempre de se basear no esforço desinteressado e na «carolice». A limitação para este tipo de solução tem sido apenas a natureza económica. Esperamos que o Encontro Anual de 1981 (ver pág. 23) quebre o tradicional ciclo vicioso da pobreza a permita à SPQ enveredar por uma estrutura muito mais eficiente.

As Divisões — Educação, Química Analítica, Termodinâmica, Nomenclatura, Química Industrial, etc.,

— nunca funcionaram na realidade. Elas são, porém, essenciais para o funcionamento sectorial da Sociedade tanto a nível nacional como internacional (por exemplo, na ausência de uma Divisão de Educação e quando se torna necessário nomear um representante da SPQ à IUPAC ou à Federação Europeia das Sociedades de Química, o Secretário-geral procura à sua volta, entre os seus conhecidos, uma pessoa para nomear). Para ultrapassar esta situação é **indispensável** a colaboração dos sócios. Basta haver algumas pessoas interessadas e activas para ser possível, com o apoio das estruturas da Sociedade, criar e pôr a funcionar as várias Divisões. Depois disso a dinâmica de cada Divisão vai depender dos seus membros. Não se esqueçam de que quando acusarem a Sociedade de, por exemplo, não ter uma Divisão de Química Analítica e de não organizar encontros sobre Química Analítica eu só poderei responder o seguinte: os químicos analíticos portugueses ainda não o quiseram. A direcção da SPQ pode ajudar mas não se pode substituir aos seus sócios.

A participação dos químicos industriais (e aqui incluo os licenciados em Química e em Engenharia Química) na vida da SPQ tem sido extremamente reduzida. Isto deve-se, talvez, ao facto de os motores da Sociedade terem sido tradicionalmente universitários (e agora, também, professores do secundário) e haver um divórcio histórico, mas altamente pernicioso, entre a Universidade e a Indústria. Seria fastidioso discutir onde estão as culpas; elas encontram-se necessariamente em ambos os lados. O que é fundamental compreender é que a actividade química de um país começa no ensino (já ao nível do secundário), passa pela investigação e culmina na produção industrial; só uma forte interacção entre estes três aspectos pode fortalecer cada um deles. Só por si este tema merece vários longos artigos, mas não é esta a altura oportuna. Tudo o que posso dizer é que as direcções da SPQ, presentes e futuras, devem fazer todos os esforços para ultrapassar este divórcio absurdo e suicida: devem tentar incrementar as participações de químicos industriais nos encontros anuais e nos vários órgãos de gestão da SPQ, devem organizar encontros sobre a indústria química, devem cativar sócios colectivos e organizar outras actividades que interessem à indústria. É, porém, indispensável que a indústria

SÓCIOS CUJAS MORADAS SE ENCONTRAM DESACTUALIZADAS:

Pede-se o favor de contactarem a sede da S.P.Q. em Lisboa URGENTEMENTE.

- | | | |
|--|---|--|
| — Arminda A. Marjano Simões
R. Dr. António José de Almeida, 2-3.º Esq.º
2830 | — Belmiro Santos Pereira
R. das Forças Armadas, 2-r/c., Dt.º
7800 BEJA | — Carlos A.C. Gonçalves
AV.ª Patrão Joaquim Lopes
n.º 12, r/c., Dt.º
1200 LISBOA |
| — Prazeres C.C. Osório de Sá
Rua da Estrema, 18-3.º D
8600 LAGOS | — M.ª Amélia Duarte de Almeida
Av.ª Bons Amigos, Lote 12, 7.º-Porta 6
LISBOA | — M.ª da Graça Machado S. Pereira
R. 25 de Abril, 6 c/v., Dt.º
7800 BEJA |
| — M.ª Margarida C.P. de Araújo
R. Coelho da Rocha, 211-2.º Dt.º
3000 COIMBRA | — M.ª Josefina Calapez
Av.ª Manuel da Maia, 22-4.º Dt.º
1000 LISBOA | — M.ª da Glória Giestas
R. Alexandre Herculano, 510
3500 VISEU |
| — M.ª do Carmo O.S. Solva Paliteiro
R. da Tapada, 47-2.º Esq.º
6200 COVILHÃ | — Ângela M.ª F. Fernandes
Rua Diogo Macedo, 3
1600 LISBOA | — Arminda A. Mariano Samões
R. Dr. António José de Almeida, 2-3.º, Esq.º
2830 BARREIRO |
| — Carlos A. Silva Paliteiro
R. da Tapada, 47-2.º Esq.º
6200 COVILHÃ | — António M. Bastos Baptista
R. Afonso Henriques, 4029
Águas de Santa Maia
4470 MAIA | — Teresa Maria Carvalho
Escola Industrial e Comercial das
2500 CALDAS DA RAINHA |

reconheça que a SPQ lhe pode prestar um contributo importante e que o fará se todos os sectores da actividade química em Portugal colaborarem. As traves de marfim, onde quer que se encontrem, sempre serviram para disfarçar a mediocridade.

A actividade editorial da SPQ tem-se reduzido à publicação (irregular) da Revista Portuguesa de Química e, mais recentemente, de um Boletim. A Revista tem sido um problema e ainda não está em dia. Apenas vos posso dizer que a minha apreciação diária do esforço desenvolvido pelos editores me dá a confiança que as batalhas contra as tipografias (e, por vezes, contra os autores e «referees») será vencida e que, em breve, teremos uma Revista que sai e publica os artigos com um atraso aceitável pelos padrões das revistas internacionais. Ingenuamente fiz anteriormente promessas a este respeito que não se cumpriram; a evolução recente, que é patente para todos os sócios, torna-me mais confiante.

Embora sejamos poucos, se cada químico activo em Portugal enviar um artigo por ano para a Revista nunca nos faltará material. A divulgação e o prestígio da Revista Portuguesa de Química dependerá do número e da qualidade dos artigos que para lá enviarmos. Creio que o Boletim veio suprir uma falta sentida pela comunidade portuguesa. É evidente que pode melhorar e diversificar-se. Para tal é necessária a colaboração de todos. Os nossos cientistas são tão superiores que não podem escrever artigos de divulgação e de actualização para o Boletim? Os químicos industriais não têm nada de interessante a dizer sobre a sua indústria? Os nossos químicos (industriais, universitários, professores do secundário) não têm questões, opiniões, dúvidas, críticas a que queiram dar expressão numa secção de correspondência? Será que somos todos muito envergonhados ou estaremos todos desinteressados e apáticos? A actividade editorial da SPQ tem de expandir-se. É preciso publicar livros (originais ou traduções), material didáctico (escritos, slides, fitas gravadas) e, sobretudo, monografias para professores. Há algum anos encomendei várias monografias; até agora não apareceram. Eu também sou culpado, mas será necessário que o secretário-geral da SPQ seja o primeiro a apresentar uma monografia? O desafio está lançado. Qualquer sugestão e/ou oferta de produção de um texto será bem recebida.

Na sua estrutura presente a SPQ é apenas uma sociedade científica e não uma associação profissional. Sem pretendermos de forma alguma interferir no âmbito de acção dos órgãos sindicais, mas podendo colaborar com estes, creio que a SPQ se pode tornar também um órgão profissional* essencialmente definindo padrões de qualidade na actuação dos praticantes da Química em todas as suas esferas de actuação. Para além do mais a proximidade da integração europeia impõe esta tarefa: a SPQ terá de dialogar com as suas congéneres estrangeiras neste e noutros domínios; as solicitações já existem. É evidente que, para este propósito, a colaboração com a Ordem dos Engenheiros é indispensável.

Resumindo diria o seguinte: a SPQ está activa; essa actividade reflecte um crescente dinamismo da comunidade química portuguesa, que tem tomado expressão clara nos encontros anuais da nossa Sociedade. Para desempenhar cabalmente as suas funções a SPQ precisa de intervir mais activamente na vida química em Portugal, sendo o seu espelho mas exercendo também uma acção actualizadora. A década de 80 vai exigir mais aos químicos portugueses e a SPQ deve intervir activamente nesse processo. Para isso precisa evoluir nos seguintes aspectos:

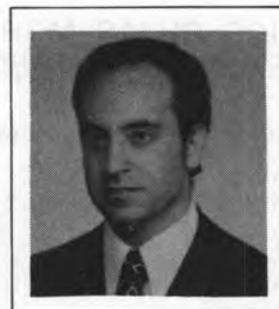
- 1) Profissionalização e eficiência na sua gestão;
- 2) Maior participação dos sócios na vida corrente da Sociedade;
- 3) Desenvolvimento sectorial através do fomento das Divisões;
- 4) Muito maior interacção com a indústria;
- 5) Incremento na actividade editorial;
- 6) Funcionamento também como órgão profissional.

Em grande parte as linhas de evolução propostas só serão possíveis com uma participação muito mais activa de um número crescente de sócios.

A SOCIEDADE PORTUGUESA DE QUÍMICA É VOSSA! O SEU AVANÇO OU A SUA MORTE ESTÁ NAS VOSSAS MÃOS.

* Veja-se a recente fusão da Chemical Societal com o Royal Institute of Chemistry na Royal Society of Chemistry.

ELEMENTOS QUÍMICOS EM BIOLOGIA



J.J.R. Fraústo da Silva
Centro de Química Estrutural
Complexo Interdisciplinar
IST, Av. Rovisco Pais
1000 Lisboa — PORTUGAL

EFEITOS DA DEFICIÊNCIA E DO EXCESSO DE ELEMENTOS ESSENCIAIS

1. Introdução

No actual estágio de desenvolvimento dos conhecimentos sobre a utilização dos elementos químicos pelos sistemas biológicos sabe-se que apenas cerca de 25 elementos são essenciais à vida, dos quais 11 são requeridos em quantidades apreciáveis (macronutrientes) e os restantes em quantidades reduzidas, por vezes vestigiárias (micronutrientes).

Da análise da distribuição destes elementos no Quadro Periódico — Figura 1 — pode tirar-se a conclusão de que a química da vida é, essencialmente, a química dos elementos leves, já que o número atómico dos elementos envolvidos é na quase totalidade dos casos, inferior a 30.

A razão da escolha destes elementos — e da rejeição de outros — deverá estar associada a um princípio de utilização económica de recursos, já que os elementos mais leves são também os mais abundantes e os mais «disponíveis» (sob o ponto de vista da maior facilidade na sua extracção das respectivas fontes), podendo, por outro lado, apresentar toda a variedade de comportamento químico dos diferentes grupos e sub-grupos do Quadro Periódico. Na verdade incluem representantes de quase todos eles, excluindo-se apenas os sub-grupos encimados pelo escândio, pelo titânio e pelos gases nobres (1).

Os elementos rejeitados (tanto alguns «leves», como o alumínio, o lítio e o berílio, como os mais pesados

— cádmio, mercúrio, chumbo, por exemplo) são, em geral, prejudiciais aos sistemas biológicos, e alguns são mesmo fortemente tóxicos para diferentes formas de vida.

Haverá, porém, que dizer, também de uma forma geral, que **todos** os elementos químicos são tóxicos, mesmo os essenciais, dependendo da respectiva dose, do estado em que são ingeridos, da forma de ingestão e até da hora em que esta ocorre, variando o seu efeito de espécie para espécie.

Inversamente, alguns elementos reconhecidamente tóxicos podem ser utilizados com efeitos benéficos — lembremos os numerosos exemplos de medicamentos inorgânicos, desde os clássicos arsenicais aos modernos complexos da platina, empregados na terapia do cancro, ou ao simples carbonato de lítio, utilizado na terapia das doenças mania-depressivas.

Assim, o efeito fisiológico dos elementos químicos pode ser representado por curvas genéricas, que, no caso dos elementos essenciais apresentem um máximo, numa faixa de concentrações maior ou menor. Alguns casos concretos estudados confirmam o andamento previsto nas curvas teóricas. (*)

No presente trabalho propomo-nos examinar em maior pormenor os efeitos da deficiência e do excesso dos elementos químicos considerados essenciais sobre o

(*) Para mais pormenores consulte-se referência (1) e ainda J.J.R. Fraústo da Silva, *Bol. Soc. Port. Química*, N.º 1 (2.ª série), p. 2-13 (1979).

FIGURA 1 — DISTRIBUIÇÃO DOS ELEMENTOS ESSENCIAIS À VIDA

IA	IIA	IIIA	IV	VA	VIA	VIIA	VIII	VIII	VIII	IB	IIB	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIIB	O
H★																	He
Li	Be											B☆	C★	N★	O★	F☆	Ne
Na★	Mg★											Al	Si☆	P★	S★	Cl★	Ar
K★	Ca★	Sc	Ti	V☆	Cr☆	Mn☆	Fe☆	Co☆	Ni☆	Cu☆	Zn☆	Ga	Ge	As•	Se☆	Br•	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo☆	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn•	Sb	Te	I☆	Xe
Cs	Ba	Ln	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U												

★ Elementos predominantes

☆ Oligoelementos que se julgam essenciais para a vida animal e vegetal

• Oligoelementos que se suspeita serem também essenciais

desenvolvimento dos animais, em especial dos seres humanos, abrangendo no termo «desenvolvimento» o normal funcionamento dos seus processos metabólicos e, conseqüentemente, a manutenção do seu estado de «saúde».

Examinaremos, pois, sucessivamente, as funções biológicas que os diferentes elementos essenciais desempenham, os processos de manutenção das suas concentrações no organismo, a possível ocorrência de competições entre os vários elementos e os sintomas associados às doenças provocadas pela carência ou pelo excesso de alguns deles, tanto quanto possível relacionados com os mecanismos dos processos em que participam.

2. Elementos biológicos e suas funções

Apesar de alguns casos terem sido reconhecidos há longos anos (ferro, no século XVII e iodo, no século XIX), a história da descoberta da essencialidade de certos elementos químicos, designadamente os vestigiários, é relativamente recente e está intimamente associada ao desenvolvimento de métodos analíticos apropriados à detecção de micro-quantidades desses elementos, bem como à possibilidade de preparação de dietas alimentares isentas dos mesmos, a fim de se poder averiguar os efeitos da sua carência.

No Quadro I apresenta-se uma listagem dos elementos químicos vestigiários hoje considerados essenciais para a vida animal; dos 15 elementos referidos os primeiros 9 são essenciais também para os seres humanos, embora as necessidades específicas não estejam quantificadas rigorosamente em todos os casos. Os últimos 6 elementos tiveram a sua essencialidade provada em relação a animais de laboratório, mas não para seres humanos, ainda que para pelo menos um deles — o flúor — sejam conhecidos alguns efeitos benéficos em relação à incidência da cárie dentária, o que não implica que esta resulte necessariamente de uma deficiência nutritiva de tal elemento.

Uma análise cuidada das observações do Quadro I, bem como da variedade de compostos e processos que a biologia utiliza, permite estabelecer, em termos gerais, as funções de cada um dos elementos biológicos; todavia, o facto de cada elemento poder assegurar mais do que uma função e o facto de existirem funções semelhantes asseguradas com a participação de elementos diferentes implica que cada elemento deverá ser finamente ajustado ou sintonizado para cada função específica, certamente através da sua combinação com espécies químicas adequadas.

Assim, o cálcio pode ser usado como formador de estruturas, combinado com fosfato ou carbonato, mas pode também actuar como desencadeador de certos fenómenos, como a contracção muscular, associando-se às proteínas envolvidas no processo. Em contraposição, pode citar-se o caso do ferro, manganês e cobre, constituintes de três diferentes superóxido dismutases, enzimas que catalisam a dismutação do superóxido em oxigénio e peróxido de hidrogénio, uma mesma função assegurada por elementos diferentes, provavelmente para operar em circunstâncias também diferentes⁽²⁾.

Sem prejuízo deste aspecto, que é importante — o da modulação das propriedades de cada elemento essencial através da sua combinação com outra espécie química adequada — podem esquematizar-se as funções principais dos elementos biológicos tal como se apresenta no Quadro II.

Quadro I

Elementos químicos essenciais para seres humanos e para animais (micronutrientes)

Elemento	Descoberta da essencialidade	Observações
Ferro	Século XVII	Componente da hemoglobina, mioglobina, citocromos e enzimas para reacções redox
Iodo	1850	Necessário para a síntese das hormonas da tiróide
Cobre	1928	Componente de enzimas para reacções redox; envolvido na mobilização de ferro para síntese da hemoglobina
Manganês	1931	Envolvido na activação de enzimas e na formação de ossos e cartilagens; necessário para a fertilidade normal do gado
Zinco	1934	Associado à insulina e componente de mais de 90 enzimas — catálise ácido-base, síntese do DNA e RNA, etc.
Cobalto	1935	Componente da vitamina B ₁₂ necessária à hematopoiese
Molibdénio	1953	Componente de enzimas (xantina-oxidase)
Selénio	1957	Componente de enzimas (glutathione peroxidase e outras); impedimento à peroxidação dos lípidos associado à vitamina E
Crómio	1959	Envolvido no metabolismo da glucose; componente do chamado «factor de tolerância à glucose»
Estanho	1970	Essencial para o crescimento normal de ratos
Vanádio	1971	Idem dos ratos e pintos; envolvido no mecanismo da (Na + K)-ATPase
Flúor	1972	Essencial para o crescimento normal de ratos; efeito preventivo da cárie dentária
Silício	1972	Essencial para o desenvolvimento normal de mucosas e ossos de ratos e pintos. Envolvido no mecanismo de formação de ossos
Níquel	1974	Essencial para o crescimento e formação de glóbulos vermelhos de ratos
Arsénio	1975	Essencial para o desenvolvimento de ratos e cobaías

Entre estas funções predominam as relativas à catálise enzimática de reacções de vários tipos, à formação de moléculas biológicas e de estruturas de suporte (ossos, conchas, etc.) e à condução iónica, manutenção do equilíbrio hídrico e da pressão osmótica, para além de outras mais específicas das quais se dão apenas alguns exemplos no Quadro II.

