

J. PINTO PEIXOTO \* F. R. DIAS AGUDO \* J. TIAGO DE OLIVEIRA \* J. CAMPOS FERREIRA  
MARGARITA RAMALHO \* A. RIBEIRO GOMES \* ARMANDO POLICARPO \* F. DUARTE SANTOS  
J. GOMES FERREIRA \* L. A. MENDES VICTOR \* MANUEL LARANJEIRA \* M. GOMES GUERREIRO  
J. CÂNDIDO DE OLIVEIRA \* ROBALO CORDEIRO \* J. CELESTINO DA COSTA \* A. CASTRO CALDAS  
BARAHONA FERNANDES \* ARANTES E OLIVEIRA \* A. F. CARVALHO QUINTELA \* A. BARBOSA  
DE ABREU \* GOUVÊA PORTELA \* L. BRAGA CAMPOS \* J. J. DELGADO DOMINGOS \* A. F.  
OLIVEIRA FALCÃO \* DOMINGOS MOURA \* H. CAMPOS NETO \* A. LARCHER BRINCA \* J. F.  
QUINTINO ROGADO \* M. AMARAL FORTES \* M. BAPTISTA BRAZ \* M. PEREIRA COUTINHO  
FERNANDO ESTÁCIO \* P. O. PEREIRA SANTOS \* A. A. MONTEIRO ALVES \* BRITALDO RODRI-  
GUES \* L. AIRES DE BARROS \* MATOS ALVES \* M. PORTUGAL FERREIRA \* ANTÓNIO RIBEIRO  
FRANCISCO GONÇALVES \* TELLES ANTUNES \* LUÍS ARCHER \* J. MONTEZUMA DE CARVALHO  
J. FIRMINO MESQUITA \* ABÍLIO FERNANDES \* J. MALATO-BELIZ \* ARSÉNIO PATO DE  
CARVALHO \* A. XAVIER DA CUNHA \* ALLEN DEBUS \* J. SIMÕES REDINHA \* SEBASTIÃO  
J. FORMOSINHO \* A. M. A. ROCHA GONSALVES \* L. ALMEIDA ALVES \* OLIVEIRA CABRAL  
FRAÚSTO DA SILVA \* JOSÉ V. PINA MARTINS \* AMÉRICO COSTA RAMALHO \* FERNANDO  
REBELO \* C. ALBERTO MEDEIROS \* ILÍDIO DO AMARAL \* MANUEL GARRIDO ARAÚJO  
MANUEL VIEGAS GUERREIRO \* A. SIMÕES LOPES \* A. SOUSA FRANCO \* ONÉSIMO T. ALMEIDA  
JUSTINO MENDES DE ALMEIDA \* FRANCISCO GAMA CAEIRO \* RÓMULO DE CARVALHO

---

# HISTÓRIA E DESENVOLVIMENTO DA CIÊNCIA EM PORTUGAL NO SÉC. XX

II VOLUME



---

PUBLICAÇÕES DO II CENTENÁRIO DA ACADEMIA DAS CIÊNCIAS DE LISBOA  
LISBOA • 1992

## HISTÓRIA DA CIÊNCIA DOS MATERIAIS EM PORTUGAL

M. AMARAL FORTES \*

### Summary

The main facts of the History of Materials Science and Engineering in Portugal are briefly reviewed, with emphasis on the initial research activity in the sixties and on subsequent developments. Reference is also made to the University teaching of Metallurgy and Materials Science and to other activities and initiatives relevant to the development of this area of Engineering.

### Introdução

Tanto quanto sei, é esta a primeira vez que se escreve uma História da Ciência dos Materiais em Portugal. Não vou ao ponto de dizer que houvesse uma grave lacuna por preencher e penso mesmo que é ainda cedo para escrever essa História. A Ciência dos Materiais é uma área científica muito recente: data do final da década de 60, embora tenha antecedentes bem claros na Metalurgia e na Física do Estado Sólido dos anos 30 a 60.

Desde o seu aparecimento, a Ciência dos Materiais tem sofrido uma expansão enorme e contribuído decisivamente para os avanços tecnológicos verificados nos últimos 20 anos. Numerosos físicos, químicos e engenheiros transformaram-se em cientistas de materiais, ao mesmo tempo que se foram formando especialistas de raiz com o aparecimento de licenciaturas em metalurgia e, depois, em materiais. Por isso, uma História das ideias e das grandes descobertas em Ciências dos Materiais

\* Instituto Superior Técnico.

não é fácil de fazer, sobretudo se procurar ser, como deveria, uma história das interações e influências, muitas delas vindos do sector tecnológico, que conduziram a essas ideias e descobertas. Não tentarei fazer esse complicado exercício para o caso de Portugal. Limitar-me-ei a enumerar factos e nomes, de pessoas e instituições, que foram relevantes para a evolução da Ciência dos Materiais em Portugal, bem como as áreas em que temos feito investigação científica em materiais. A investigação científica será aqui associada às palavras inovação, criatividade, novidade e também a artigos científicos e patentes. Farei ainda referência ao ensino universitário na área dos Materiais. Usarei a designação Ciência dos Materiais num sentido lato, englobando ciência fundamental e ciência aplicada, isto é, engenharia. A Engenharia (ou Tecnologia) dos Materiais é entendida portanto como a área da Ciência dos Materiais mais próxima da produção de materiais e com materiais, e das aplicações dos materiais para fins específicos.