Os micronutrientes estão, com seria de esperar, ligados ao primeiro grupo de funções, ainda que não exclusivamente; assim, o silício (*) pode ter funções estruturais, promovendo o entrosamento das fibras de

(*) Na realidade, o silício não se pode considerar propriamente como micronutriente pois o teor total deste elemento no corpo humano é quase igual ao do magnésio, que figura ente os elementos predominantes (ver Quadro IX).

Quadro II

Funções principais dos elementos químicos biológicos (macro e micronutrientes)

Funções	Elementos químicos	Processo químico e observações
Funções electroquímicas; controlo osmótico; transmissão de mensagens	Na, K, Cl (Mg), (Ca), (SO ²⁻)	Em solução aquosa, na forma de iões livres; transporte de carga (correntes iónicas)
Formação de estruturas (moléculas biológicas, estruturas de suporte)	H, O, C, N, P, S, F, Ca, Si, (Mg)	Formação de compostos orgânicos ou sais pouco solúveis, como o fosfato e carbonato de cálcio. «Cross-linking» nos tecidos conjuntivos
Catálise ácida	Zn, Ni (?)	Em enzimas (cerca de 100 conhecidas; Ni na urease); reacções de hidrólise. Degradação de alimentos.
Catálise de reacções redox	Fe, Cu, Mn, Mo, Se, (Co?), (V?)	Em proteínas ou enzimas; reacções com o oxigénio e seus produtos de redução, inibição da peroxidação de lípidos (Se)
Outras funções (exemplos):		
Síntese de DNA e RNA	Zn, Mg, Ca	Catálise de reacção de síntese, produção de energia
Controle hormonal	I, Ca	Hormonas da tiróide (I), rompimento de vesículas (Ca)

colagénico⁽³⁾ ou formando esqueletos externos de sílica, e o zinco parece estabilizar as estruturas secundária e terciária do RNA. Do mesmo modo, alguns macronutrientes podem ter funções catalíticas; o magnésio, por exemplo, é um activador de várias enzimas.

Posto o problema nestes termos, surgem naturalmente dois focos de interesse neste domínio do estudo das funções dos elementos químicos em biologia: o dos processos e mecanismos da captura e rejeição dos diferentes elementos pelos sistemas biológicos e o dos modos de armazenamento e redistribuição desses elementos em organismos evoluídos.

No presente trabalho não nos ocuparemos das questões relacionadas com a captura, que já noutra ocasião abordámos⁽¹⁾, focando a nossa atenção sobre o segundo tipo de questões, relativas ao armazenamento e mobilização dos depósitos eventualmente constituídos nos organismos vivos, particularmente nos animais.

3. Formas de armazenamento e de redistribuição dos elementos químicos em sistemas biológicos

De um modo geral, armazenamento implica acumulação e acumulação pressupõe uma condição ligada ou a manutenção de um local de concentração mais elevada, através de processos de transporte activo que requerem o dispêndio de energia. Em qualquer dos casos, como também no da rejeição de elementos por um determinado organismo ou por um compartimento desse organismo, deverão estar envolvidos ligandos biológicos selectivos em relação a esses elementos e, em alguns

casos, também artificios ou dispositivos de base cinética. Isto é, na análise destes processos haverá que ter em conta argumentos de natureza termodinâmica (estabilidade de complexos) e argumentos de natureza cinética.

O armazenamento pode ser intracelular ou extracelular; no 1.º caso pode ser assegurado por acumulação contra o gradiente de concentração ou por combinação química num estado ligado, mas no caso de ser extracelular só se pode verificar a segunda hipótese. Deve ainda notar-se que o armazenamento intracelular se pode dar no interior de compartimentos de célula-organelas ou vesículas.

No que se refere ao armazenamento extracelular, é curioso observar que existe, em muitos casos, uma curiosa relação, certamente evolucionista e, como sempre, determinada por princípios de utilização económica de recursos e optimização funcional, entre armazenamento e formação de estruturas de suporte, como o esqueleto dos mamíferos que é, simultaneamente, um depósito de fosfato de cálcio, cujos componentes podem ser mobilizados. Aliás, as próprias macromoléculas biológicas constituem formas de armazenamento — de carbono e hidrogénio no caso das gorduras e polisacáridos e de carbono e azoto no caso das proteínas. Esta relação, todavia, não é absoluta, pois podem existir depósitos móveis (caso do oxigénio, ligado à hemoglobina).

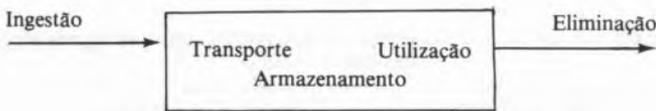
De qualquer forma, existe uma diferença importante entre o armazenamento de compostos orgânicos e o de elementos «minerais», na forma de compostos inorgânicos ou complexos. No primeiro caso, os processos de armazenamento e de mobilização são conseguidos através de reacções de polimerização e de despolimerização, catalisadas por determinadas enzimas; no segundo caso existe em geral um reagente «solubilizador» que compete pelo elemento armazenado e o transporta até ao local onde é requerido, onde é deslocado para uma sede activa, novamente por um processo de competição (que pode envolver reacções de oxidação-redução).

O processo põe em jogo parâmetros de natureza termodinâmica e cinética e assemelha-se naturalmente ao esquema clássico da marcha geral da análise, no qual a separação dos diferentes iões é assegurada através de uma graduação de produtos de solubilidade de sais e de constantes de estabilidade de diferentes complexos⁽⁴⁾.

O Quadro III dá uma ideia dos precipitantes e complexantes que podem ser utilizados para o efeito e, na realidade, a biologia utiliza ligandos do tipo indicado, conforme se pode verificar no conjunto de exemplos que se apresenta no Quadro IV.

É evidente que os fenómenos de armazenamento e mobilização de depósitos estão ligados à necessidade de manutenção de um nível óptimo de concentração dos vários elementos, de tal modo que os sistemas onde se verifiquem não sofram por efeito de deficiências ou excesso na ingestão dos mesmos. Trata-se portanto de um mecanismo regulador, podendo também nestes casos falar-se em homeostasia ou, para manter a analogia com a linguagem dos químicos analistas, de um processo de «tamponização» da concentração dos elementos químicos essenciais.

Esquemáticamente, pode representar-se esse mecanismo através de um diagrama simples ilustrando o equilíbrio (químico) entre as formas ligadas e as formas móveis



suor. Se esses elementos não forem repostos podem surgir sintomas tais como câibras, cefaléia, entorpecimento mental e até sobrevir um estado de choque.

O assunto é bem conhecido e sobre ele não nos alargaremos, limitando-nos a assinalar a diferença no

Quadro III

Exemplos de ligandos usados para a precipitação, solubilização e detecção final de alguns elementos essenciais, no esquema geral da análise

Elemento	Forma precipitada	Solubilizador	Forma de detecção química
Cálcio	Carbonato, Fosfato, oxalato	Oxianião orgânico (p. ex. polifosfato, citrato)	Carboxilatos
Ferro	Hidróxido	Fenolato	Aminas aromáticas (Fe^{2+}), sulfuretos
Cobre	Sulfureto	Aminas	Aminas/sulfuretos
Zinco	Sulfureto	Aminas	Aminas/sulfuretos
Sódio e potássio	Nenhuma	Desnecessário	Nenhuma adequada

Adaptado com modificações de R.J.P. Williams: Chemistry in Britain, 15, 506 (1979).

Quadro IV

Formas de armazenamento e de transporte de alguns elementos essenciais

Elemento	Forma de armazenamento	Forma de transporte	Sede final (exemplos)
Cálcio	Nos ossos: fosfato de cálcio	Fosfoproteína	Lisosima (2 carboxilatos)
Ferro	Ferritina (partículas de Fe_2O_3 associadas a proteína)	Transferrina (proteína com grupos fenólicos de tirosina)	Heme ou grupos tiolato
Cobre	No fígado: proteínas com grupos tiolato	Ceruloplasmina (?) e Cu-albumina (4 doadores nitrogenados)	Cu/Zn — superóxido dismutase (3 imidazol)
Zinco	Na pele e ossos: proteínas com grupos tiolato	Zn-albumina (provavelmente 3 ou 4 doadores N/S).	Álcohl de hidrogenase (4 grupos-Sh de cisteína ou 3 cisteína + 1 imidazol + 1 H_2O)
Sódio e potássio	Nenhuma	Iões livres	Nenhuma

É claro que, nos casos em que o elemento é armazenado intracelularmente sob uma forma concentrada e libertado por rompimento das vesículas em que se encontra ou por abertura de canais adequados, dá-se um súbito aumento de concentração, e esse será um processo conveniente para desencadear fenômenos rápidos, como é o caso da contração muscular ou da transmissão de mensagens pelos nervos. Nestes casos não faz sentido falar de tamponização (ao nível local), o que não significa que a concentração (extracelular) do elemento considerado não seja também regulada globalmente dentro de limites estreitos por processos análogos ao descrito acima.

Noutros casos (sódio, potássio) não há propriamente um processo de armazenamento, mas a concentração total destes elementos também é mantida constante, pelo que as quantidades absorvidas dos mesmos terão de ser praticamente iguais às eliminadas.

Deste modo os riscos de ingestão em excesso são baixos, mas o risco proveniente de ingestão em quantidades inferiores às eliminadas é elevado, podendo ocasionar perturbações mais ou menos graves em prazo curto. É o que acontece quando, por efeito de um esforço muito intenso e prolongado, se perde uma quantidade considerável de cloreto de sódio através do

processo de regulação, que não envolve a mobilização de um depósito, mas sim, apenas, a variação das quantidades eliminadas de acordo com as quantidades ingeridas, para o que existe um órgão próprio — os rins.

Como é evidente, no caso de haver armazenamento, os requisitos diários são apenas os necessários para manter os depósitos abastecidos e os efeitos de ingestão insuficiente dos elementos correspondentes não se reflectem a tão curto prazo, já que esses depósitos podem ser mobilizados para suprir as deficiências. A médio ou a longo prazo, porém, mantendo-se a insuficiência de suprimento do elemento ou elementos requeridos, manifestar-se-ão perturbações diversas, correspondentes ao deficiente funcionamento dos processos bioquímicos em que esses elementos intervêm directa ou indirectamente.

O problema do excesso de ingestão é aparentemente mais complexo, na medida em que não só os mecanismos reguladores podem não ter a capacidade necessária ou não reagir com a velocidade adequada, como também poderão ocorrer, com maior probabilidade, reacções de competição com outros elementos essenciais ou com moléculas biológicas que normalmente não seriam afectadas. O mesmo acontece com os elementos não essenciais incluindo os considerados tóxicos, podendo prever-se teoricamente uma série de mecanismos para as interacções mais prováveis^(5,6).

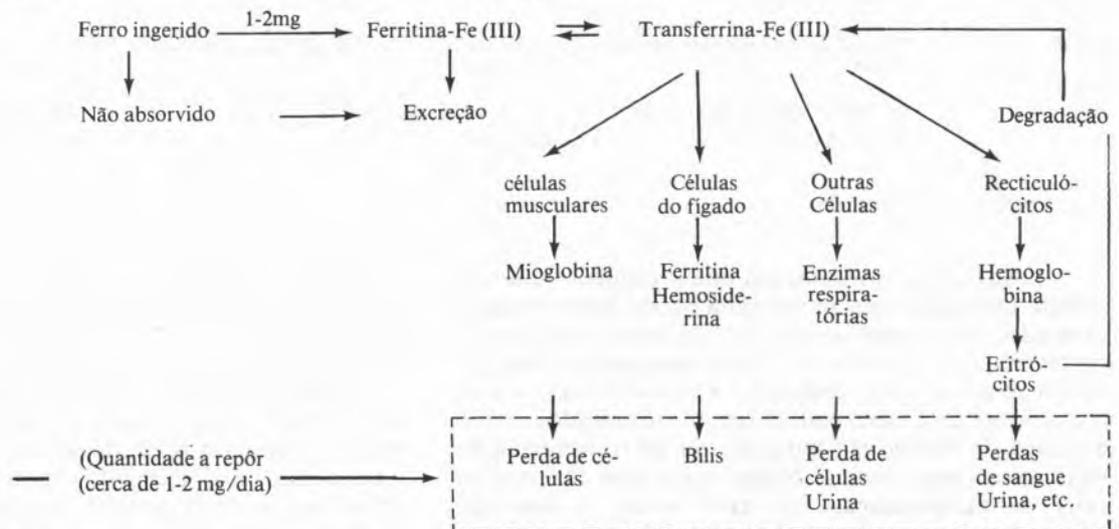
Sem preocupações de exaustão do assunto, apresentam-se no Quadro V algumas espécies que podem competir com diversos elementos essenciais, substituindo-os nas suas sedes próprias ou contaminando-os nas suas sedes próprias ou contaminando-as em maior ou menor grau.

A possibilidade de substituição de um elemento essencial por outro elemento, essencial ou não, é assim um aspecto a ter em conta, quer em processos naturais quer em actuações deliberadas, o que tem consequências importantes para a interpretação dos fenómenos da toxicidade ou da acção de determinadas substâncias inorgânicas usadas como drogas medicamentosas.

Adiante retomaremos este assunto de um ponto de vista mais geral, limitando-nos, para finalizar a presente secção, a comentar resumidamente três exemplos ilustrativos dos processos de armazenamento e de mobilização dos depósitos de elementos essenciais: os casos do ferro, do cálcio e do zinco no corpo humano.

O ferro é absorvido principalmente no duodeno por processos ainda não totalmente esclarecidos (7), provavelmente na forma de quelatos de Fe(II).

Esses quelatos cedem o ferro à apoferritina sendo o metal oxidado prévia ou simultaneamente a Fe(III). A ferritina formada é o principal depósito de ferro no organismo e é armazenada em órgãos, como o fígado, o baço e a medula óssea. Como já antes se referiu, a ferritina é constituída por micelas de Fe_2O_3 , ou, mais provavelmente, uma associação de hidróxido e fosfato férrico, com a composição aproximada $FeO (H_2PO_3)_3 \cdot 8 Fe(OH)_3$, (8), inseridas num envólucro de proteína.



A mobilização do ferro da ferritina envolve a redução ao estado de Fe(II) seguida de nova oxidação a ferro (III) e a associação a uma proteína contendo grupos fenólicos (da tirosina), a transferrina (com 2 átomos de Fe(III) por molécula), a qual transporta o ferro aos locais onde é necessário: aos reticulócitos onde é sintetizada a hemoglobina e a outras células onde é cedido a diversas proteínas ou enzimas que o requerem. Embora as ligações Fe(III) — transferrina sejam reversíveis, a estabilidade do complexo é elevada; o processo de transferência do ferro poderá assim necessitar, uma vez mais, uma redução prévia a Fe(II) — e esse é certamente o caso na formação da hemoglobina que contém o metal nesse estado.

Ao que parece, a transferrina é reconhecida especificamente pelos reticulócitos, formando com eles

Quadro V

Exemplos de elementos ou espécies que podem substituir alguns elementos essenciais

Elemento essencial	Espécies interferentes
Cálcio	Estrôncio, Cádmio, Chumbo, Lantanídeos e Actinídeos
Cobre	Zinco, Cádmio, Mercúrio, Chumbo
Ferro	Crómio, Manganês, Alumínio
Fósforo (fosfato)	Carbonato, Vanadato (?), Arsenato (?)
Vanádio (em vanadócitos)	Nióbio, Manganês (?)
Zinco	Cobre, Cádmio, Mercúrio, Chumbo

ligações transitórias, e este é um artifício adicional necessário para assegurar especificidade num processo biológico particularmente delicado. O assunto é objecto de investigação corrente (9-11) e sobre ele não nos alongaremos.

Como o período de vida dos glóbulos vermelhos é de cerca de 120 dias, o ferro correspondente é re-utilizado, pelo que as necessidades de ingestão diária do elemento são reduzidas e correspondentes apenas às perdas (maiores na mulher do que no homem, devido ao seu ciclo menstrual).

Esquemáticamente, pode representar-se o processo do seguinte modo:

O cálcio é absorvido através do intestino delgado, num processo favorecido pela vitamina D, que parece promover a formação de uma fosfo-proteína complexante deste metal¹² (constante de estabilidade da ordem de $10^5 M^{-1}$). Esta ou análoga proteína transporta o cálcio aos diferentes locais em que é requerido e em especial aos osteoblastos (células de formação dos ossos) onde é acumulado em organelas juntamente com o ião fosfato.

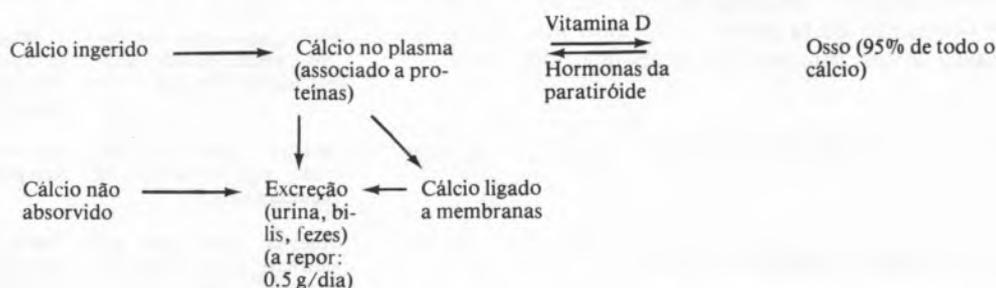
Excedido o produto de solubilidade do fosfato de cálcio este precipita e forma grânulos que são expelidos para fora da célula e depositados numa matriz de colagénico, bem como muco-polissacarídeos e mucoproteínas (constituindo a chamada «substância fundamental») onde lentamente cristalizam formando os

cristalículos de hidroxiapatite constitutivos dos ossos. A presença de silício pode ter um papel importante neste processo⁽¹⁴⁾, que é ainda bastante mal conhecido⁽¹⁵⁾.

Deve salientar-se que o osso é um tecido vivo, em processo contínuo de formação e reabsorção regulado pela acção das hormonas da paratiróide e pela vitamina D. Naturalmente as camadas mais jovens encontram-se em contacto com o líquido extracelular (do qual a substância fundamental é um prolongamento directo), pelo que se poderão dar trocas iónicas que levam a substituições de iões na estrutura superficial. Assim, o estrôncio, o chumbo, o zinco, o sódio e outros cationes podem substituir o cálcio, e o flúor, o citrato e o

carbonato podem substituir o fosfato. As camadas internas não são facilmente permutáveis e exigem, provavelmente, a degradação da substância óssea para sua mobilização; pode, assim, falar-se de um depósito lábil em equilíbrio com o líquido extracelular e de um depósito mais fixo, mobilizável apenas em condições de carência mais críticas através da acção das hormonas paratiróides. O mecanismo da mobilização é desconhecido, mas o ácido cítrico, que forma complexos solúveis de cálcio, pode ter um papel importante no mesmo.

Esquemáticamente o processo global pode ser representado do seguinte modo



s necessidades diárias de cálcio no adulto correspondem às perdas e são da ordem de 0.45 g, mas é necessário ingerir maiores quantidades pois a percentagem absorvida é normalmente inferior a 30% (podendo ser menor por acção de antagonistas, ver adiante). Excessos de cálcio são normalmente eliminados, mas ou por deficiência dos sistemas reguladores ou por prolongamento do período de ingestão de quantidades superiores às necessidades, podem ocorrer perturbações ligadas a fenómenos de «calcificação», tais como espessamento e endurecimento ósseo, formação de cataratas e de cálculos na vesícula e nos rins.

O caso do zinco é ligeiramente diferente dos anteriores; o elemento é também absorvido através do intestino, mais provavelmente no duodeno, num processo antagonizado pelo fitato, bem como por iões fosfato, cálcio, cádmio e cobre (ver adiante).

No plasma, o zinco parece ligar-se e ser transportado principalmente por uma albumina não específica, a Zn-albumina, contendo grupos coordenados de enxofre

(tiolato) e azoto, podendo ligar-se igualmente a diversos aminoácidos entre os quais a histidina. Nesta forma é levado aos tecidos e órgãos utilizadores e aí é cedido a novos ligandos, mas a velocidade de formação dos depósitos e da sua mobilização varia de acordo com aqueles, sendo lenta para tecidos epiteliais, ósseos e do sistema nervoso central, média para tecidos musculares e eritrócitos e rápida para órgãos como o pâncreas, fígado, rim, baço e glândulas sexuais masculinas.

Em caso de deficiência a mobilização destes depósitos segue a mesma ordem; pâncreas, fígado, etc. em primeiro lugar, tecidos epiteliais e ósseos em último lugar. Esta será provavelmente a razão pela qual a deficiência de zinco se reflecte a curto prazo na interrupção do crescimento e em último na forma de lesões epiteliais e ósseas, mas não existe evidência experimental suficiente para fundamentar a afirmação.

Esquemáticamente, o processo pode representar-se do seguinte modo:



As necessidades diárias no adulto correspondem às perdas e são da ordem de 3 mg/dia, para um depósito total relativamente reduzido de cerca de 2 g. Uma dieta alimentar normal contém 10-15 mg de zinco dos quais cerca de 40% são absorvidos, pelo que um estado de deficiência deste elemento não é de esperar. Todavia, a

presença de antagonistas como o fitato e o cálcio pode reduzir substancialmente as quantidades efectivamente absorvidas, pelo que não só em países menos desenvolvidos como em países altamente desenvolvidos, a ocorrência da deficiência de zinco não é fenómeno vulgar.

O aspecto porventura mais grave na deficiência deste elemento deriva dos baixos valores das concentrações em jogo e da fácil substituição deste elemento por outros nas suas sedes funcionais (o íon Zn^{2+} não é muito específico nos seus requisitos e foma complexos de estabilidade da ordem de ou inferior às dos complexos dos elementos de transição mais correntes). Nestas condições, aos efeitos da carência podem somar-se efeitos de substituição, que, em certos mecanismos envolvendo enzimas de zinco (caso das DNA e RNA-polimerases), podem ter consequências desastrosas (efeitos teratogênicos, por exemplo).

Note-se que a acumulação de zinco no pâncreas pode ter um significado particular. Na verdade é nesse órgão que está armazenada a insulina (nas chamadas células — β) e a libertação desta pode ser medida por aquele metal através de um processo de competição do seguinte tipo:

[Célula β -insulina-zinco] + histidina (ou outro ligando)

[Zinco-histidina] + insulina + célula β

4. Efeitos da deficiência e do excesso de elementos essenciais

Após as considerações anteriores, examinemos agora, em maior pormenor, alguns aspectos relacionados com o efeito das deficiências ou excessos dos elementos essenciais na dieta alimentar dos animais, em particular do homem.

No Quadro VI resumem-se algumas perturbações ou doenças mais importantes associadas à carência ou excesso de elementos essenciais, motivadas por desequilíbrios na dieta alimentar ou por outras razões que comentaremos adiante.

Constatadas as relações existentes entre carências, excessos e perturbações ou estados patológicos, surgem várias ordens de problemas de diferente natureza cuja análise se torna particularmente importante, tanto do ponto de vista clínico-humanitário como do ponto de vista económico. Na verdade, muitas das doenças referidas manifestam-se em animais — gado ruminante, ovino e porcino — e causam prejuízos avultados aos pecuaristas, para além de, talvez mais frequentemente, benefícios inferiores aos possíveis por desconhecimento das causas de menor qualidade ou menor rendimento dos seus rebanhos.

Convém assim examinar, por um lado a **origem** das deficiências (ou dos excessos) e, por outro, a relação entre o papel de cada elemento químico essencial nos diferentes processos bioquímicos e os mecanismos através dos quais são induzidas as perturbações ou estados patológicos, isto é, a relação elemento essencial-processo bioquímico afectado-sintomas observados.

A origem das deficiências é assunto que, embora não totalmente esclarecido em alguns casos, é bem conhecido de uma forma geral, distinguindo-se, por uma questão de sistematização, uma deficiência **primária** e uma deficiência **secundária**.

Refere-se a deficiência primária a que resulta da presença de teores do elemento insuficientes em relação às necessidades da dieta alimentar corrente do animal (ou planta) considerado. Normalmente, para as plantas e

animais que delas se alimentam exclusivamente, a origem da deficiência está na composição geoquímica dos solos, a qual pode ser tal que o elemento esteja presente em teores muito baixos, ou que esteja presente em formas pouco acessíveis, por si próprias ou devido à presença de outros elementos ou compostos. Um exemplo deste último caso é o do ferro em solos calcários, de pH

Quadro VI

Doenças e perturbações resultantes da deficiência ou do excesso de elementos essenciais

Elemento	Doença ou perturbação	
	Deficiência	Excesso
Cálcio	Enfraquecimento dos ossos, excitabilidade neuromuscular, tetania	Espessamento dos ossos e calcificação de cartilagens. Cálculos urinários, paradas cardíacas
Cobalto	Anemia perniciosa, anorexia, degenerescência da medula espinal	Cardiomiopatia, anorexia, policitemia
Cobre	Anemia, ataxia (em carneiros), queratinização deficiente, pigmentação deficiente	Doença de Wilson, necrose hepática, cirrose, crises hemolíticas
Crómio	Metabolismo da glucose — anormal, diabetes (?), opacidade da córnea	
Flúor	Cárie dental, mortalidade perinatal	Fluorose
Ferro	Anemia	Hemocromatose, hemossiderose, hemorragias e necrose do estômago e mucosa intestinal, falhas cardíacas e colapso circulatório
Iodo	Bócio, deficiências reprodutoras, queda de cabelo e do pelo	—
Magnésio	Hiperirritabilidade neuromuscular, tetania, acidentes cardíaco-vasculares (morte-repentina)?	Diarréia, anestesia, depressão do sistema nervoso central e periférico
Manganês	Deformações ósseas, infertilidade, ataxia	«Loucura mangânica», tremores
Molibdênio	Queratinização defeituosa	Disenteria persistente (gado)
Níquel	Mortalidade perinatal	Dermatites de contacto, carcinoma de pulmão
Selénio	Necrose hepática, distrofia muscular (white muscle disease), infertilidade, lesões de tecidos, artrite crónica, queda de cabelo	Cambaleio cego («blind-staggers») e doença alcalina (gado)
Silício	Deformações ósseas, defeitos nas cartilagens, incidência de doenças cardíaco-vasculares (?)	Silicose
Zinco	Anorexia, enfesamento, paraqueratose, alopecia, hipogonadismo, dificuldades de cicatrização	Febre dos fumos metálicos (febre, tremores)

elevado, que precipita na forma de hidróxido e se torna pouco acessível às plantas (e aos animais que delas se alimentam).

Por deficiência secundária refere-se a que deriva da utilização sub-ótima dos elementos essenciais, mesmo que eles estejam presentes em quantidade suficiente na dieta alimentar. Este tipo de deficiência pode ocorrer por diversas razões, das quais as mais importantes serão, provavelmente, as seguintes:

1. Interação entre o elemento considerado e antagonistas presentes na dieta, que impeçam a absorção do primeiro ou alterem o seu processo de incorporação nas respectivas sedes funcionais.
2. Defeitos genéticos que afectem o metabolismo dos elementos essenciais, modificando, por exemplo, os grupos receptores das proteínas ou ligandos envolvidos na captação, transporte ou armazenamento desses elementos.

Em relação à deficiência primária pouco haverá a acrescentar ao que já foi dito; como é evidente, os problemas da deficiência primária serão menores para o homem cidadão, cuja dieta alimentar é variada e de origens diversas, embora o excessivo consumo de alimentos enlatados ou excessivamente processados possa também ocasionar a diminuição do teor de alguns elementos essenciais abaixo dos limites desejáveis e provocar, do mesmo modo, efeitos de deficiência. Assim, a dieta alimentar média do cidadão de países evoluídos, como os E.U.A. e a Inglaterra, parece ser deficiente em diversos alimentos essenciais⁽¹⁶⁾; naturalmente, noutras regiões do globo (e não só nas subdesenvolvidas) serão igualmente de esperar problemas associados à carência de elementos minerais.

No Quadro VII apresenta-se um resumo contendo as fontes habituais dos elementos químicos essenciais para o homem, dos teores totais no organismo, dos requisitos diários, dos valores médios das dietas alimentares e da percentagem de absorção provável das fontes.

Quadro VII

Elementos essenciais — Fontes mais importantes, teor total no homem adulto, requisitos diários, ingestão diária média e percentagem de absorção (valores aproximados em mg)

Elemento	Teor total no homem	Requisitos diários	Ingestão diária média	% de absorção	Fontes mais importantes
Cálcio	1 000 000	500	1500	30	Leite, laticínios, hortaliças, moluscos
Magnésio	19 000	300	300	35	Vegetais (clorofila)
Silício	18 000	3	20	1	Fibras cereais, vegetais, águas
Ferro	4 200	1-2	15	10	Carne, peixe, aves, feijão, ervilha, agrião
Flúor	2 600	1	0,3	85	Chá, peixe (do mar), águas fluoretadas
Zinco	2 300	3	13	40	Ostras, germen de trigo, ovos, cereais, sementes de leguminosas
Cobre	120	2	5	35	Crustáceos, ostras, fígado, rins, nozes, legumes secos
Vanádio	25	0,003	2	5	Óleos e gorduras vegetais (soja, azeite); gorduras animais
Iodo	20	0,2	0,2	100	Sal de mesa, peixe (do mar), marisco
Selênio	20	?	0,1	60	Fígado, rins, farinha de peixe, certas plantas
Manganês	15	2,5	4	3	Nozes, cereais, sementes leguminosas, frutos secos
Molibdênio	9	0,1	0,2	50	Legumes, cereais, fígado, rim
Crómio	6	0,2	0,1	10	Carne, cerveja, farinha de trigo (não refinada)
Cobalto	2	0,00004	0,3	80	Carne, laticínios, vegetais (espinafre), ovos, ostras, ameijoas

Fontes: R. Masironi: La Tribune du Cebedeau, 419, 363 (1978); E. J. Underwood: Trace elements in human and animal nutrition, Academic Press, 1977.

Tendo em conta os valores apresentados é possível elaborar nova tabela — Quadro VIII — onde se apresentam, para o homem adulto, os desequilíbrios possíveis ou suprimento de elementos químicos essenciais derivados da sua dieta alimentar em condições normais, mas atendendo também a alguns efeitos de deficiência secundária (ver Quadro IX).

Deve dizer-se, em relação a este Quadro, que mesmo nos casos de deficiências improváveis se têm registado numerosos exemplos de ocorrência bem documentados. Adiante retomaremos este aspecto.

Os problemas de deficiência primária poderão ser ampliados ou reproduzidos por efeitos não directamente ligados à abundância, que já referimos como de deficiência secundária.

Na verdade, pode acontecer, e esse é o caso normal, que a dieta alimentar contenha outras espécies — elementos essenciais ou não e compostos orgânicos de

diversa natureza — que interfiram com a absorção ou utilização normal do elemento em causa e que, de um modo geral, designaremos por antagonistas.

O efeito dos antagonistas será o de aumentar os requisitos por esses elementos ou, como adiante se verá na análise de alguns casos, o de fazer variar a tolerância a certos elementos tóxicos (provocando o aparecimento de sintomas que não derivam propriamente de deficiência e sim de excesso).

No Quadro IX apresenta-se um conjunto de antagonistas para diversos elementos essenciais, incluindo na definição aqueles elementos, essenciais ou não, que competem com um determinado elemento essencial pelas suas sedes de ligação ou coordenação, em termos de equilíbrio múltiplo.

Os casos de antagonismo mais estudados são, provavelmente o do cobre-molibdênio e o da interação

Quadro VIII

Desiquilíbrio de elementos essenciais no homem adulto
(+ : possível; — : improvável)

Elemento	Deficiência	Excesso — observações
Cálcio	+	+
Magnésio	+	—
Zinco	+	—
Crómio	+	—
Selénio	+	—
Ferro	+	+
Iodo	+	+
Flúor	+	+
Vanádio	—	—
Silício	—	—
Cobre	—	—
Manganês(*)	—	—
Molibdénio	—	+
Cobalto	—	—

Fonte: R. Masironi: La Tribune du Cebedeau, 419, 363(1978).

(*) A ocorrência de deficiência de manganês é possível, mas o seu papel poderá, até certo ponto e em alguns casos, ser suprido pela presença de magnésio.

do cálcio, magnésio, zinco, cobre, manganês e outros iões com o ácido fítico (hexafosfato de inositol) presente nos alimentos à base de cereais e de proteínas vegetais.

O antagonismo cobre-molibdénio (ao que parece, associado à presença de sulfato) é provavelmente a razão principal da existência de deficiências nutritivas em cobre no gado ruminante (17). Quantidades de molibdénio da ordem dos 5 p.p.m. podem impedir até 75% da absorção do cobre da dieta alimentar e o processo é estimulado pela presença de compostos sulfurados (25) (que podem ser oxidados a sulfato?). Uma doença óssea («genu valgum») que se tem generalizado na Índia Oriental e que atinge já 1 milhão de indivíduos, pode resultar deste impedimento de absorção do cobre devido à presença de molibdénio, mas a incidência de fluorose na região, proveniente do excesso de flúor, pode não ser alheia ao problema (25, 26).

O mecanismo deste efeito não está esclarecido, mas sabe-se que os tio — ou oxi-tiomolibdatos restringem a absorção do cobre através da mucosa intestinal talvez por formação de um composto pouco solúvel com o

Quadro IX

Componentes da dieta alimentar que se comportam como antagonistas, aumentando os requisitos de elementos essenciais ou diminuindo a tolerância a elementos tóxicos

Elemento	Antagonistas
Cobalto	Nenhum conhecido
Cobre	Molibdénio, compostos sulfurados, fitato, Zn, Cd
Crómio	Relação VO^3-/CrO^2-
Flúor	Cálcio, alumínio
Ferro	Cálcio, PO^3- , CO^2- , OH^- , Cu, Zn, Mn, Cd, Co, fitato
Iodo	Tio-oxalidonas, SCN^- , ClO_4^- , Co, (As), (F)
Manganês	Fitato, PO^3- , Ca
Molibdénio	SO^2- , PO^3- , relação WO^3-/MoO^3-
Selénio	Cu, (As), (Hg), SO^4- e outros compostos de enxofre análogos aos de selénio
Silício	Nenhum conhecido
Vanádio	Nb, relação CrO^2-/VO^2-
Zinco	Fitato, Ca, Cu, (Cd)

Fonte: C. F. Mills: Chem. Brit. 15, 512 (1979).

cobre (18). Por outro lado, quando absorvidos, os mesmos compostos de molibdénio aumentam a afinidade das proteínas do plasma e dos rins pelo cobre, impedindo a sua utilização por outros tecidos (25), mas não é fácil prever qual o mecanismo operante neste processo.