Para situar e compreender melhor a História dos Materiais em Portugal farei primeiro uma rápida referência aos principais aspectos da evolução da Ciência dos Materiais.

#### Da Metalurgia à Ciência dos Materiais

No princípio era a Metalurgia e pouco mais do que a Metalurgia. Só os metais pesavam o suficiente e tinham o brilho suficiente para que a Ciência se preocupasse com eles, ao ponto de constituir uma disciplina autónoma. Os materiais cerâmicos não tinham a importância dos metais, e não atraíram tanto os cientistas. Mas o seu estudo científico iniciou-se simultaneamente com o dos metais, no princípio do século XX. É nesta altura que começam a publicar-se, nalguns países da Europa e nos EUA, as primeiras revistas científicas sobre metais e, em menor número, sobre cerâmicos.

A Ciência dos Materiais começou, pois, por ser uma Ciência dos Metais e, em menor grau, dos Cerâmicos. A preponderância dos metais relativamente aos outros materiais resultou sobretudo da sua grande importância económica e estratégica. Por outro lado, o facto de ser aliciente o seu estudo científico — estruturas simples e propriedades complexas e extremas — atraiu muitos físicos e químicos e deu origem à Metalurgia. Esta englobava três áreas principais: a Metalurgia Extractiva (muito ligada às Engenharias de Minas e Química), a Metalurgia

Física e a Metalurgia Mecânica, o que mostra já claramente o carácter multidisciplinar que se perpetuará na Ciência dos Materiais.

A Metalurgia Extractiva é o ramo mais antigo, pré-histórico, da Metalurgia e até aos anos 30 e 40 foi claramente dominante. A extracção do ferro, a produção e elaboração do aço, e a metalurgia dos metais não ferrosos ocuparam, até essa altura, um razoável espaço de investigação nas universidades, intervindo nela sobretudo químicos e engenheiros de minas.

O microscópio metalográfico, inventado em 1864 por Sorby, teve, nesse período, um papel de grande relevo, permitindo observar os vários cristais (grãos), por vezes de fases diferentes, que formam um metal ou liga metálica\*. O modo como se encontram distribuídas os grãos das várias fases designa-se por microestrutura e o seu estudo ocupava um bom número de metalurgistas. A microestrutura é alterada por tratamento térmico, com repercussão nas propriedades macroscópicas, designadamente as mecânicas. Os efeitos dos tratamentos térmicos têm, por isso, um interesse prático enorme e houve muita investigação aplicada e fundamental nesta área. As propriedades mecânicas dos metais, designadamente a sua plasticidade, permaneceram obscuras até à descoberta das deslocamentos nos metais, que ocorreu nos anos 30. Entretanto, iniciaram-se estudos sobre a deformação plástica de monocristais, cuja preparação em laboratório era já possível.

Simultaneamente com a Metalurgia desenvolveu-se a Física do Estado Sólido, como Física dos Sólidos Cristalinos, incluindo os metais. Esta disciplina tentou unificar o estudo da estrutura e propriedades (sobretudo térmicas, eléctricas, magnéticas e ópticas) dos sólidos cristalinos e teve, como é óbvio, relações estreitas com a Metalurgia Física. Foi na Física do Estado Sólido que, pela primeira vez, se conseguiu unificar o conhecimento sobre materiais tão diversos como os metais, os cristais iónicos e os cristais covalentes. A Física de Estado Sólido preocupou-se também com o estudo dos defeitos cristalinos mas deixou de lado o estado não-cristalino. Os maiores êxitos da Física do Estado Sólido tiveram a ver com a teoria electrónica (quântica) dos cristais, nomeadamente dos metais, semicondutores e isolantes, que se desenvolveu nos anos 30. O transistor é inventado em 1948. Com o advento, nos anos 60 e 70, da Ciência dos Materiais, a Física do Estado Sólido

\* A natureza cristalina dos metais e o facto de que cada grão é um cristal, só foram revelados nos anos 20, após a descoberta dos raios-X.

alargou-se aos sólidos amorfos (vidros, polímeros e até metais amorfos) e a designação Física da Matéria Condensada começou a ser preferida. Esta é, verdadeiramente, uma Física dos Materiais e, como tal, deve ser incluída na Ciência dos Materiais.

Os anos 60 foram de consagração da Metalurgia, mas, curiosamente, também do seu desaparecimento para dar lugar à Ciência dos Materiais. Na década de 60, havia Departamentos de Metalurgia em numerosas universidades dos países cientificamente mais avançados. Os Departamentos de Cerâmica eram raros e não tinham nunca a dimensão dos de Metalurgia. A microscopia electrónica de transmissão começou a ter emprego generalizado no estudo dos metais e ligas e sofreu aperfeiçoamentos importantes, ao mesmo tempo que surgiam as teorias sobre a formação das imagens. Foi nesta década também que se inventou o microscópio de campo iónico, capaz de resolução atómica. Houve ainda enormes avanços na compreensão das propriedades mecânicas dos metais e fez-se muito trabalho fundamental sobre a deformação plástica de monocristais metálicos. Um dos assuntos em moda, por causa do advento da energia nuclear, era o dos danos produzidos nos metais e noutros materiais pelos neutrões e iões de alta energia. A investigação destes problemas permitiu grandes avanços na compreensão das propriedades de defeitos cristalinos e do importantíssimo fenómeno da difusão no estado sólido. Também o estudo de materiais muito resistentes, frequentemente sob a forma de fibras ou cristais capilares, atraiu muitos investigadores e foi precursor dos materiais compósitos que posteriormente se desenvolveram. Por fim, foi nessa década que se fizeram as primeiras experiências de solidificação rápida, as quais conduziram à descoberta das ligas metálica amorfas, o que constituiu, de certo modo, um abalo na ideia da «normalidade» do estado cristalino.