Dado que o molibdénio em biologia está envolvido numa série de sistemas todos de potencial redox baixo (19), não é impossível que, «in vivo» a acção antagonista em relação ao cobre se exerça por redução deste elemento ao estado cuproso ou do sulfato a sulfureto, precipitando sulfureto de cobre; assim a função oxidase de algumas enzimas poderá ser inibida originando manifestações de deficiência, mas estas hipóteses terão de ser consideradas como especulativas até se obter alguma evidência experimental deste efeito.

O segundo tipo de antagonismo que referimos é mais simples de interpretar: deve-se à formação de derivados estáveis e insolúveis de muitos iões metálicos com o ácido fítico, importante reserva de fósforo existente nos grãos de cereais, como a aveia, e noutros tecidos das plantas. O consumo crescente de proteínas vegetais, frequentemente ricas em fitato, como substitutivos da carne, é susceptível de aumentar as deficiências naqueles elementos cuja absorção é dificultada.

O caso do zinco é particularmente agudo pois a carência deste elemento provoca, a muito curto prazo, perturbações de crescimento. Por outro lado, o zinco participa na enzima intestinal **fitase**, que degrada o ácido fítico e impede o seu efeito, pelo que o processo de inibição aumenta exponencialmente, tanto em relação a este elemento como a outros que formam também compostos pouco solúveis com o ácido fítico.

É o caso do ferro e também do cálcio e do magnésio, em relação aos quais podem ocorrer sintomas de deficiência embora estejam presentes em teor elevado nos alimentos consumidos (recordar a ocorrência de raquitismo em populações alimentadas à base de farinhas de cereais).

Um antagonismo de tipo semelhante poderá ser ocasionado pela presença na dieta alimentar de aminoácidos e proteínas que possam complexar os iões dos elementos essenciais. Há casos relatados na literatura sobre a indução accidental de deficiências de zinco e cobre em pessoas mantidas sob regime alimentar intravenoso ou intragástrico à base de proteínas purificadas (20).

Ainda dentro do mesmo tipo de antagonismo podem incluir-se os casos de inibição competitiva, que resultam da possibilidade de iões de elementos diferentes competirem entre si pelas mesmas sedes coordenativas dos ligandos biológicos usados para captura, transporte, armazenamento ou funcionamento de um elemento determinado. Neste caso, a correspondência de configuração electrónica, a semelhança de raios iónicos, a analogia estrutural das espécies, bem como as suas concentrações relativas serão factores determinantes do maior ou menor grau de interacção (1, 21) e o número de exemplos que se podem citar é bastante extenso (veja-se o Quadro IX, que resume muitos dos dados disponíveis sobre o problema). Em certos casos o antagonismo pode não resultar de competição directa; por exemplo, o zinco é antagonista do ferro por afectar a incorporação deste elemento na transferrina e diminuir a vida dos eritrócitos, aumentando indirectamente os requisitos diários do mesmo (25).

Poderão ainda dar-se fenómenos secundários menos directamente correlacionáveis com a competição referida. Um exemplo elucidativo é o da resposta do organismo a excessos de cádmio, que estimula a síntese em certos tecidos (mucosa intestinal, fígado, rins) de uma proteína com grupos tiólicos (metalotionina) capaz de sequestrar este elemento e impedir os seus efeitos tóxicos⁽²²⁾. Todavia, esta proteína não é específica e pode complexar também o cobre e o zinco⁽²³⁾, pelo que a sua presença pode alterar o metabolismo normal destes elementos e levar a sintomas característicos da sua deficiência. Como consequência, carências pré-existentes de, por exemplo, cobre, aumentam os riscos da toxicidade do cádmio, baixando os limites a partir dos quais a ingestão deste causa perturbações metabólicas^(24, 25). Tal como neste caso, a deficiência de ferro diminui a tolerância ao cádmio e ao chumbo e a deficiência de zinco ou de selénio diminui a resistência a intoxicação por chumbo⁽²⁵⁾.

Embora não existam explicações detalhadas para estas interacções, não se deve esquecer que o metabolismo de todos os metais está intimamente associado no organismo e que não há mecanismos inteiramente independentes; nestas condições o desequilíbrio no estado de disponibilidade de um deles forçosamente se repercutirá, em maior ou menor grau, nos efeitos de deficiência ou de excesso de todos os outros, essenciais ou não essenciais, que compitam com eles. Um aspecto diferente desta interrelação é o da elevação do teor de cobre e concomitante diminuição dos teores de ferro e zinco no soro sanguíneo que ocorre durante os estados infecciosos, sendo esta redistribuição iniciada por um factor segregado por células fagocíticas⁽²⁷⁾. Trata-se obviamente de um mecanismo de defesa adicional, bem ilustrativo da essencialidade destes elementos para os próprios agentes infecciosos.

Uma segunda razão para a ocorrência de deficiências secundárias é, como se disse, consequência de defeitos genéticos que levam a alterações na estrutura de grupos receptores dos ligandos biológicos envolvidos no metabolismo dos elementos essenciais. Exemplos conhecidos são o da doença «acrodermatite enteropática»⁽²⁸⁾ (deficiência de zinco) e o da doença de Menkes em crianças⁽²⁰⁾ (deficiência de cobre).

Noutros casos, a existência de defeitos genéticos poderá levar não a doenças de deficiência mas a doenças resultantes de excesso, como é o caso da doença de Wilson⁽²⁹⁾ (excesso de cobre, acumulado no fígado, rins e cérebro). Não nos alongaremos sobre este aspecto que sai um pouco fora do âmbito do presente trabalho, a não ser para salientar que o conhecimento correcto das sedes funcionais naturais de cada elemento poderá levar à síntese de ligandos que permitam melhores processos de quimioterapia, e o caso desta última doença é um excelente exemplo: complexantes com um grupo coordenante igual ao da albumina transportadora de cobre foram sintetizados e poderão ser utilizados com êxito no tratamento da mesma^(29, 30).

5. Relações causa-efeito

Como antes se referiu, um dos aspectos cujo conhecimento se torna particularmente importante é o do mecanismo através do qual a deficiência de um elemento essencial (ou o seu excesso) se repercute no aparecimento de determinadas perturbações ou doenças e a velocidade com que tal ocorre.

O conhecimento destas relações é importante sob o

ponto de vista clínico, pois pode permitir intervir a tempo de evitar lesões muitas vezes irreversíveis; também sob o ponto de vista económico, a possibilidade de uma intervenção preventiva ou correctiva de doenças do gado, por exemplo, é um aspecto que não deve ser negligenciado.

A interrelação de processos torna, todavia, difícil o estabelecimento de relações directas causa-efeito; vimos anteriormente casos em que a deficiência de um elemento pode ocasionar perturbações associadas com a deficiência de outro. A anemia, por exemplo, que é um estado de deficiência de hemoglobina, pode resultar não directamente da deficiência de ferro mas sim das deficiências de zinco ou cobre (que parecem assistir ao processo de incorporação do ferro na transferrina e no heme) ou da deficiência de cobalto (associado ao processo de hematopoiese). Casos existem também em que a deficiência de um elemento leva à sua substituição por outro; é possível, por exemplo, que a deficiência de zinco origine a substituição deste elemento por manganês ou magnésio na RNA-polimerase, o que leva à produção de RNA anómalo e à síntese de proteínas alteradas, podendo este facto estar na base dos efeitos teratogénicos registados em casos da referida deficiência^(31, 32).

Por outro lado, o papel de cada elemento essencial não é específico, na maioria dos casos, pelo que a sua deficiência se repercute numa variedade de processos bioquímicos de forma não simultânea nem regular, as quais poderão dar lugar a diferentes tipos de perturbações.

Como é evidente, nesta questão haverá que considerar vários aspectos: o da extensão das reservas dos elementos considerados, o da maior ou menor facilidade de mobilização dessas reservas, o da ocupação relativa de cada sede funcional pelo elemento considerado e por outros elementos, função da afinidade por essa sede e das concentrações respectivas, e o da velocidade com que a desregulação de um determinado mecanismo bioquímico se traduz em sintomas observáveis.

Por outro lado há que atender a que estes aspectos não são uniformes e variam com a espécie animal considerada e seu estado de desenvolvimento; por exemplo, o cobre é armazenado no fígado de ruminantes, porcos e aves, mas não no fígado do homem, e as reservas de animais novos podem ser consideravelmente menores que as dos adultos.

Em alguns casos parecem não existir formas de armazenamento facilmente mobilizáveis e será de esperar uma resposta fisiológica mais rápida aos estados de deficiência. O zinco parece estar nessas condições e a sua deficiência na dieta alimentar acarreta a curto prazo sintomas como a perda de apetite e a diminuição do ritmo de crescimento (diminuição da actividade dos enzimas digestivos), que precedem o aparecimento de lesões da pele e dos ossos, estas devidas talvez a mobilização posterior dos depósitos de zinco correspondentes.

Em contraste com esta situação, as deficiências de cobre, selénio ou de outros elementos só vêm a traduzir-se em manifestações patológicas após um período relativamente mais longo, precedido por uma série de alterações de mecanismos bioquímicos nem sempre directamente relacionáveis com a deficiência específica de um dado elemento.

Caberá notar que embora os efeitos de deficiência dos vários elementos essenciais tenham sido observados e estudados em diversos animais, o número de casos para

os quais se registam deficiências no homem é bem mais reduzido. Os casos mais documentados são os do cálcio, ferro, cobre, zinco, cobalto (como vitamina B₁₂) e iodo; outros elementos para os quais existem observações menos detalhadas ou até ocasionais são os do manganês⁽³³⁾, magnésio⁽³⁴⁾ e silício⁽³⁵⁾. Consequências de eventuais deficiências de selênio, molibdênio e níquel não foram ainda observadas em seres humanos e o flúor, embora seja preventivo da cárie dentária, não tem a sua essencialidade provada para o homem.

Quanto ao crómio e ao vanádio, observações recentes permitem prever um papel importante para o primeiro na regulação do metabolismo da glucose⁽³⁶⁾ e, para o segundo, uma função reguladora da Na + K - ATPase e da Ca - ATPase ainda mal conhecida^(37, 38), mas não se poderá falar propriamente de efeitos de deficiência já observados.

No Quadro X resumimos algumas alterações observadas no homem a nível dos mecanismos bioquímicos e as perturbações ou doenças que podem associar-se a essas alterações, umas mais directamente e outras de modo mais indirecto. Uma discussão pormenorizada destas relações está fora das possibilidades e intenções do presente trabalho, mas não é difícil deduzir a partir dos dados do Quadro e das observações feitas sobre a maior ou menor facilidade de mobilização dos depósitos, qual a ordem de aparecimento dos sintomas de deficiência de cada um dos elementos considerados. Desejável será poder-se identificar o mais cedo possível os primeiros desses sintomas característicos, confirmar por análise a origem dos mesmos e intervir a tempo de corrigir os efeitos.

Em muitos casos esta intervenção é simples, bastando a simples suplementação da dieta alimentar para eliminar totalmente as perturbações verificadas; noutros, porém a situação pode ser irreversível (como no caso da «doença de Menkes»), pelo que a conveniência de um diagnóstico tão oportuno quanto possível ou até de trabalhos de análise com fins preventivos ressalta evidente.

A dificuldade está no reconhecimento dos sintomas e na identificação segura da deficiência; que tipo de análise e quais os testes que podem considerar-se decisivos? Embora se tenha feito um progresso considerável em anos recentes não se chegou ainda a um esquema de detecção de deficiências dos vários elementos essenciais simultaneamente simples e incontroverso.

6. Conclusão

A simples enumeração dos aspectos envolvidos e das dificuldades associadas à interpretação dos fenómenos observados indica o caminho a percorrer até se estabelecer algo semelhante a um desejável modelo nutricional-bioquímico-fisiológico de um animal, projecto extremamente complexo e ambicioso mas talvez não impossível, pelo menos nas suas grandes linhas.

Do ponto de vista dos químicos inorgânicos existem tarefas particularmente importantes a realizar nesse sentido: a determinação mais precisa da distribuição dos elementos pelos diferentes tecidos e compostos funcionais, o esclarecimento do modo como esses elementos se ligam a esses compostos, a determinação das constantes de estabilidade das espécies formadas, o estudo da cinética das reacções da mobilização dos seus

Quadro X

Algumas possíveis correlações entre alterações metabólicas observadas e anomalias fisiológicas em animais

Elemento deficiente	Alterações metabólicas	Anomalias fisiológicas
	Ceruplasmina: redução do nível plasmático	Anemia (deficiente incorporação do ferro na transferrina e/ou nos reticulócitos)
Cobre	Tirosinase: Actividade reduzida	Despigmentação, albinismo — produção de melanina deficiente
	Lisina-oxidase: actividade reduzida	Deficiências vasculares e ósseas (diminuição da taxa de síntese de elastina dos vasos circulatorios?)
	Citocromo-oxidase: actividade reduzida	Deficiência geral (decréscimo de produção de energia): hipertrofia cardíaca?
Cobalto	Deficiência de vitamina B ₁₂	Anemia perniciosa
	Metilmalonil — CoA isomerase: actividade diminuída	Anorexia, emagrecimento
	Excreção de ácido formínoglutâmico aumentada (inibição da produção de ácido tetrahydrofólico?)	
Crómio	Factor de tolerância da glucose reduzido	Diminuição de crescimento e da longevidade;
	Hiperglicemia e glicosúria	Opacidade da córnea (prímatas); diabetes (?)
Ferro	Diminuição da taxa de síntese de hemoglobina	Anemia
Iodo	Diminuição do teor de hormonas da tiróide	Bócio
Magnésio	Provável aumento de cálcio intracelular:	Espasmos da coronária, aumento da tensão arterial, acidentes cardíacos (doença da «morte repentina»?)
	Inibição de Ca-ATPase?	
	Diminuição da actividade da adenilato ciclase e da síntese de AMP?	
Manganês	Glicosil-transferrases: actividade reduzida — diminuição da síntese de mucopolisacarídeos e glicoproteínas	Inibição da coagulação sanguínea (deficiência da protrombina-glicoproteína)
		Redução do nível de colesterol no sangue (deficiência da síntese de esteróides)
		Ataxia (deficiência da síntese de mucopolisacarídeos dos otolitos)
		Retardamento do crescimento, defeitos de formação de cascas de ovos, de formações ósseas, etc.

Selênio	Glutaciona-peroxidase (fígado, músculos, plasma, glóbulos vermelhos): atividade reduzida	Oxidação de tecidos, necrose hepática?
	Seleno-proteína dos músculos: ausência nos animais com degenerescência muscular	Acumulação de cálcio nas células musculares. Miopatia?
Silício	Não identificadas	Aumento de acidentes cardíco-vasculares?
		Aumento do nível de colesterol no sangue? Deficiência de «cross-linking» nos tecidos dos vasos circulatorios?
Vanádio	Não identificados	Retardamento do crescimento
Zinco	Carboxipeptidase: atividade reduzida	Deficiências de amino-ácidos para nutrição
	Alcalino-fosfatase: atividade reduzida	Deficiências ósseas
	Álcool-desidrogenase: atividade reduzida	Cirrose hepática (conexões)
	Leucina-aminopeptidase: atividade reduzida	Paraqueratose, atrofia testicular
	Timidina-quinase: atividade reduzida	
	Lactato e malato-desidrogenases: atividade reduzida	
	δ-aminolevulinato-desidratase: atividade reduzida	Anemia
RNA e DNA — polimerases(?): atividade reduzida	Retardamento do crescimento Defeitos teratogênicos	

diferentes depósitos ou das reações de competição dos vários elementos essenciais e não essenciais pelos mesmos ligandos biológicos.

Essa será a base da informação mínima que permitirá racionalizar muitas das observações registadas na literatura.

Aos bioquímicos caberá aprofundar o estudo dos mecanismos biológicos em que participam directa ou indirectamente os elementos essenciais, bem como das interligações sobre esses mecanismos, de modo a se poder conhecer exactamente o modo como um determinado sistema reage à diminuição da concentração de um elemento determinado ao longo de um certo período.

Aos fisiologistas caberá, enfim, estabelecer em bases mais sólidas a ligação entre as alterações registadas ao nível dos mecanismos bioquímicos e a ocorrência de perturbações, lesões ou doenças, provenientes, em última análise, da deficiência ou do excesso de um elemento essencial ou, talvez melhor, do desequilíbrio na concentração dos elementos essenciais provocados pela variação de algum ou alguns deles (ou pela presença de elementos estranhos).

É um programa para muitas dezenas de anos, mas a importância dos objectivos dá o necessário encorajamento para o prosseguimento dos trabalhos, que, em poucos decênios, forneceram muitos resultados animadores, por vezes espectaculares, e em muitos casos imediatamente úteis.

REFERÊNCIAS

- (1) J.J.R. Fraústo da Silva e R.J.P. Williams: Structure and Bonding **29**, 67 (1976)
- (2) I. Fridovich: Science, **201**, 875 (1978)
- (3) K. Schwarz: Fed. Proc. **33** (6), 1748 (1974)
- (4) R.J.P. Williams: Chem. in Britain, **15**, 506 (1979)
- (5) M.J. Bowen: Trace elements in biochemistry, Academic Press, Londres, 1966
- (6) J.J.R. Fraústo da Silva in «New trends in bioinorganic Chemistry», ed. R.J.P. Williams e J.J.R. Fraústo da Silva, Academic Press, Londres, 1978, pg. 449
- (7) W. Forth e W. Rummel: Physiol. Rev. **53**, 724 (1973)
- (8) R.R. Crichton: Angew. Chem. Int. Ed. **12**, 57 (1973)
- (9) F.M. Bockxmeer e E.H. Morgan: Biochem. Biophys. Acta **468**, 437 (1977)
- (10) E.J. Zapolski e J.V. Princiotto: Biochem. Biophys. Acta. **428**, 766 (1976)
- (11) J. Mazurier e G. Spik: Biochem. Biophys. Acta **629**, 399 (1980), para referências
- (12) D. Drescher e H.F. De Luca: Biochemistry **10**, 2302, 2308 (1971)
- (13) G. Nicholls e R.H. Wasserman, eds.: Cellular Mechanisms for Calcium transfer and homeostasis, Academic Press, N.Y. 1971
- (14) E. Carlisle: Fed. Proc. **34** (3), 927 (1975)
- (15) F.G.E. Pautard in «New trends in bioinorganic chemistry», ed. R.J.P. Williams e J.J.R. Fraústo da Silva, Academic Press, Londres, 1978, pg. 261
- (16) World Health Organization: Trace elements in human nutrition, Tech. Rept. n.º 532, Geneva, WHO, 1973
- (17) E.J. Underwood: Trace elements in human and mineral nutrition, 4.ª edição, Academic Press, N.Y., 1977, pg. 97 e 132 e referências indicadas
- (18) N.J. Clarke e L.G.H. Tipping: Journ. Inorg. Biochem. **12**, 37 (1980)
- (19) R.J.P. Williams e J.J.R. Fraústo da Silva in «New trends in bioinorganic chemistry», ed. R.J.P. Williams e J.J.R. Fraústo da Silva, Academic Press, Londres, 1978, pg. 121
- (20) K.M. Hambidge: Proc. Nutr. Soc. **33**, 307 (1974)
- (21) C.H. Hill e G. Matrone: Fed. Proc. **29**, 1474 (1970)
- (22) Y. Kojima e J.H.R. Kagi: Trends biochem. Sci. **3**, 90 (1978)
- (23) K. Lerch: Nature, **284**, 368 (1979)
- (24) I. Bremner: Quart. Rev. Biophys. **7**, 75 (1974)
- (25) C.F. Mills: Chemistry in Britain **15**, 512 (1979), referências e discussão geral dos problemas de deficiência e excesso de elementos-traço
- (26) K.A.V.R. Krishnamachari e K. Krishnaswamy: Ind. J. med. Res. **62**, 1415 (1974)
- (27) W.R. Beisel, R.S. Pekarek e R.W. Wannemacher, Jr., in «Trace elements in animal metabolism-2», ed. W. Hoekstra e outros, University Park Press, Baltimore, Maryland, 1974, pg. 218
- (28) E.J. Moynaham e P.M. Barnes: Lancet **2**, 399 (1974)
- (29) B. Sarkar in «An Introduction to bio-inorganic chemistry», ed. D.R. Williams, Charles C. Thomas Pubs., Springfield, Ill., 1976, pg. 318
- (30) B. Sarkar in Jerusalém Symp. Quantum Chemistry, Biochem., pgs. 193-228 (1977)
- (31) S. Ochoa e R. Mazuner in «The enzymes», ed. P.D. Boyer, vol. 10, pg. 1, Academic Press, N. York, 1974
- (32) W.P. Tate e C.T. Caskey in «The enzymes», ed. P.O. Boyer, vol. 10, pg. 87, Academic Press, N. York, 1974
- (33) E.A. Doisy (1972), Y. Tanaka (1978), observações clínicas referidas em H.J. Sanders: Chem. Eng. News, Março 26, (1979) pg. 27
- (34) P.D.M.V. Turlapaty e B.M. Altura: Science, **208**, 198 (1980)
- (35) K. Schwarz et. al.: The Lancet, **454**, 538 (1977)
- (36) W. Mertz: Trace subst. Environ. Health **11**, 167 (1977)
- (37) T.J.B. Simons: Nature **281**, 337 (1979) e referências indicadas neste artigo
- (38) I.G. Macara, K. Kustin, L.C. Cantley: Biochem. Biophys. Acta **629**, 95 (1980)

NOMENCLATURA RECOMENDADA PARA ESCALAS DE TRABALHO EM ANÁLISE QUÍMICA

Versão portuguesa de:
J. O. CABRAL
Laboratório Ferreira da Silva
Faculdade de Ciências
4000 PORTO

União Internacional de Química Pura e Aplicada
Divisão de Química Analítica
Comissão de Nomenclatura em Análise

Preparado para publicação por
E. B. SANDELL

Chemistry Department, University of Minnesota, USA
e
T. S. WEST

Macaulay Institute for Soil Research, Aberdeen, UK

INTRODUÇÃO

Este relatório foi preparado, para a Comissão, pelos Professores E. B. Sandell e T. S. West, em colaboração com um grupo de trabalho constituído pelo Professor H. Flaschka e pelo Doutor O. Menis.

Uma nomenclatura para escalas de trabalho em análise química tinha sido previamente aprovada e publicada em: *Pure and Applied Chemistry*, 1960, **1**, 143. No presente relatório preconiza-se a ampliação daquela nomenclatura, com fundamento numa posterior tentativa que, após ter sido publicada no *Information Bulletin*, n.º 18, 1972, foi revista e, finalmente, aprovada para publicação pela Comissão Interdivisionária de Nomenclatura e Símbolos e pelo Conselho da União na sua Assembleia Geral, em 1977.

«Escala de trabalho», em análise, implica, fundamentalmente, a quantidade de amostra (porção para ensaio) utilizada. Sempre que haja possibilidade de opção, a quantidade de amostra, «S», é condicionada pelo método adoptado (com mais propriedade, **modo de proceder**), pela quantidade relativa do constituinte a analisar, «C», e por outros factores, como a precisão requerida.

Assim, é de toda a conveniência estabelecer um esquema para a classificação dos métodos de análise segundo os valores das grandezas S e C. Propõe-se, em conformidade, que os métodos (modos de proceder) sejam descritos e classificados, pelo que diz respeito à escala de trabalho, recorrendo a uma dupla designação

Quantidade de amostra (massa) — teor em constituinte (por ex., percentagem ou p.p.m.)

que facilmente pode ser generalizada para amostras líquidas ou gasosas.

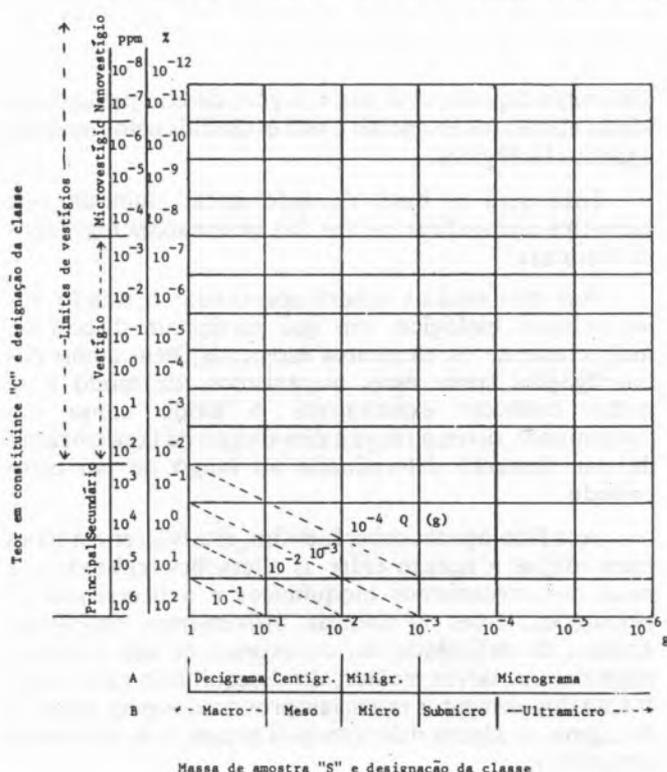
Desde que se definam limites para valores destas duas grandezas, S e C, imediatamente se define entre que limites se situa a quantidade absoluta, «Q», do constituinte.

Deste modo, qualquer método pode ser classificado com o grau de minuciosidade que se desejar; além disso, os diferentes domínios de valores são representáveis num gráfico cartesiano a duas dimensões, representando as massas de amostras em abcissas e as quantidades relativas dos constituintes em ordenadas. Unidades conve-

nientes a utilizar são: para S, o grama, g; para C, p.p.m. ou %. No entanto, devido à amplitude de valores a considerar, torna-se preferível adoptar escalas logarítmicas tanto para S como para C (Fig. 1). As linhas diagonais da figura representam as quantidades absolutas, Q, de cada constituinte.

Para uma clarificação e designação inequívoca de um dado método, a simples indicação de valores numéricos é não só suficiente mas, de facto, também é necessária. Torna-se, porém, preferível, tanto em comunicação escrita como oral, designar por termos próprios os limites de S e de C. O emprego desses termos é particularmente vantajoso quando só se indicam limites aproximados.

Fig. 1 — Classificação de métodos (e modos de proceder) analíticos quanto à quantidade de amostra e teor em constituinte.



CLASSIFICAÇÃO QUANTO À MASSA DE AMOSTRA (S)

As massas de amostras podem ser classificadas de acordo com a ordem de grandeza: grama (1-10 g), decigrama (0,1-1 g), centigrama (0,01-0,1 g), miligrama (0,001-0,01 g), micrograma (10^{-6} - 10^{-3} g), nanograma (10^{-9} - 10^{-6} g), picograma (10^{-12} - 10^{-9} g), fentograma (10^{-15} - 10^{-12} g), etc. Veja-se A, Fig. 1.

Os termos **macro**, **semimicro** e **micro** já há muitos anos que são usados para indicar a quantidade de amostra e, em consequência, a escala das operações analíticas. Trata-se de termos com bastante utilidade e que, por isso mesmo, há toda a vantagem em conservar.

De uma forma geral, uma amostra é considerada **macro** quando a sua massa excede 0,1 g, não se especificando um limite superior pois, na maioria dos métodos analíticos considerados macro, a massa de amostra situa-se entre 0,1 g e 1 g.

O termo **semimicro** é pouco recomendável porque não significa «meio micro», mas, sim, «maior» do que micro. Por esta razão, recomenda-se a substituição de semimicro pelo termo **meso** e, assim, a massa de uma amostra meso (semimicro) situar-se-á, logicamente, entre 0,01 g e 0,1 g.

Amostras cuja massa se situa entre 10^{-6} g e 10^{-3} g podem ser designadas por **submicro** e as de massa inferior a 10^{-4} g por **ultramicro**, sem se estabelecer qualquer limite inferior para este último caso.

Assim ter-se-á

Macroamostra (macroanálise)	> 0,1 g
Mesoamostra (mesoanálise)	10^{-1} - 10^{-2} g
Microamostra (microanálise)	10^{-2} - 10^{-3} g
Submicroamostra (submicroanálise)	10^{-3} - 10^{-4} g
Ultramicroamostra (ultramicroanálise)	< 10^{-4} g

Veja-se B, Fig. 1.

CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO TEOR EM CONSTITUINTE (C)

Os termos constituinte **principal**, constituinte **secundário** e **vestígio** podem ser usados para classificar constituintes quanto à sua quantidade relativa, atribuindo-se-lhes os seguintes significados:

Constituinte principal	100-1%
Constituinte secundário	1-0,01%
Vestígio	< 0,01% (< 100 p.p.m.)

Há razões históricas e práticas para estabelecer 100 p.p.m. como limite superior para **vestígios**; por outro lado, até há pouco tempo não havia qualquer vantagem em estabelecer um limite inferior e, assim, tudo o que existisse em quantidade relativa inferior a 100 p.p.m. era considerado vestígio. Porém, em consequência dos progressos realizados na tecnologia da análise química, a situação mudou e passou a haver toda a conveniência em subdividir essa zona, tomando 100 p.p.m. como limite superior, do modo seguinte:

Vestígio	10^{-2} - 10^{-4} %
Microvestígio	10^{-4} - 10^{-7} %
Nanovestígio	10^{-7} - 10^{-10} %
Picovestígio	10^{-10} - 10^{-13} %

Em microanálise usa-se, quase sempre, uma classificação «S», visto o analista estar, em geral, mais interessado na quantidade de amostra do que na quantidade relativa do constituinte a determinar. De facto, em muitos casos de microanálise e, até, de submicro ou ultramicroanálise o constituinte desejado é um constituinte principal, isto é, $C > 1\%$.

Em análise de vestígios, pelo contrário, a maior importância reside no valor de «C» e, geralmente, o de «S» (quantidade de amostra) não tem interesse de maior. Em consequência, «C» pode ser, por exemplo, 10^{-2} - 10^{-5} p.p.m. e «S» ser 1-100 g.

Há, porém, casos em que o teor em constituinte, «C», se situa ao nível de p.p.m. ou sub-p.p.m. (caso típico de um problema de análise de vestígios) e em que a quantidade de amostra, «S», é da ordem, por exemplo, de 100µg, isto é, um autêntico problema de microanálise. Facilmente se verifica que, nestes casos, uma classificação S ou C é insuficiente e que pode ser necessária uma classificação S/C.

Propõe-se, assim, que o termo análise de **ultravestígios** (isto é, ultramicroanálise de vestígios) seja reservado para essas análises. Este termo pode ser usado, com toda a generalidade, para qualquer análise de vestígios em microquantidades de amostras mas pode, se se desejar, ser definido com maior precisão. Por analogia, é fácil obter termos gerais para maiores quantidades de amostra.

Assim, ter-se-á:

Análise de ultravestígios	$S < 10^{-4}$ g	$C < 100$ p.p.m. (0,01%)
Análise de subvestígios	$S = 10^{-3}$ - 10^{-4} g	$C < 100$ p.p.m. (0,01%)
Análise de microvestígios(*)	$S = 10^{-2}$ - 10^{-3} g	$C < 100$ p.p.m. (0,01%)
(Microanálise de vestígios)		
Análise de mesovestígios	$S = 10^{-1}$ - 10^{-2} g	$C < 100$ p.p.m. (0,01%)

(*) Este termo não é muito feliz, pois **micro** não significa $C = 10^{-10}$ %, embora não exclua esta hipótese. Por isso se sugere adoptar, neste caso, «microanálise de vestígios», sem qualificar «vestígios», em vez de «análise de microvestígios». Talvez até seja preferível que, em todos os casos, «ultra», «sub», «micro» e «meso» afectem «análise» e não «vestígios» — J.O.C.

MEDALHAS

DO 3.º ENCONTRO NACIONAL DE QUÍMICA

Encontram-se à venda na Delegação de Coimbra e na Sede da SPQ em Lisboa.

500\$00 CADA MEDALHA



SOQUÍMICA



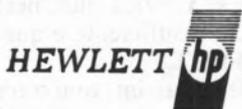
METTLER INSTRUMENTE A. G.

Balanças analíticas e de precisão, balanças electrónicas, termobalanças, aparelhos de ponto de fusão, sistemas de recolha e tratamento dos resultados das pesagens.



METROHM A. G.

Aparelhos de pH e de oxigénio dissolvido, polarógrafos, coulómetros, potenciómetros, condutímetros, colorímetros tituladores de Karl Fisher, tituladores automáticos, buretas automáticas.



HEWLETT PACKARD

Cromatógrafos, espectrómetros de massa, integradores.



Instrumentation Laboratory

INSTRUMENTATION LABORATORY

Espectrofotómetros de Absorção Atómica.



Sociedade de Representações de Química, Lda.

Lisboa: Av. da Liberdade n.º 220-2.º - Tel: 562181/2/3 - 1298 LISBOA CODEX

Porto: Rua 5 de Outubro n.º 347-4.º - Tel: 693069 - 4100 PORTO

QUÍMICA DOS PROCESSOS CATALÍTICOS

CURSO DE MESTRADO

INÍCIO: MARÇO 1981

DURAÇÃO: 2 ANOS, INCLUINDO NO 1.º ANO AS SEGUINTE MATÉRIAS:

CINÉTICA, QUÍMICA ORGANOMETÁLICA, BIOQUÍMICA, MECANISMOS REACIO-
NAIS, TECNOLOGIA BIOLÓGICA, QUÍMICA-FÍSICA DO ESTADO SÓLIDO E DAS SU-
PERFÍCIES, PROJECTO E OPERAÇÃO DE REACTORES, PROJECTO, PREPARAÇÃO,
CARACTERIZAÇÃO E DESACTIVAÇÃO DE CATALISADORES, POLIMERIZAÇÃO, HI-
DROGENAÇÃO, HIDROFORMILAÇÃO, OXIDAÇÃO, ETC.