Ora é precisamente neste período de grande euforia metalurgista que começa a notar-se, nesses centros e departamentos, um interesse crescente por materiais não metálicos, sobretudo pelos cerâmicos e, em grau, pelos polímeros, tradicionalmente do foro da Química e Engenharia Química. As técnicas experimentais e os métodos de investigação desenvolvidos para os metais são utilizados com êxito no estudo de outros materiais, tornando-se evidente a unidade da Ciência dos Materiais. Não obstante a sua enorme diversidade, a estratégia de investigação dos materiais é sempre a mesma: conhecimento da estrutura, medida das propriedades e explicação destas em termos da estrutura; e, por outro lado, alteração da estrutura e propriedades por meio de tratamentos

e processos de fabrico diversos. Os próprios processos de fabrico dos diferentes materiais e de produtos finais são bastante semelhantes, permitindo de novo uma certa unificação.

A progressiva abertura aos cerâmicos e vidros e, mais tarde, aos polímeros, levou a maioria dos Departamentos de Metalurgia a transformarem-se, no final dos anos 60, em Departamentos de Ciências dos Materiais (ou Engenharia dos Materiais). É nessa altura que começa a haver interesse pelos materiais compósitos que constituem a quarta categoria da habitual classificação dos materiais, além dos metais, dos cerâmicos e vidros, e dos polímeros.

Nos anos 70 assiste-se à consolidação da Ciência dos Materiais e são criadas em todo o mundo licenciaturas nesta área, frequentemente por reconversão de anteriores licenciaturas em Metalurgia. A importância económica dos materiais cresce e a sua diversificação em inúmeras utilizações aumenta espectacularmente. Os materiais compósitos abrem grandes possibilidades e começa a compreender-se que serão os materiais do futuro. Futuro que, de resto, aparece muito depressa. É no final da década de 70 que começa a falar-se de «novos materiais», designação que abarca não só uma variedade de materiais compósitos, à base de polímeros, cerâmicos e metais, como também novos materiais cerâmicos, novos polímeros e novos materiais semicondutores (nestes, é mais a novidade dos métodos de produção do que propriamente a novidade dos materiais). Os novos materiais têm ainda (e possivelmente continuarão a ter) uma produção relativamente pequena comparada com a dos materiais clássicos, e destinam-se a aplicações especiais: são materiais de alta tecnologia. Entretanto, grandes avanços ocorreram também no domínio dos materiais estruturais clássicos, em consequência, sobretudo, da necessidade de materiais cada vez mais leves e mais resistentes, nomeadamente a altas temperaturas. Estes avanços verificam-se quer na concepção desses materiais, quer no modo como são fabricados.

A explosão dos novos materiais e o seu elevado valor estratégico têm provocado políticas governamentais de fomento da investigação nesse domínio. Acontece que é precisamente neste sector e não no dos materiais de grande consumo que a Europa se encontra em nítido atraso relativamente aos EUA e ao Japão. Por isso, os programas comunitários (CEE) têm privilegiado esta área de investigação e desenvolvimento e os diversos países europeus, incluindo Portugal, têm lançado programas de dinamização da Ciência dos Materiais.

É portanto neste cenário agitado e próspero da Ciência dos Materiais, que acabei de descrever em linhas gerais, que se desenrolam os acontecimentos em Portugal, como a seguir se verá.

### O Ensino da Metalurgia e dos Materiais em Portugal

Em Portugal, como nos outros países, foi a Metalurgia que apareceu primeiro nas Universidades. Na década de 30 havia disciplinas de Metalurgia I e Metalurgia II, totalmente viradas para a Metalurgia Extractiva, integradas nas licenciaturas em Engenharia de Minas e Engenharia Químico-Industrial, quer no Instituto Superior Técnico (IST), em Lisboa, quer na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP).

No IST, os primeiros professores foram, sucessivamente, Aboim Inglês e António Marques da Paixão. Este último é substituído em 1948-49 por Agostinho Bargone, um professor italiano da Universidade de Pádua, que foi convidado para assegurar e melhorar o ensino da Metalurgia.

A reforma curricular de 1955 alargou o ensino da Metalurgia e criou, pela primeira vez, uma cadeira em que se estudava a estrutura e propriedades dos metais: a Metalurgia Geral e Metalografia. Além desta foram ainda criadas disciplinas de Siderurgia e de Metais não Ferrosos (optativa). Enquanto a Metalurgia Geral era leccionada aos alunos de Minas, Química e Mecânica do IST e FEUP, as duas últimas eram exclusivamente para Minas e Química. Os principais docentes nesta época foram: em Lisboa, Henrique Estácio Marques e, no Porto, Adriano Rodrigues e Costa Ferreira.