O 2.º ANO É DEDICADO A UM PROJECTO DE INVESTIGAÇÃO

HAVERÁ BOLSAS DE ESTUDO PARA OS CANDIDATOS MAIS QUALIFICADOS

**ABERTO A LICENCIADOS EM QUÍMICA E EM ENGENHARIA QUÍMICA
PARA MAIS DETALHES CONTACTAR:**

A. ROMÃO DIAS

CENTRO DE QUÍMICA ESTRUTURAL, COMPLEXO I
INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

AV. ROVISCO PAIS, 1096 LISBOA — CODEX — TEL.: 57 26 16

OBTENHA UM DOUTORAMENTO NOS E.U.A.

A Temple University de Filadélfia (berço da liberdade americana) oferece cursos e facilidades de investigação conduzindo a Ph.D. em Química Analítica, Biológica, Orgânica, Inorgânica e Física:

- as áreas de especialização incluem produtos naturais, síntese orgânica e organometálica, espectroscopia molecular, estado sólido, termodinâmica e ressonância magnética.
- as bolsas para alunos graduados vão até US. \$6000/ano, com supervisão grátis.

— a Faculdade tem 18 docentes incluindo os Profs. A.M. Ponte Gonçalves (Eng., I.S.T.) e S.S. Washburne (bolseiro da Comissão Luso-Americana).

INTERESSADO(A)? Escreva em Português ou Inglês para:

**Director of Graduate Admissions
Department of Chemistry
TEMPLE UNIVERSITY
Philadelphia, PA 19122
E.U.A.**

AOS PROFESSORES PROFISSIONALIZADOS

ASSUNTO: Assistência na Invalidez e na 3.^a Idade.

1 — Professores profissionalizados — São alguns milhares, de ambos sexos, na actividade, na invalidez e na aposentação, os Professores Profissionalizados espalhados por todo o país. O seu elevado número e qualidade são segura garantia para se poder vir a constituir uma Instituição Assistencial de grande projecção verdadeiramente humanitária, se, na sua formação e estruturação, houver espírito de classe, grande compreensão e fraternidade humana de Um por todos e todos por Um.

2 — Assistência na Invalidez — Em qualquer idade, no exercício das profissões ou no decorrer das suas Vidas, os Professores, como qualquer outro ser humano, estão sujeitos a invalidar-se por acidente ou por doença, com necessidade de assistência temporária ou permanente, com ou sem necessidade de internamente hospitalar ou casa de saúde.

3 — Assistência na 3.^a Idade — Os Professores, como quaisquer outros seus semelhantes depois de muitos anos de esforços de profissionalização e de trabalhos da profissão, quando atingem a chamada 3.^a Idade apresentam desgastes físicos e deficiências mentais que determinam o seu afastamento das actividades profissionais por imposição da Vida e da Lei, promovendo-se a sua aposentação ou Reforma, com carência da assistência nesta idade.

4 — Lares para a 3.^a Idade — Embora àquelas aposentações correspondam as Pensões de Reforma respectivas dos Professores, ou sejam os meios materiais, elas não são tudo para conceder e proporcionar, aos idosos, além do alojamento e manutenção, a assistência, os cuidados e carinhos de toda a ordem, de que carecem na sua 3.^a Idade, com todas as suas deficiências, insuficiências e inibições.

5 — Ainda os Professores Profissionalizados — Um pequeno grupo destes professores deliberou alertar e aliciar o grande número dos seus milhares de colegas para o Humanitário Movimento Pró-lares da 3.^a idade dos da sua classe, lançando a ideia na esperança de que as suas gotas de água se transformem num rio fluente de realidade, com novas ideias e novos esforços de colaboração e continuação, para o muito que será necessário fazer para se alcançarem os objectivos agora enunciados, na certeza de que se está começando pelo princípio entre nós, os Professores Profissionalizados.

6 — Ideia-Sugestão — Numa primeira ideia-sugestão, seria constituída uma Associação a que pertenceriam os Professores Profissionalizados que se inscrevessem, passando a subscrever-se com uma quota mensal para os FUNDOS da ASSOCIAÇÃO, a partir da data da inscrição.

Creemos que a classe venha a sentir, num futuro muito próximo, a necessidade da inscrição obrigatória na data da sua profissionalização.

7 — Contacto — Todas as adesões, sugestões e propostas de colaboração, serão dirigidas aos colegas:

a — Maria Helena Romão Figueiredo, professora efectiva do 4.^o A na Escola Secundária D. Dinis, R. Dr. Manuel T. Gomes, 1900 Lisboa.

R. Cidade da Beira 51 Olivais sul, 1800 Lisboa. Tel. 312953.

b — Maria Manuela Machado da Costa Rosa, professora efectiva do 4.^o A na Escola Secundária Sebastião e Silva, 2780 Oeiras.

R. Belmonte LOTE 8-1.^o E 2780 Santo Amaro de Oeiras. Tel. 24 34 243.

c — Maria Orquidea Almeida e Costa, professora efectiva do 1.^o grupo na Escola Secundária dos Olivais, 1800 Lisboa.

R. Cidade da Beira, Lote 19-4.^o C Olivais Sul, 1800 Lisboa. Tel. 312679.

d — Maria Alice Duarte da Silveira

Mascarenhas, professora efectiva do 11.^o B na Escola Secundária Maria Amália Vaz de Carvalho, R. Rodrigo da Fonseca, Lisboa. Av. Grão Vasco n.^o 49-5.^o E, 1500 Lisboa. Tel. 705205.

e — Afíce Maia Magalhães, professora efectiva do 4.^o A na Escola Secundária Maria Amália Vaz de Carvalho, R. Rodrigo da Fonseca, Lisboa.

Largo do Monte n.^o 1, 1100 Lisboa. Tel. 863088.

f — Maria da Conceição Almeida, professora efectiva do 4.^o A na Escola Secundária Rainha Santa Isabel, Porto. R. D. Pedro V, 348 4400 Vila Nova de gaia. Tel. 02393 300.

g — Maria Lígia Silva Pereira, professora efectiva 11.^o A na Escola Secundária D. Dinis, R. Dr. Manuel T. Gomes, 1900 Lisboa.

R. Vila de Catió lote 399-6.^o E Olivais Sul, 1800 Lisboa. Tel. 316471.

h — Maria Henriqueta Duarte Oliveira, professora efectiva 4.^o A na Escola Secundária D. Dinis, R. Dr. Manuel T. Gomes, 1900 Lisboa.

R. Cidade da Beira Lote 8-7.^o D, 1800 Lisboa. Tel. 314443.

i — Óscar Lopes Carvalho, professor efectivo de 11.^o B na Escola Secundária D. Dinis, R. Dr. Manuel Teixeira Gomes, 1900 Lisboa.

Praceta Alto do Varejão, 1-1.^o E., 1900 Lisboa. Tel. 820441.

j — Avelino Pedrosa Afonso, professor efectivo do 1.^o grupo na Escola Secundária D. Pedro V, Estrada das Laranjeiras, 122, 1600 Lisboa.

Vale Grande, Lote 25-1.^o D, Caneças.

l — José António de Abreu Araújo, professor efectivo do 10.^o A na Escola Secundária de Sta. Maria, 2710 Sintra.

Praça 25 de Abril n.^o 1-5.^o E, 2710 Sintra. Tel. 2931685.

8 — Todos os professores interessados poderão ser dinamizadores desta ideia junto dos colegas;

- (a) de Escola;
- (b) Amigos;
- (c) Aposentados;
- (d) Inválidos.

CONGRESSOS E CONFERÊNCIAS NO ESTRANGEIRO



coordenação
de M. Regina Tavares

Alguns anúncios complementares aos que já saíram no Boletim anterior.

1981						
Março						
10-13	Giessen (R.F.A.)	Vortragstagung «Geschichte der Chemie»	2-15/7/82	Karlsruhe (R.F.A.)	17. Seminário Internacional para Investigação e Docência em Engenharia Química e Físico-Química.	
23-24	Miami Beach (Fla, USA)	International Conference on Polyurethanes	Junho			
24-26	Londres (G.B.)	The use of Chemical Nomenclature	1- 5	Julich (R.F.A.)	Fachseminar «Chemie und Verfahrenstechnik der Radioaktiven Waste-Verfestigung».	
26-31	Monte Carlo (Mónaco)	Energy and Environment Education in Europe	3- 5	Milão (Itália)	European Symposium «Progress in Food Engineering-Technologies of Solid Extraction, Purification, Texturization».	
29-3/4	Atlanta (Georgia, USA)	ACS — Spring — Meeting	15-19	Toronto (Canadá)	1981 International Conference «Modern Trends in activation Analysis».	
Abril			25-26	Copenhague (Dinamarca)	European Conference on Polyurethanes.	
6- 7	Glasgow (Escócia)	2 nd European Conference on Polymers, Plastics and Polyurethanes	Julho			
6-10	Eastbourne (England)	Europaischer. Kongress fur Biotechnologie	20-23	Praga (Checoslováquia)	22 nd Microsymposium «Characterization of Structure and Dynamics of Macromolecular Systems by N.M.R. Methods».	
6-11	Lisboa (Portugal)	4.º Encontro Anual da Sociedade Portuguesa de Química	Agosto			
28-30	Livingstone (G.B.)	Conference on Reliable Production in the Process Industries	9-14	Maryland (USA7)	6 th International Conference on Chemical Education	
29-30	Montreal (Canadá)	International Conference on Polymers, Plastics and Polyurethanes	23-28	Auckland (Nova-Zelândia)	Golden Jubiles Conference «Chemistry in the Service of Man»	
Maió			31-4/9	Praga (Checoslováquia)	Chisa'81 7 th International Congress of Chemical Engineering, Chemical Equipment Design and Automation.	
3- 9	Brest (França)	XVIII ^e Semaine d'Etudes de Chimie Organique-SECO XVIII	Setembro			
4- 6	Trier (R.F.A.)	Vortragstagung «Nevere e Ntwicklungen: Waschverfahren, Rohstoffe, Analytik, Umwelt, Gesetzgebung».	1- 4	Aberdeen (Escócia)	Second Symposium Européen d'Analyse Thermique.	
4- 8	Utrecht (Holanda)	Macheko-Milieu'81	6- 9	Salzburg (Austria)	III. International Congress for Clinical Enzymology	
15-16	Geneve (Suíça)	25 ^{ème} Assemblée Generable la Societé Suisse de Chimie Clinique.	6-11	Mainz (R.F.A.)	8 th International Congress on Metalic Corrosion. 7 th . Congress of the European Federation of Corrosion.	
18-29	Lagos (Portugal)	Catalyst Deactivation				
27-29	Schlierse (R.F.A.)	Symposium «Heterocyclen in der synthese»				

7-11	Norwich (G.B.)	Eucmos XV XV. European Congress on Molecular Spectroscopy.	20-27	Pretória (África do Sul)	23 rd International Symposium on Chemistry of Natural Products
14-18	Hamburg (R.F.A.)	19. G Dch — Hauptversammlung	22-27	Tóquio (Japão)	4 th International Conference on Organic Synthesis (IUPAC)
14-18	Hamburg (R.F.A.)	Podiumsdiskussion und Symposium «Wo Stehen wir in der Chemotherapie des Krebses».	30-3/9	Viena (Áustria)	9 th International Mass Spectrometry Conference
16-18	Londres (G.B.)	International Symposium on Chemical Engineering Education	29-4/9	Kyoto (Japão)	5 th International Congress of Pesticide Chemistry (IUPAC)
22-24	Brigton (G.B.)	Sefi Annual Conference 1981.	Setembro		
24-25	Kyoto (Japão)	Japan Conference on Polymers, Plastics and Polyurethanes.	6-10	Munique (R.F.A.)	7 th International Heat Transfer Conference.
28-29	Kyoto (Japão)	Symposium international sur la Technologie des Poudres	13-17	Philadelphie (Pa, USA)	3 ^e Congrès International de Filtration
Outubro			?	Louvain-La-Neuve (Bélgica)	3 rd International Symposium on the Scientific Bases for the Preparation of Heterogeneous catalysts
1- 2	Ludwigshafen (R.F.A.)	Vortragstagung «Elektrochemische Energie Umwandlung Einschliesslich Speicherung und Thermochemie.	Outubro		
20-25	Moscovo (U.R.S.S.)	Nefta-Gaz International — Petroleum and Gas Exhibition for the U.R.S.S.	4- 6	Boston (USA)	ISCRE 7 — 7 th International Symposium on Chemical Reaction Engineering
Novembro					
10-13	Göteborg (Suécia)	Kemi 81. Internationale Fachmesse für Aüstrung fur die Prozessindustrie, Labor-technik, Analyse, Forschung und Roh-waren			
18-20	Gottingen (R.F.A.)	Jubiläumstzung Anlässlich des 10- -Yährigen Bestehens der Fachgruppe «Photochemie»			
Dezembro					
16-17	Oxford (G.B.)	Faraday Symposium No. 16 «Structure of the International Region».			
1982					
Fevereiro					
9-12	Manila (Filipinas)	CHEMRAWN II — International Conference on «Chemistry and World Food Supplies».			
Março					
18-19	Braunschweig (R.F.A.)	2 nd European Symposium on Storage and Handling of Particulate Solids			
30-1/4	Londres (G.B.)	Annual Chemical Congress of the Royal Society of Chemistry			
Junho					
6-12	Francfort (R.F.A.)	Rassemblement international des Arts Chimiques — ACHEMA 82			
14-19	Upsala (Suécia)	4 th International Congress in Quantum Chemistry			
12-16	Amherst (Mass. USA)	IUPAC Macromolecular Symposium			
Agosto					
?	Viena (Áustria)	5 th International IUPAC Symposium on Mycotoxins and Phycotoxins			
15-21	Perth (Austrália)	International Congress of Biochemis-try			

ADVANCED STUDY INSTITUTE

ON

CATALYST DEACTIVATION

MAY 18-29
1981HOTEL GOLFINHO, LAGOS (ALGARVE)
PORTUGAL

SPONSORED BY

NATO
SCIENTIFIC AFFAIRS DIVISION

DIRECTOR

PROF. J. L. FIGUEIREDO
FACULTY OF ENGINEERING
UNIVERSITY OF PORTO
PORTUGAL

SCIENTIFIC ADVISORS

PROF. G. F. FROMENT
(RIJKSUNIVERSITEIT GENT, BELGIUM)

PROF. D. L. TRIMM

(UNIVERSITY OF NEW SOUTH WALES, AUSTRALIA)

**espectrofotometro
duplo-feixe UV-VIS**

PERKIN-ELMER

Lambda 3



REPRESENTADO POR:

instrumentos de laboratório e científicos lda
LISBOA PORTO PONTA DELGADA

BPA

**BANCO
PORTUGUÊS DO ATLÂNTICO
ao seu serviço**

ACTIVIDADES DA SPQ

6-11
ABRIL 1981
I. S. T.
LISBOA

ENCONTRO ANUAL da Sociedade Portuguesa de Química

COMISSÃO COORDENADORA
DO 4.º ENCONTRO ANUAL
DA SOCIEDADE PORTUGUESA DE QUÍMICA
AV.ª DA REPÚBLICA, 37-4.º
1000 LISBOA

LOCAL

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO,
Av. Rovisco Pais, Lisboa

ORGANIZAÇÃO GERAL

O 4.º Encontro terá a duração de uma semana e será constituído por três blocos consecutivos:

Investigação, Indústria e Ensino.

É possível a inscrição em um ou mais blocos.

Haverá 6 conferências plenárias e 8 comunicações convidadas. **Todas** as outras comunicações serão apresentadas como cartazes.

DATA LIMITE PARA INSCRIÇÃO

15 de Janeiro de 1981.

As inscrições **definitivas** (ficha em anexo) e os resumos das comunicações devem ser recebidos na sede da SPQ até 15 de Janeiro **impreterivelmente**.

MEDALHA COMEMORATIVA

Tal como em Encontros anteriores, a SPQ editará uma medalha comemorativa do 4.º Encontro Anual. Se pretende adquirir um ou mais exemplares **deve** preencher a inscrição em anexo (Preço aproximado: 500\$00).

COMISSÃO COORDENADORA

A. ROMÃO DIAS (Secretário-geral da SPQ)
J.A. MARTINHO SIMÕES (Secretário Executivo do 4.º Encontro)
FRANCISCO PEDROSO (Tesoureiro)
MARIA ALZIRA A. FERREIRA (Região Sul)
A. CORREIA CARDOSO (Região Centro)
J.L. DA COSTA LIMA (Região Norte)

COORDENADOR DO BLOCO INVESTIGAÇÃO

A. PIRES DE MATOS, LNETI

COORDENADOR DO BLOCO ENSINO

VÍTOR DUARTE TEODORO, Escola Secundária de Almada

COORDENADOR DO BLOCO INDÚSTRIA

CARLOS NIETO DE CASTRO, CQE, IST

COORDENADOR DA EXPOSIÇÃO

CARLOS CRISPIM ROMÃO, CQE, IST

COORDENADOR DO PROGRAMA SOCIAL

JOÃO A. FARELEIRA, CQE, IST

JANTAR DE CONVÍVIO

Realizar-se-á um jantar de convívio no dia 8 de Abril, em local a fixar.