A disciplina de Metalurgia Geral e Metalografia, pesem embora as deficiências no ensino experimental, que era inexistente, foi bastante do agrado dos futuros engenheiros químicos, que nas outras disciplinas do curso só ouviam falar de líquidos e gases. Terá sido Estácio Marques quem falou pela primeira vez em Portugal de deslocações, a que chamava deslocamentos.

Na década de 60, a situação do ensino não sofreu alterações, a não ser quanto às pessoas que leccionaram. No Porto, estreia-se Horácio Maia e Costa (1960) e José Antunes Simões Cortez. Em Lisboa, Estácio Marques convida para assistentes Ricardo Bayão Horta (1960) e António de Pádua Loureiro (1961), para citar apenas aqueles que continuaram ligados ao ensino dos materiais.

Em meados da década de 60, intensificou-se o ensino da Metalurgia para os futuros engenheiros químicos do IST, com o aproveitamento da cadeira de «Laboratórios» para aulas práticas de Metalografia, possíveis graças à aquisição, em 1963, de microscópios metalográficos e de equipamento para preparação de amostras.

A reforma dos cursos de Engenharia em 1970, no ministério de Veiga Simão, foi decisiva para a evolução da Metalurgia em Portugal. Foi criada uma licenciatura em Engenharia Metalúrgica (Decreto-Lei n.º 540/70 de 10 de Novembro), que começou a funcionar no ano lectivo de 1970-71\*. Simultaneamente, as disciplinas de Metalurgia nas outras licenciaturas em Engenharia sofreram uma redução. Terá sido, segundo consta, a vontade da Engenharia Química de reduzir o tempo dedicado à Metalurgia que constituiu a gota de água que levou à criação da Engenharia Metalúrgica. Já havia, de resto, por parte de muita gente ligada ao sector metalúrgico das empresas (a Siderurgia Nacional tinha sido criada em 1956 e entrou em laboração em 1961), alguma pressão no sentido de se criar a licenciatura. Não consegui apurar quem elaborou o plano de estudos das licenciaturas criadas em Lisboa e no Porto, que de resto não foram iguais. No Porto, havia um maior número de disciplinas de Metalurgia Extractiva. O currículo escolar da licenciatura no IST foi polarizado para a Metalurgia Física. O elenco de disciplinas, sobretudo nos primeiros anos, era ainda muito «químico», mesmo no IST, e esta característica terá pesado bastante na pequena procura que houve por parte dos alunos. O número de alunos na 1.ª licenciatura foi de 3 no IST e 10 na FEUP. No IST, fez-se no ano seguinte alguma propaganda da licenciatura, nas aulas dos alunos de Química, o que teve como resultado o aumento para 12 do número de alunos inscritos no terceiro ano de funcionamento da Engenharia Metalúrgica. O número médio de Engenheiros Metalúrgicos que se formaram por ano, entre 1974 e 1984, terá sido de 8 em cada uma das duas Universidades.

Em 1984, a licenciatura em Engenharia Metalúrgica no IST deu lugar à de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, reflectindo a importância crescente dos materiais não metálicos. O Porto permaneceu fiel aos metais, mas, em sucessivas reformas, tem vindo a diminuir o peso da Metalurgia Extractiva em favor da Metalurgia Física e Mecânica.

\* Como só no 3.º ano havia diferença relativamente ao curso de Engenharia Química, a Engenharia Metalúrgica do IST arrancou, de facto, em 1972/73.

No IST, o ensino dos cerâmicos começou a fazer-se, ainda antes de 1984, em cadeiras cujos nomes nada tinham a ver com estes materiais. Não obstante a mudança de designação, a licenciatura do IST manteve ainda um grande peso da metalurgia, havendo uma disciplina semestral para cada uma das outras grandes classes de materiais (polímeros, cerâmicos e vidros, e compósitos).

Uma evolução semelhante à que acabei de descrever para o ensino da Metalurgia no IST e na FEUP verificou-se na Universidade de Luanda, mas não na de Lourenço Marques (Maputo). Havia nestas universidades as mesmas três disciplinas de Metalurgia, na licenciatura em Engenharia Química. A licenciatura em Engenharia Metalúrgica arrancou em Luanda, tendo-se formado um aluno em 1974\*. Um decreto-lei de 1970 criou a mesma licenciatura em Lourenço Marques, onde não chegou a funcionar. O plano de estudos destas licenciaturas em África era idêntico ao do IST. Os laboratórios de ensino eram talvez mais bem equipados do que os de Portugal. Em Luanda, por exemplo, havia um dilatómetro, um bom microscópio metalográfico e mais três microscópicos de pequena envergadura, além de equipamento de peletização e sinterização, incluindo muflas e fornos. Ao ensino em Luanda estiveram ligados Maia e Costa e Maria Teresa Nogueira, além de outros, num total de sete; e em Lourenço Marques, A. O. Sampaio, Manuel Amaral Fortes e J. D. Pedroso Botas, num total de três. A maior parte destas pessoas regressou a Portugal entre 1972 e 1975 e muitos foram para as novas universidades que haviam sido criadas em 1973.