Se está interessado **deve** preencher a inscrição em anexo (Preço aproximado: 500\$00).

PROGRAMA PROVISÓRIO

DOMINGO, 5 DE ABRIL

10.00-20.00 Registo de participantes (geral)

INVESTIGAÇÃO

SEGUNDA-FEIRA, 6 DE ABRIL

- 8.30- 9.30 Registo de participantes
 9.30-10.00 Sessão de abertura
 10.00-11.00 Conferência Plenária

Autor e título a confirmar

- 11.00-11.30 Café
 11.30-12.00 Comunicação convidada

Isomerismo rotacional: cálculos teóricos em relação com grandezas físicas

Victor M.S. Gil, Univ. Aveiro

- 12.10-14.30 Almoço

- 14.30-15.30 Conferência Plenária

The Determination of Absolute Configuration of Dissymmetric Coordination Compounds by the Pseiffer effect and by Outer-Sphere Complexation

S. Kirschner, Wayne State Univ., U.S.A.

- 15.30-16.10 Comunicação convidada

Autor e título a confirmar

- 16.10-18.30 Discussão dos cartazes com os autores
 19.30 Beberete

TERÇA-FEIRA, 7 DE ABRIL

- 9.30-10.30 Conferência Plenária

Recent Developments in the Synthesis and Biosynthesis of β -lactam Antibiotics

Jack E. Baldwin, Univ. Oxford, U.K.

- 10.30-11.00 Café
 11.00-11.40 Comunicação convidada

Síntese de alcalóides: Da estratégia à prática

S. Prabhakar, CQE, UNL

- 11.40-12.20 Comunicação convidada

Estrutura e Reactividade em Química Orgânica

Carlos M.M.F. Correia, CIQ, FCUP

- 12.20-14.30 Almoço
 14.30-15.30 Conferência Plenária

Radiation Damage of Nucleic Acids. Mechanism of Strand Breaks Induced by OH Radicals

D. Schulte-Frohlind, Max Planck Institut RFA

- 15.30-16.10 Comunicação convidada

Transferência Electrónica Fotossensibilizada

Silvia B. Costa, CQE, IST

- 16.10-18.30 Discussão dos cartazes com os autores
 21.00 Assembleia Geral da SPQ

QUARTA-FEIRA, 8 DE ABRIL

- 9.30-10.30 Conferência Plenária

Recent Developments in Gas Phase Ion Chemistry

K.R. Jennings, Univ. Warwick, U.K.

- 10.30-11.00 Café
 11.00-11.40 Comunicação convidada

Título a confirmar (Espectroscopia Raman)

J. Teixeira Dias, FCTUC

- 11.40-12.20 Comunicação convidada

Dinâmica das redes cristalinas de sólidos unidimensionais. Alguns exemplos.

L.J. Alcácer, IST

- 12.20-14.30 Almoço
 14.30-15.30 Conferência Plenária

Título a confirmar (Termoquímica)

G. Pilcher, Univ. Manchester, UK

- 15.30-16.10 Comunicação convidada

Estudos recentes sobre cinética e termodinâmica de reacções ionogénicas em solução

César A.N. Viana, CECUL, FCL

- 16.10-18.30 Discussão dos cartazes com os autores
 21.00 Jantar de confraternização

INDÚSTRIA

QUINTA-FEIRA, 9 DE ABRIL

- 8.30- 9.00 Registo de participantes
 9.00- 9.30 Sessão de abertura
 9.30-10.30 Conferência Plenária

Industrial Chemical Research in the European Context

E. Sterling, ICI Europa Ltd

- 10.30-11.00 Café
 11.00-12.45 Debate sobre **Integração Europeia e seus reflexos na Indústria Química portuguesa**

- 12.30-14.30 Almoço
 14.30-15.30 Conferência Plenária

Interacção Universidade-Indústria: Implicações Políticas

J.J.R. Fraústo da Silva, CQE, IST

- 15.30-16.00 Café
 16.00-18.00 Debate sobre **Interacção Universidade-Indústria**
 18.00-19.00 Discussão dos cartazes com os autores
 19.00 Beberete

SEXTA-FEIRA, 10 DE ABRIL

- 9.30-10.00 **Química Analítica na Indústria Alimentar**
 Conferencista a confirmar
 10.00-10.30 **Química Analítica na Agricultura**
 Comunicação a cargo da Estação Agronómica Nacional, Estação Nacional de Tecnologia dos Produtos Agrários
 10.30-11.00 Discussão
 11.00-11.30 Café
 11.30-12.30 Demonstração de equipamento
 12.30-14.30 Almoço
 14.30-15.00 **Química Analítica na Indústria Petroquímica**
 Comunicação a cargo da CNP
 15.00-15.30 **Química Analítica na Indústria Metalúrgica Extractiva**
 Conferencista a confirmar
 15.30-16.00 **Análise Química no Controlo de Produção da Siderurgia Nacional**
 António Ferreira de Carvalho
 16.00-16.30 Café
 16.30-17.00 **Conclusões**
 Maria de Jesus Tavares, LNETI
 17.00-19.00 Demonstração de Equipamento

ENSINO**SEXTA-FEIRA, 10 DE ABRIL**

- 8.30- 9.30 Registo de participantes
 9.30-10.00 Sessão de Abertura
 10.00-11.00 Conferência Plenária

Título a confirmar

M. Frazer, Univ. East Anglia, U.K.

- 11.00-11.30 Café
 11.30-12.30 Discussão dos cartazes com os autores
 12.30-14.30 Almoço
 14.30-16.30 Grupos de Trabalho, Filmes, Trabalhos de Laboratório
 16.30-17.00 Café
 17.00-19.00 Grupos de Trabalho, Filmes, Trabalhos de Laboratório
 19.30 Beberete

SÁBADO, 11 DE ABRIL

- 9.30-10.30 Conferência Plenária

Application of advances in learning theory and philosophy of science to improvement of chemistry teaching

J.D. Novak, Cornell Univ., U.S.A.

- 10.30-11.00 Café
 11.00-12.30 Apresentação das conclusões dos Grupos de Trabalho
 12.30-14.30 Almoço
 14.30-17.30 Filmes, Trabalhos de Laboratório

INFORMAÇÕES GERAIS

OS CARTAZES ESTARÃO EXPOSTOS, NO DIA RESPECTIVO, DESDE AS 10 HORAS ATÉ AO FINAL DOS TRABALHOS. NO HORÁRIO MENCIONADO NO PROGRAMA O/S AUTORE/S DEVEM ESTAR JUNTO DOS SEUS CARTAZES PARA DISCUSSÃO.

OS TRABALHOS DE LABORATÓRIO REFERIDOS NO PROGRAMA ESTARÃO EM EXIBIÇÃO NOS LABORATÓRIOS DE QUÍMICA DO IST, ONDE SERÃO DEMONSTRADOS E DISCUTIDOS. SENDO TRABALHOS DE LABORATÓRIO PARA ALUNOS DO TERCIÁRIO O SEU PAPEL NESTE ENCONTRO É, ESSENCIALMENTE, O DE ACTUALIZAÇÃO. A DISCUSSÃO DA ADAPTAÇÃO, TOTAL OU PARCIAL, DE ALGUNS DELES, AO ENSINO SECUNDÁRIO, É ENCORAJADA.

DURANTE TODO O ENCONTRO HAVERÁ UMA EXPOSIÇÃO DE MATERIAL CIENTÍFICO, DIDÁCTICO E BIBLIOGRÁFICO.

A SPQ CONSIDERA EXTREMAMENTE ÚTIL QUE TODAS AS ENTIDADES, PÚBLICAS E PRIVADAS, RELACIONADAS COM A QUÍMICA EM PORTUGAL, DESDE AS QUE SE DEDICAM A ACTIVIDADE FABRIL ÀS QUE FINANCIAM A INVESTIGAÇÃO APROVEITEM ESTA OPORTUNIDADE PARA DIVULGAR A SUA ACÇÃO. PARA MAIS INFORMAÇÕES CONTACTAR A COMISSÃO COORDINADORA.

DURANTE TODO O ENCONTRO O SERVIÇO DE DOCUMENTAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA PORÁ À DISPOSIÇÃO DOS PARTICIPANTES UM TERMINAL DE COMPUTADOR LIGADO A BANCOS DE DADOS.

GRUPOS DE TRABALHO DO BLOCO DE ENSINO

1. Bancos de Objectivos

- a. Curso Geral
- b. Curso Complementar
- c. 12.º Ano
- d. 1.º Ano da Universidade

2. Improvisação de material de Laboratório

3. Conceito de mole

4. Segurança e Organização do Laboratório

5. Investigação de dificuldades de aprendizagem

6. Psicologia na aprendizagem da Química

7. Avaliação: projectos de teses padronizados

8. Avaliação do trabalho de Laboratório

CARTAZES

O CARTAZ É UMA FORMA EXPEDITA E EFICAZ DE TRANSMITIR UMA MENSAGEM, QUER SE TRATE DE RESULTADOS DE INVESTIGAÇÃO E/OU DE DESENVOLVIMENTO, DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA OU DE OBSERVAÇÕES E OPINIÕES RESULTANTES DA EXPERIÊNCIA COMO DOCENTE. UM CARTAZ É UMA COMUNICAÇÃO E O SEU RESUMO (VER INSTRUÇÕES PARA APRESENTAÇÃO DOS RESUMOS) FIGURARÁ NA DOCUMENTAÇÃO A DISTRIBUIR. O cartaz deve ter as dimensões de **2 m de largura por 1,20 m de altura**. DEVE SER ESCRITO DE FORMA CLARA E O SEU TÍTULO DEVE SER LEGÍVEL A 3 M DE DISTÂNCIA. PODE CONTER TEXTO, DESENHOS,

FOTOGRAFIAS, AMOSTRAS DE COMPOSTOS, MODELOS, ETC. O USO DE VÁRIAS CORES E A INCLUSÃO DA/S FOTOGRAFIA/S DO/S AUTOR/ES É ENCORAJADO.

OS AUTORES DEVEM TRAZER O CARTAZ PARA O ENCONTRO E AFIXÁ-LO E RETIRÁ-LO, EM LOCAL INDICADO, NO HORÁRIO REFERIDO NO PROGRAMA.

NO BLOCO DE ENSINO SERÃO ADMITIDOS, COMO ALTERNATIVAS A CARTAZES, E COM O MESMO HORÁRIO DE EXIBIÇÃO, EXPERIÊNCIAS DE LABORATÓRIO, COLEÇÕES DE ACETATOS, COLEÇÕES DE SLIDES, ETC. A COMISSÃO COORDENADORA PROCURARÁ ARRANJAR AS FACILIDADES NECESSÁRIAS PARA ESTAS ALTERNATIVAS, DEVENDO, PARA ISSO, OS AUTORES EXPLICITÁ-LAS NOS BOLETINS DE INSCRIÇÃO.

DIVISÃO DE NOMENCLATURA

No dia 10 de Abril, 6.ª-feira, às 14.30 h, haverá uma reunião entre os interessados em problemas de nomenclatura química.

MARCAÇÃO DE ALOJAMENTO

A Comissão Coordenadora poderá encarregar-se da marcação de alojamento.

Na **Ficha de Inscrição** deverá ser indicada uma ordem de preferência. Se desejar pode indicar quaisquer outros Hotéis que não figurem na lista.

HOTÉIS E RESIDENCIAIS	SINGLE	DUPLO	TRIPLO	QUADRUPLA	MORADA	TELEF.
HOTEL D. MANUEL I ****	1750\$	2250\$	—	—	Av. Duque D'ÁVILA, 187	561410
HOTEL ROMA ***	975\$	1450\$	2062\$	2500\$	Av. de Roma, 33	767761
HOTEL PRÍNCIPE ***	1200\$	1600\$	—	—	Av. Duque D'Ávila, 201	536151
HOTEL EDUARDO VII ***	1105\$ 1305\$	1400\$ 1400\$	—	—	Av. Fontes Pereira de Melo, 5	530141
PENSÃO RESIDENCIAL NAZARETH ****	720\$	1050\$	—	—	Av. António Augusto de Aguiar, 25-4.º	542016
RESIDÊNCIA AMÉRICA ****	700\$	900\$	1150\$	—	Rua Tomás Ribeiro, 47	531178
RESIDÊNCIA CANADÁ ***	510\$	800\$	1075	—	Av. Defensores de Chaves, 35-1.º	538159
PENSÃO RESIDENCIAL DO SUL ***	••• 350\$	••• 550\$	—	—	••	847259

• — PREÇOS REFERENTES A OUTUBRO DE 1980 (SUJEITOS A AUMENTO)

•• — FILIAIS EM: — AV.ª ALMIRANTE REIS, 28-1.º

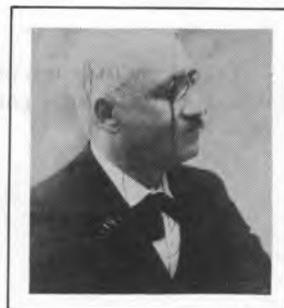
— AV.ª ALMIRANTE REIS, 34

— PRAÇA DUQUE DE SALDANHA, 1-R/C.-ESQ.º

••• — SEM PEQUENO ALMOÇO

A SPQ INSTITUI UM PRÉMIO

PRÉMIO FERREIRA DA SILVA



Uma das principais tarefas da SPQ é estimular a investigação científica no domínio da Química em Portugal. Como uma das formas de atingir este objectivo decidiu a SPQ criar um prémio bienal para homenagear publicamente o químico português que, pelo seu trabalho realizado em Portugal no período dos dois anos anteriores ao da atribuição do prémio, mais tenha contribuído para o avanço da Química em qualquer das suas áreas.

Uma das razões principais para a criação deste prémio foi a constatação de um certo sentimento de frustração pelo facto de o esforço e a qualidade do trabalho de investigação dos nossos químicos não serem reconhecidos nacionalmente, pouco contando, na prática, para as próprias promoções académicas. Esperamos sinceramente que este prémio não venha a ser mais uma desilusão.

Com a escolha do nome para o prémio pretendemos homenagear um químico ilustre português e um dos fundadores da nossa Sociedade. O prémio consistirá numa medalha em prata, a ser cunhada especialmente para o efeito.

O prémio «Ferreira da Silva» representa apenas um início. É de esperar que, acompanhando o crescimento em dimensão e dinamismo da comunidade química portuguesa, venham a ser instituídos outros prémios em áreas mais específicas (orgânica, inorgânica, analítica, química-física, educação, química industrial, engenharia química, etc.). O patrocínio de entidades públicas e privadas para esses vários prémios deve ser procurado e estimulado. A primeira atribuição do prémio será feita no 5.º Encontro Anual, em 1982.

Impusemo-nos uma tarefa. Criámos um desafio. Vamos saber responder.

REGULAMENTO

1.º — O prémio «Ferreira da Silva» tem como principal objectivo o de encorajar a qualidade e quantidade de investigação científica em Portugal no domínio da Química em qualquer das suas áreas.

2.º — Será atribuído bienalmente ao químico português que pelo trabalho produzido em Portugal no período de dois anos imediatamente anteriores ao da atribuição do prémio, mais tenha contribuído para o avanço da Química em qualquer das suas áreas.

3.º — A composição do júri, da responsabilidade da direcção da SPQ, é a seguinte: 6, 8 ou 10 membros escolhidos de entre os químicos portugueses e sobre os quais haja garantias de poder de julgamento e isenção; o Presidente da SPQ, como membro nato é que preside ao júri.

4.º — O júri deve ser constituído até 30 de Março do ano anterior ao da entrega do prémio.

5.º — O júri deve considerar os seguintes aspectos, **por ordem decrescente de prioridade:**

- a) qualidade e quantidade do trabalho de investigação publicado;
- b) criação de escola científica, avaliada principalmente em termos de teses produzidas sob a sua orientação;
- c) outros aspectos.

6.º — As candidaturas devem ser propostas ao Presidente da SPQ por 5 professores universitários até 30 de Junho do ano anterior ao da atribuição do prémio. As propostas devem ser acompanhadas de uma justificação e incluir separatas de todos os trabalhos relevantes dos candidatos. As propostas podem também ser feitas em moldes idênticos, por 3 membros do júri.

7.º — O júri reunirá pelo menos duas vezes entre a sua nomeação e a atribuição do prémio, por convocatória do Presidente da SPQ.

8.º — De cada reunião será lavrada acta; a votação para a atribuição do prémio deve basear-se numa justificação que será lavrada em acta.

9.º — O júri chegará a uma decisão até 31 de Dezembro do mesmo ano.

10.º — A entrega do prémio será feita na sessão inaugural do Encontro Anual da SPQ pelo Presidente da SPQ (ou seu representante) que lerá um pequeno relatório justificativo da decisão do júri.

11.º — O recipiente do prémio fará parte do júri dos dois prémios seguintes.

12.º — O recipiente do prémio dará uma lição plenária no Encontro Anual do ano seguinte àquele em que recebeu o prémio.

13.º — O recipiente de um prémio não é elegível nos dois períodos seguintes àquele em que recebeu o prémio.

14.º — Qualquer dúvida sobre a aplicação deste regulamento será esclarecida pela direcção da SPQ.

15.º — Alterações a este regulamento podem ser feitas pela direcção da SPQ, quer por iniciativa própria, quer por sugestões dos júris ou de membros da Sociedade.



Pye Unicam



ESPECTROFOTÓMETROS

Ultravioleta / Visível

Absorção Atómica

Infravermelho

ELECTROQUÍMICA

CROMATOGRAFOS

Fase Gasosa

Fase Liquida



PHILIPS PORTUGUESA, S.A.R.L.
 DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E INDÚSTRIA
 Av. Eng. Duarte Pacheco, 6 — Apartado 1331-1009 LISBOA CODEX
 Teleg. PHILAMP - Telex 12214 - 16494 - Telef. 657181-683121

DIVISÃO DE EDUCAÇÃO — ZONA NORTE

EXPERIÊNCIAS DE SALÃO

1 — BROMAÇÃO FOTOQUÍMICA DO TOLUENO

Carlos M.M. da Silva Corrêa
Faculdade de Ciências do Porto

1 — **Objectivo da experiência:** Mostrar o efeito da luz na iniciação de uma reacção «via» radicais livres.

2 — **Reagentes necessários para uma experiência:**
Tolueno — 25 cm³; solução saturada de bromo em CCl₄ — 5 cm³; solução de nitrato de prata a 10% — algumas gotas.

3 — **Equipamento necessário:**

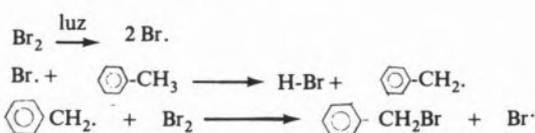
3 tubos de ensaio com rolha; 1 proveta de 5 cm³; suporte para tubos de ensaio; um pouco de papel negro ou folha de alumínio («pratinha»); garrafa de esguicho com água destilada; fonte luminosa intensa (retroprojector, luz solar directa, etc.); 1 pipeta conta-gotas.

4 — **Descrição e modo de proceder:**

- Coloque em dois tubos de ensaio (A e B) 2 × 10 cm³ de tolueno.
- No tubo A coloque mais 2 cm³ de solução de bromo e envolva o tubo com papel de modo a resguardá-lo da luz. Coloque o tubo no suporte.
- Junte ao outro tubo (B) 2 cm³ de solução de bromo. Rolhe e exponha o tubo à luz. Verifique que a coloração do bromo desaparece.
- Desembrulhe o tubo A e verifique que se mantém inalterado.
- Destape o tubo B (em que ocorreu reacção) e junte cerca de 5 cm³ de água por meio da garrafa de esguicho. Note a presença de fumos brancos (de HBr).
- Agite. Deixe separar as duas camadas. Com o auxílio de uma pipeta conta-gotas retire um pouco da camada aquosa para um tubo de ensaio limpo. Junte umas gotas de solução de nitrato de prata e conclua da presença do ião Br⁻.

Obs.: Se efectuar um tratamento idêntico com uma solução de bromo em tolueno, ao abrigo da luz, não notará a presença do ião Br⁻.

5 — **Explicação sumária dos fenómenos observados e conclusões:**



2 — **DEVE FRITAR-SE O PRESUNTO?**

Fernão Serrão
Faculdade de Ciências do Porto

1 — **Objectivo da experiência:** chamar a atenção para o facto de as gorduras se alterarem por aquecimento: demonstrar a presença de ligações duplas.

2 — **Reagentes necessários para uma experiência:**
Bromo — 0,5 g
Toucinho — 100 g

3 — **Equipamento necessário:**

2 Matrizes de 1 litro de boca larga com rolha.
1 sertã de 15 cm
Fonte de aquecimento
1 pinça.

4 — **Descrição e modo de proceder:**

- Cortar 6 fatias de presunto ou toucinho.
- Fritar 3 até ficarem bem tostadas.
- Encher ambos os matrizes com vapor de bromo (e não o líquido) até ficarem bem cheios e coloridos. Tapar os matrizes.
- Rapidamente introduzir as 3 fatias fritas num deles e as 3 cruas no outro. Tapar.
- Agitar ambos bem.

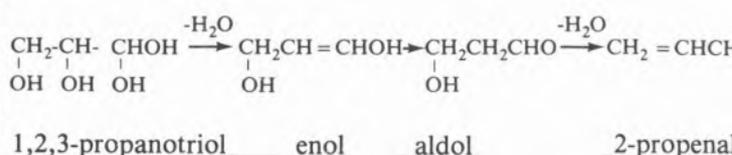
Verifica-se que a cor devida ao bromo no matrizes que contém o presunto frito desaparece em alguns segundos e no outro mantém-se.

5 — Explicação sumária dos fenómenos observados e conclusões:

Serve para demonstrar que as gorduras animais deste tipo, por aquecimento se alteram. Uma das alterações mais significativas é a formação de ligações duplas passando assim a gordura a insaturada e formando-se um aldeído. Os estudos feitos permitem afirmar que, essencialmente, o 1,2,3-propanotriol (glicerina) passa a propenal (aldeído acrílico ou acroleína) que é um «líquido inflamável (p.e.⁻⁷⁶⁰ 52,5°C), que irrita a pele, os olhos e as mucosas, que é usado na mistura de gase de guerra, lacrimogénio, cuja inalação pode causar asma e edema pulmonar...

Conselho: fritar o menos possível. A presença da ligação dupla-passagem de gordura saturada a insaturada — é louvada por uns (as gorduras saturadas causam arterioesclerose) e considerada prejudicial por outros sob o ponto de vista alimentar (as insaturadas decompõem-se mais facilmente).

Esquemáticamente temos:



Forma-se uma substância insaturada (que não provocará arterioesclerose mas que tem um aldeído que poderá ser pior...)

6 — Bibliografia:

Chem 13 News — N.º 81.Nov.1976 — Pág. 3,
Univ. of Waterloo, Ontário, Canadá. N2L 3G1.

EM MEMÓRIA DO PROFESSOR STIG SUNNER



Prof. Stig Sunner

O Professor Stig Sunner faleceu repentinamente no seu laboratório na manhã do passado dia 3 de Junho de 1980, depois de durante vários anos ter lutado contra a doença. Os Químicos Termodinâmicos, em especial os Termoquímicos, perderam um dos seus mais prestigiados cientistas que aliava a essa qualidade a sua extrema simpatia e o seu fino trato.

Stig Arne Sunner nasceu a 13 de Maio de 1917 tendo-se iniciado na Termoquímica, como estudante graduado do Professor Lennard Smith, na Universidade de Lund, Suécia, onde concluiu o seu doutoramento (1949) e passou o resto da sua vida académica e científica ocupando sucessivamente vários lugares da hierarquia académica da referida Universidade: Director do Laboratório de Termoquímica (desde 1956), Professor do «Swedish National Science Research Council» (1966) e «Professor da Universidade de Lund» (1977). Stig Sunner foi ainda um dos grandes responsáveis e impulsionadores da criação do excelente Centro de

Química da Universidade de Lund, do qual foi o seu primeiro Director (1967-69).

O Professor Stig Sunner construiu e descreveu na sua Tese (1949) um dos primeiros calorímetros de combustão de bomba-rotativa, facto que constituiu, talvez, o maior desenvolvimento das técnicas de calorimetria de combustão. As suas contribuições originais são também notáveis noutros ramos da calorimetria, em especial nas técnicas de vaporização, solução-reacção e medição de capacidades caloríficas, assim como em medições de pressão de vapor. Para além de ser um experimentalista de excepcional qualidade, o Professor Stig Sunner tinha um grande poder de inovação e percepção para a construção de equipamento — um considerável número de modelos de calorímetros, hoje acessíveis comercialmente, são uma consequência do trabalho de invenção e de adaptação de Stig Sunner.

Ao longo da sua carreira Stig Sunner publicou mais de uma centena de artigos-científicos em revistas de

vários países e, com as suas ideias, influenciou o trabalho descrito num grande número de outros artigos que não contém o seu nome; escreveu ainda vários capítulos para diferentes livros e foi editor de outros. O Professor Stig Sunner era Membro e Laureado com a medalha de ouro da Academia de Ciências da Engenharia da Suécia, tendo também sido distinguido com a medalha Norblad Ekstrand pela Svenska Kemistamfundet (Associação Química Sueca) e com o Huffman Memorial Award na 25.ª Conferência de Calorimetria dos EUA (1970); tinha ainda sido escolhido para proferir a 3.ª «Rossini Lecturer» na 6.ª Conferência Internacional de Termodinâmica (Merseburg, RDA, Agosto de 1980).

A actividade do Professor Stig Sunner em organismos internacionais foi também notável, sendo de destacar a sua actividade de vinte anos na IUPAC: na Comissão de Termodinâmica foi Chairman durante dois

mandatos (1969-73) enquanto que na Divisão de Química-Física serviu, sucessivamente, como Membro (1969-71), Secretário (1971-73), Vice-Presidente (1973-77) e Presidente (1977-79). Foi também Chairman, durante vários anos, do «Task Group on Key Values for Thermodynamics»; era, à sua morte, Chairman do Journal of Chemical Thermodynamics, lugar que desempenhou desde 1976.

O Professor Stig Sunner foi o primeiro cientista a proferir uma lição plenária na «1.ª Conferência Internacional de Termodinâmica da Dissolução de Não-Electrónicos» realizada, em Outubro de 1979 na Universidade de Santiago de Compostela, conjuntamente pelas Sociedade Portuguesa de Química, Sociedade Química de França e Real Sociedade Espanhola de Física e Química.

(M.A.V. Ribeiro da Silva)

BOLSEIROS DE QUÍMICA DA F. GULBENKIAN NO ESTRANGEIRO

LISTA DOS BOLSEIROS QUE SE ENCONTRAM NO ESTRANGEIRO A FAZER ESTUDOS DE PÓS-GRADUAÇÃO NA ÁREA QUÍMICA E AFINS EM OUTUBRO 1980

José Almiro Abrantes de Menezes e Castro
Engenharia Química
Assistente da Universidade de Coimbra
Universidade de Leeds

Fernando Manuel de Jesus Domingues
Engenharia Química
Assistente da Universidade de Aveiro
University of Manchester Institute of Science and Technology (UMIST)

António Alberto Torres Garcia Portugal
Engenharia Química
Assistente da Universidade de Coimbra
Universidade de Aston in Birmingham

Maria José Ferreira Rebelo
Química
Assistente da Faculdade de Ciências de Lisboa
Universidade de Newcastle-upon-Tyne

António Fernando da Silva
Engenharia Química
Assistente da Faculdade de Ciências do Porto
Universidade de Southampton

Jorge Ribeiro Frade
Engenharia Química

Assistente estagiário da Universidade de Aveiro
Universidade de Sheffield

Maria Elisa Viriato de Matos Maia Ferreira Pestana
Físico-Química
Assistente da Faculdade de Ciências de Lisboa
Universidade de East Anglia

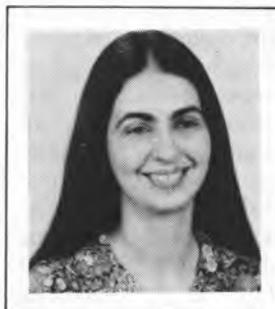
Luís Manuel de Oliveira Martinho do Rosário
Licenciado em Química
Assistente eventual da Faculdade de Ciências e Tecnologia de Coimbra
Universidade de East Anglia

Maria José Diogo da Silva Calhorda
Engenharia Química
Assistente do Instituto Superior Técnico
Inorganic Chemistry Laboratory — Oxford

Zélia Isabel Silva Almeida Carvalhais
Engenharia Química
Assistente do Instituto Superior Técnico
Imperial College, Londres

Maria do Carmo Carvalho Alves da Silva
Engenharia Química
Assistente da Universidade de Aveiro
Universidade de Leeds

SEGURANÇA



Coordenação de
M. J. O. Baptista

PENTÓXIDO DE FÓSFORO (Óxido fosfórico)

O pentóxido de fósforo é um pó cristalino, branco, deliquescente, que REAGE VIOLENTAMENTE COM A ÁGUA.

CAUSA QUEIMADURAS GRAVES. Evitar o contacto com os olhos e a pele.

Efeitos tóxicos — As partículas de pentóxido de fósforo irritam todo aquele aparelho respiratório, causam queimaduras graves nos olhos e queimam a pele. Quando ingerido o pentóxido de fósforo causa irritação e graves lesões internas.

Reacções perigosas — Reage vigorosamente com HF a temperaturas inferiores a 20°C. Misturas anidras de pentóxido de fósforo e Na₂O ou CaO reagem violentamente quando aquecidas ou humedecidas. A reacção de pentóxido de fósforo com sódio ou com potássio, a quente, é incandescente. Reage explosivamente quando aquecido com cálcio. Reage violentamente com peróxido de hidrogénio concentrado. Em contacto com F₂O o pentóxido de fósforo entra em ignição. A reacção de pentóxido de fósforo com a água é extremamente exotérmica e pode causar a ignição de matérias combustíveis com as quais esteja em contacto.

Remoção de resíduos — Utilizar um visor de protecção facial e luvas. Misturar os resíduos com areia seca, colocar a mistura dentro de um balde de esmalte ou de polietileno, transportar para uma zona aberta segura e, a pouco e pouco, adicionar a mistura a um grande volume de água. Completada a reacção, deitar fora a mistura, decantando-a, e diluindo com grande quantidade de água corrente. Deitar fora a areia e lavar com água o local afectado.

ÁCIDO PÍCRICO

O ácido pícrico é um sólido cristalino de cor amarela, que deve ser conservado humedecido com nunca menos de metade do seu peso em água.

APRESENTA RISCO DE EXPLOSÃO POR CHOQUE, FRICÇÃO, INCÊNDIO OU OUTRAS FONTES DE IGNIÇÃO. É VENENOSO. Evitar o contacto com a pele e com os olhos. VLT (pele) 0,1 mg m⁻³.

Efeitos tóxicos — O contacto do ácido pícrico com a pele pode causar dermatites e a ingestão provoca envenenamento. A absorção cutânea ou a inalação da poeira de ácido pícrico por períodos prolongados produz efeitos crónicos, podendo originar erupções cutâneas, dores de cabeça, náuseas, vômitos ou diarreia, e a pele pode tornar-se amarela.

Reacções perigosas — O ácido pícrico forma sais com muitos metais, de que alguns (chumbo, mercúrio,

cobre ou zinco) são sensíveis ao calor, à fricção ou ao impacto. O contacto do ácido pícrico com pavimentos de cimento pode dar origem à formação do sal de cálcio, que é sensível à fricção.

Remoção de resíduos — Usar um visor de protecção e luvas. Humedecer bem todos os resíduos, misturar com areia e transportar a mistura para uma zona isolada onde possa ser enterrada. Lavar com água e detergente toda a zona afectada.

NOTA: O ácido pícrico e o ácido tânico são por vezes utilizados no tratamento de queimaduras. Estes ácidos combinam-se com as proteínas das zonas afectadas, formando uma camada protectora que exclui o ar e impede a perda de fluidos. A perda de água é a causa mais importante do choque e problemas resultantes de queimaduras. Numa emergência pode usar-se chá como fonte de ácido tânico para o tratamento de queimaduras graves.

No entanto, pelo que atrás ficou exposto, desaconselha-se o uso de ácido pícrico para o tratamento de queimaduras.

ÁCIDO ORTOFOSFÓRICO (Ácido fosfórico) (H₃PO₄)

O ácido ortofosfórico, que é miscível com a água, pode apresentar-se como um líquido viscoso incolor (88-93%) ou sob a forma de cristais brancos higroscópicos (100%).

CAUSA QUEIMADURAS GRAVES. Evitar o contacto com os olhos e a pele. VLT 1 mg m⁻³.

Efeitos tóxicos — O líquido causa queimaduras graves nos olhos e na pele. A ingestão de ácido ortofosfórico causa irritação e lesões internas graves.

Remoção de resíduos — Usar um visor de protecção facial e luvas. Espalhar bicarbonato de sódio sobre toda a zona afectada, lavar com muita água e deitar fora diluindo com muita água corrente.

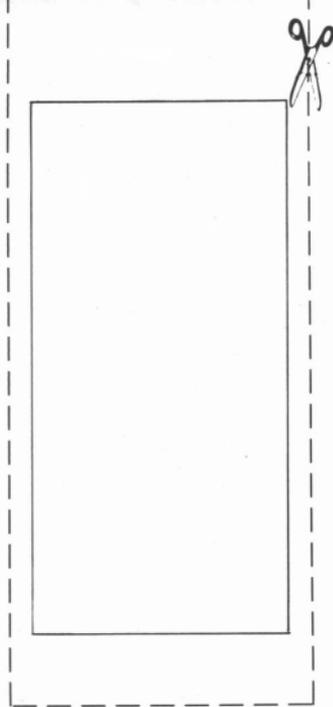
**NÃO ATRASE
O PAGAMENTO
DA SUA QUOTA À S.P.Q.!**

**ENVIE HOJE MESMO
O SEU ENVELOPE
COM O SEU CHEQUE!**

AVENÇA

REMETE:

SECRETARIADO DA SOCIEDADE
PORTUGUESA DE QUÍMICA
AV. DA REPÚBLICA, 37-4.º
1000 LISBOA — PORTUGAL



Roletim (n.º avulso) — PORTUGAL FSC 100

ESPAÑA PES 200

U. K. £ 1.20

OUTROS PAÍSES IUSA\$3

SOCIEDADE PORTUGUESA DE QUÍMICA
CARTÃO DE SÓCIO PARA

1981

Assinatura de sócio