Na nova Universidade de Aveiro, é criada em 1976 uma licenciatura em Engenharia Cerâmica e do Vidro, por iniciativa de João Lopes Batista. Esta licenciatura manteve o seu âmbito até hoje e tem sofrido pequenas alterações curriculares. Já formou 56 engenheiros, especialistas em Cerâmica e Vidro.

Em 1981, iniciou-se na Universidade Nova de Lisboa (UNL) uma licenciatura em Engenharia Física e de Materiais, com ramos de Engenharia Física e de Engenharia de Materiais. Antes disso, tinham sido realizados na UNL diversos cursos anuais em vários sectores da Metalurgia e Materiais, incluindo um curso de Engenharia de Soldadura (1978/79) e quatro cursos de especialização em Ciência dos Materiais (entre 1977 e 1981). Em 1989, a licenciatura continua a ter a mesma

\* Foi Mário da Silva Marques, que terá sido o primeiro Engenheiro Metalúrgico português.

designação, mas há maior diversificação de cadeiras nos dois ramos referidos. Foi recentemente decidida a separação das duas licenciaturas.

Na Universidade do Minho, tem funcionado desde 1977 uma licenciatura em Engenharia Têxtil e uma outra de Transformação de Materiais Plásticos, mas mais viradas para a produção do que para a Ciência dos Materiais. Esta última deu lugar, em 1989, a uma licenciatura em Engenharia de Polímeros.

Além das licenciaturas na área específica da Metalurgia e Materiais, há ensino de Ciência dos Materiais em muitas licenciaturas de Engenharia e de Física.

O grau de mestre foi introduzido nas universidades portuguesas em 1980. Os primeiros cursos de mestrado na área dos Materiais foram lançados pela Faculdade de Ciências de Lisboa e pela Faculdade de Ciências do Porto, em 1983/84, por iniciativa dos respectivos Departamentos de Física. Ambos já funcionaram 3 vezes, tendo cada um formado uma dezenas de mestres. São mestrados mais na área da Física da Matéria Condensada, embora tenham no título a palavra «materiais». Também no curso de Mestrado em Física das 3 Universidades de Lisboa («Clássica», Técnica e Nova) há uma especialização em Física do Estado Sólido, que formou 3 mestres desde o seu arranque em 1985/86.

Em 1989, iniciou-se um curso de mestrado em Engenharia de Materiais, com a participação de 5 universidades: a Técnica e a Nova de Lisboa, a FEUP e as de Aveiro e Minho. O primeiro curso teve 30 alunos, e as aulas são dadas nas diversas cidades onde funcionam as universidades.

A moda dos Materiais originou, na década de 1980, uma profusão de cursos curtos, muitos deles com inscrições caras, organizados por vários grupos de ensino e de investigação. Os Engenheiros Mecânicos têm sido particularmente pródigos na organização destes cursos, que, de uma maneira geral, têm constituído excelente meio de divulgação e fomento de «cultura» no domínio dos materiais.

#### A Investigação em Metalurgia e Materiais em Portugal

##### LFEN E LNETI

Pode dizer-se que a investigação na área de Materiais se iniciou em Portugal com a criação do Serviço de Química e Metalurgia, no Laboratório de Física e Engenharia Nucleares (LFEN) em Sacavém, labora-

tório esse que pertencia à Junta de Energia Nuclear (JEN). Esta Junta foi criada em 1955. O LFEN foi inaugurado em 1956 e com ele as instalações, já apetrechadas, do Serviço de Química e Metalurgia. A ideia de criar este Serviço terá sido defendida pelo próprio Presidente da JEN, J. F. Ulrich, e por Herculano de Carvalho, professor do IST e figura da grande prestígio. A energia nuclear estava então em primeiro plano e a importância da metalurgia para os reactores nucleares era universalmente reconhecida. Acresce que o urânio português era uma esperança sebastiânica e a ideia de dominar a sua tecnologia terá pesado na largueza com que o LFEN foi equipado. Foi adquirida e montada uma instalação piloto para a produção de urânio a partir dos nossos minérios, a qual produziu urânio metálico pela primeira vez em 1961.

As pessoas responsáveis pelo Serviço de Química e Metalurgia, isto é, pelas instalações, equipamento, actividades e formação de pessoal, foram Fernando Marques Videira e A. Oliveira Sampaio, que não hesito em considerar como os primeiros investigadores portugueses em Materiais. De facto, antes deles, o único nome que se poderia apontar é o de Vieira Natividade (1899-1968), cujo excelente trabalho sobre a estrutura e defeitos na cortiça é, até hoje, obrigatoriamente consultado por quem trabalha ou se interessa pela cortiça. A abordagem de Natividade, não era, porém, típica da Ciência dos Materiais, visto que a repercussão da estrutura nas propriedades não era sua preocupação explícita.

Oliveira Sampaio tinha obtido, em 1956, um doutoramento em diagramas de fases de ligas metálicas complexas, no Instituto Max Planck de Stuttgart e foi sobre diagramas de fases de ligas de urânio que se iniciou a investigação no LFEN. Marques Videira tinha-se especializado em Metalurgia com estágios em Inglaterra, primeiro no National Physics Laboratory e depois no Departamento de Metalurgia em Sheffield (1955 e 1956); possuía, além de muitas outras qualidades, a de comunicar um entusiasmo enorme pela investigação e pela metalurgia. Os dois conseguiram equipamento que, mesmo em termos actuais, se pode considerar de luxo\*: raios-X, microscópios metalográficos, dilatómetros, fornos de arco e de indução, fornos para tratamentos térmicos e algum equipamento de medida de propriedades mecânicas. Foi possível, efectivamente, de um dia para o outro, começar a fazer investigação em Portugal.

\* O custo total deste equipamento e da instalação de produção de urânio foi próximo de 400.000 contos actuais.

Não menos importante foi a política, de que foi principal impulsor Fernando Videira, de enviar recém-licenciados para doutoramento no estrangeiro, após uma curta passagem pelo LFEN. O primeiro a ir foi José Domingues (Londres, 1962), depois Henrique Carvalhinhos (Sheffield, 1963) e depois Amaral Fortes (Cambridge, 1965). A estes seguiram-se mais uns quantos, entre eles Eduardo Santa Marta (Stuttgart, 1968).

Entretanto, em Sacavém, Oliveira Sampaio, em colaboração com Maria de Lurdes Pinto, continuava a trabalhar em diagramas de fases de ligas de urânio e ligas de berílio, apoiado por excelente pessoal técnico: Lia Soares, António Moreira e Franklin Cardoso.

O regresso dos doutorados no estrangeiro teve início em 1965. Henrique Carvalhinhos impulsionou o estudo das propriedades mecânicas e orientou o primeiro doutoramento em Portugal em Ciências dos Materiais. Foi o doutoramento de A. Pádua Loureiro sobre «Deformação Plástica do Urânio- $\alpha$ ». As provas realizaram-se em Junho de 1972, sendo o júri constituído por Henrique Carvalhinhos, Estácio Marques, Costa André Júnior e Alberto Cerveira e presidido pelo reitor da Universidade Técnica de Lisboa, António Maria Godinho. Nas experiências foi utilizado urânio produzido no próprio LFEN (Marques Videira, Ramalho Carlos, Barbosa Romero). Os ensaios mecânicos foram realizados numa máquina de ensaios Instron adquirida em 1968.

Nos anos 70, a investigação do LFEN foi bastante influenciada pelos «técnicos» recém-doutorados\*. Além das propriedades mecânicas, particularmente a relaxação de tensões (H. Carvalhinhos e Amaral Fortes), houve investigação em metalurgia dos pós (Santa Marta e C. Pacheco da Silva), em limites de grão (Amaral Fortes) e em oxidação a altas temperaturas (M. Manuela Oliveira). O interesse pelos cerâmicos avançados (especialmente o carboneto de tungsténio, que começou a ser produzido em Portugal na década de 1950) surgiu também nessa altura, sobretudo com C. Pacheco da Silva. Entretanto prosseguiu alguma investigação sobre diagramas de fases.

No LFEN publicaram-se relatórios internos, para português ler, e muito pouco em revistas internacionais. No entanto fazia-se bom tra-

\* Não sei por que razão os investigadores do LFEN não eram cientistas nem investigadores (esta última palavra não era, de resto, usada na época); eram técnicos. Havia pois técnicos portugueses, cientistas europeus, e sábios, geralmente soviéticos ou americanos. É difícil entender esta terminologia, mas ela terá tido o seu peso na evolução da investigação científica em Portugal.

balho experimental e o equipamento era excelente. O Serviço de Química e Metalurgia, inicialmente criado, separou-se nos anos 70 em Serviço de Química e Serviço de Metalurgia. Este último foi englobado, a partir de 1979, no LNETI - Laboratório Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial, tendo posteriormente transitado para novas e magníficas instalações no Lumiar, oficialmente inauguradas em Maio de 1985. Também para aí passaram as pessoas e os laboratórios do INII (ver adiante), nomeadamente um pequeno grupo, chefiado por Editha Mathes, especializado em areias para fundição e um outro especializado em corrosão. O Serviço de Metalurgia e Metalomecânica (designação inicial) do LNETI transformou-se em Departamento de Tecnologia de Materiais em 1987 e manteve sensivelmente as mesmas linhas de investigação, com expansão da tecnologia dos pós aplicada a metais e a cerâmicos. O LNETI tem evoluído, pois, no sentido de incrementar a área de cerâmicos avançados, equilibrando-a com as áreas mais metalúrgicas e tradicionais.

O LNETI domina várias técnicas avançadas de preparação de novos materiais, mas não tem tido a preocupação de publicar resultados. Por outro lado, um mal nacional particularmente sentido no LNETI, por causa da sua «vocação» industrial, tem a ver com o reduzido impacto tecnológico da investigação que lá se faz, o que deve ser atribuído à enorme distância entre as tecnologias desenvolvidas e as que praticam (ou têm potencialidade para praticar) as empresas portuguesas.

No LNETI, mas agora no Laboratório de Sacavém (antigo LFEN), surgiram entretanto, no princípio da década de 1980, grupos de investigação em Física da Matéria Condensada. Um deles (M. Fernandes Silva) aplica técnicas nucleares ao estudo das superfícies dos sólidos; o outro (Manuel Leite Almeida) estuda fenómenos de transporte em sólidos unidireccionais e, a partir da sua descoberta em 1986, os semicondutores de alta temperatura crítica. A criação deste último grupo esteve ligado Luís Alcácer, actualmente no IST.

### Universidades

Até à criação do Serviço de Química e Metalurgia do LFEN, pode dizer-se que não havia investigação científica em Portugal na área dos Materiais. As universidades limitavam-se a ensinar, sem mostrar nada, isto é, o ensino experimental era praticamente nulo. Durante muitos anos após a criação do LFEN (em 1956), a investigação continuou a não entrar nas universidades.

Foi a criação de licenciaturas em Engenharia Metalúrgica, em 1970, que marcou o início da investigação nas Universidades. De facto, as licenciaturas levaram ao aparecimento de Secções e Departamentos de Metalurgia, o que quer dizer que só então passou a haver nas Universidades a dimensão mínima necessária à investigação. Para provar que não estou a exagerar, faço notar que o primeiro doutoramento que houve em Portugal, em Materiais, depois do de Pádua Loureiro em 1972 (que foi feito, recorde-se, no LFEN) ocorreu já na década de 1980.

Os anos 70 são anos de tomada de consciência da necessidade de investigação científica em Portugal e de criação de condições mínimas para efectuar essa investigação. Os Departamentos e Secções relacionados com Materiais que foram aparecendo nas universidades (sobretudo em Aveiro, Lisboa, Porto, mas também em Coimbra e no Minho) são a característica mais importante desse período.

A Faculdade de Ciências do Porto e, em menor grau, a de Lisboa, começaram também a interessar-se pelo estado sólido e pelos materiais. Vários núcleos de investigação em materiais surgem igualmente na área da Engenharia Mecânica e Química; a Engenharia Civil continua a ser um sector «tradicionalmente interessado» nos materiais.

Neste período, doutoraram-se no estrangeiro (sobretudo em Inglaterra e em França, mas também nos EUA e na Alemanha Federal), mais alguns docentes universitários. Estes doutoramentos não obedeceram a qualquer plano pré-estabelecido e não houve preocupação de cobrir este ou aquele sector dos materiais. A única escola superior que terá seguido um «plano» foi a Universidade de Aveiro, mas, mesmo aí, o denominador comum foi muito vasto — os cerâmicos. A lógica desta estratégia (ou a falta dela), era, ao que suponho, a seguinte: havendo tantas brechas para colmatar, isto é, tantas áreas da Ciência dos Materiais em que não existiam especialistas portugueses, e não havendo sectores industriais carentes desta ou daquela especialidade, o mais simples era ir para um sítio onde já se conhecesse alguém ou onde alguém (português) conhecesse alguém, ou onde houvesse alguém muito bom.

A partir de 1975, começam a aparecer os centros de investigação do INIC na área da Ciência dos Materiais e Física da Matéria Condensada. O primeiro é o Centro de Física da Universidade do Porto (1975), que engloba um grupo de investigadores em Física do Estado Sólido, constituído por João Bessa e Sousa, Machado da Silva, Ferreira da Silva e Renata Alves, todos eles doutorados no estrangeiro entre 1966 e 1969.

O grupo nasceu por iniciativa de Moreira Araújo, que teve assim um papel idêntico ao de Marques Videira na Metalurgia. No entanto, houve na iniciativa de Moreira Araújo uma maior homogeneidade nas áreas de investigação seleccionadas, que permitiu constituir um grupo capaz de colaboração activa e produtiva.

Em 1975, foram criados mais dois centros do INIC na área dos Materiais e Física da Matéria Condensada: o Centro de Mecânica e Materiais da UTL (conhecido por CEMUL), que englobou duas linhas de investigação (de entre 6) em Materiais, e o Centro de Física da Matéria Condensada das Universidades de Lisboa, ligado à Faculdade de Ciências, mas que se instalou sobretudo no ex-Centro de Física e Matemática (actual Complexo II do INIC). As verbas de que dispunham estes Centros eram reduzidas, mas, pela primeira vez na Universidade, eram verbas destinadas à investigação, o que reflectia uma viragem no rumo.

Mais tarde, em 1980, surge o Centro de Cerâmica e Vidro da Universidade de Aveiro, que se pôde identificar com o Departamento do mesmo nome, criado em 1975. A semelhança do grupo de Física do Estado Sólido do Porto, este centro nasceu e tem-se mantido com enorme coesão, liderado por João Lopes Batista. Aí fazem investigação cerca de 10 doutores e outros tantos licenciados. Mais ou menos na mesma altura foi criado o Centro de Metalurgia da Universidade do Porto.

A variedade de temas de investigação que arrancaram entre 1974 e 1980 nos Centros do INIC não permite enumerá-los a todos. Referirei apenas alguns. A Mecânica da Fractura começa a ter muitos adeptos em Portugal, sobretudo entre os Engenheiros Mecânicos, e terá sido sobretudo por esta via que os Mecânicos se aproximaram dos Materiais. Carlos Moura Branco e Luciano Faria foram os impulsionadores desta área. Os cristais líquidos tornaram-se um tema de investigação a sério, com o grupo criado por Farinha Martins no Centro de Física da Matéria Condensada. O grupo da Faculdade de Ciências do Porto produz excelente trabalho em propriedades de transporte e física das baixas temperaturas. No IST, Amaral Fortes publica vários artigos sobre a teoria das redes de coincidência e sobre deformação plástica.

A partir de 1980 a investigação intensificou-se e diversificou-se, embora não tenham aparecido mais centros do INIC ou mais Departamentos para além daqueles que já mencionei. Houve dois acontecimentos importantes que contribuíram para esta expansão. Um deles foi a realização, em 1986, das Jornadas da JNICT que precederam o Pro-

grama Dinamizador de Materiais\*. A importância destas Jornadas e do Programa foram ampliadas pelas verbas relativamente elevadas postas a concurso para investigação e infraestruturas. O outro acontecimento importante foi a entrada de Portugal na CEE em 1986, que abriu a possibilidade aos investigadores portugueses de concorrer aos programas europeus.

A verdade é que, desde 1986 e até final de 1988, se viveu um período de euforia na comunidade científica portuguesa, que deu frutos de vários paladares. Por um lado, verificou-se um incremento da investigação e puderam ser adquiridos equipamentos que faziam efectivamente falta a essa investigação. E mais: houve um processo de selecção das propostas de projecto nunca visto em Portugal e que pode considerar-se exemplar, com envio das propostas a peritos e avaliação final por um painel de especialistas, após apresentação e discussão pública dos projectos. A esta época fica ligado o nome do então Presidente da JNICT, José Mariano Gago.

O outro sabor, mais amargo, resultou de não se ter conseguido ou querido resistir à torrente aleatória das propostas que foram submetidas, muito embora se tivesse imposto um certo dirigismo, elegendo áreas prioritárias. De certo modo, alimentou-se a dispersão e a pulverização de esforços.

A participação portuguesa em projectos da CEE na área dos materiais tem sido concretizada nos programas comunitários Euram, Brite e num outro, menos conhecido, sobre Matérias Primas, onde está incluída a cortiça. Desde 1987 que investigadores portugueses, quer das Universidades quer do LNETI, têm participado nestes projectos. A fusão que se verificou, em 1989, entre os programas Brite e Euram terá prejudicado a posição portuguesa, já que dessa fusão resultou um cariz mais tecnológico dos projectos, favorável a países onde haja empresas que pratiquem tecnologias avançadas. Os investigadores portugueses passarão portanto a trabalhar mais para a Europa e menos para Portugal, mas isso poderá ser favorável a médio prazo.

Se, até 1980, já havia proliferação das áreas de investigação, tornando impossível enumerá-las, a situação desde 1980 complicou-se neste aspecto. Por isso referirei apenas alguns exemplos. Por volta de 1985,

\* Além do Programa Dinamizador na área dos Materiais, lançaram-se programas semelhantes em Biotecnologia, em Ciências do Mar, e em Electrónica, Robótica e Informática.

iniciou-se investigação no IST e no LNETI na área das cortiças. No Porto surgem, pela mesma altura, grupos de investigação em fundição e também em biomateriais. Em Coimbra e na UNL põe-se em funcionamento equipamento para medida de tensões residuais em sólidos. As aplicações dos lasers a tratamentos de superfície de materiais é um outro sector que arranca com notoriedade, tendo-se instalado o primeiro laser para este fim em 1987. No IST, na Universidade de Aveiro e na UNL despontam grupos de investigação em vidros e fibras ópticas. Na Universidade de Aveiro, estudam-se cerâmicos avançados, à base de carboneto de silício e nitreto de silício, e cerâmicos eléctricos. Na UNL, o silício amorfo é estudado para aplicações fotovoltaicas e o know-how adquirido é industrializado pela UNINOVA. As outras áreas que referi atrás, relativas ao período de 1974-80, mantêm-se todas elas como áreas activas.

O número de investigadores doutorados em Ciência dos Materiais é actualmente próximo de uma centena. Destes, talvez 10% tenham obtido o seu doutoramento em Portugal. Dos restantes, a maioria ou é de origem anglo-saxónica (Inglaterra, EUA) ou francesa. Há diferenças no modo de pensar e de agir entre estes três grupos, que tendem, no entanto, a esbater-se com a mistura provocada pela «internacionalização» da Europa.

#### Algumas Características da Investigação dos Materiais em Portugal

A história da Ciência de Materiais em Portugal, quer a nível de ensino quer a nível de investigação, está marcada pela eterna dicotomia entre investigação fundamental e investigação aplicada. A situação da indústria em Portugal, que é geralmente de relativa pobreza tecnológica, lança cores especiais nesta polémica universal. A Ciência dos Materiais é essencialmente ciência aplicada embora, como é óbvio, apoiada em muita e boa investigação fundamental. Mas é, sem dúvida, o seu carácter de ciência aplicada que a torna importante, sobretudo junto dos Governos e da indústria. Os investigadores portugueses são sensíveis a esta polémica. Uma pequeníssima maioria diz que faz (e faz) investigação fundamental. O resto, que é a esmagadora maioria, procura fazer investigação aplicada. Só que, muitas vezes, essa investigação não chega a ser aplicada e não é solicitada pelas empresas. De tal modo que já se inventou a designação de IANA (investigação aplicada não aplicável)

para definir alguma da investigação que se tem feito em Portugal na área dos Materiais (e noutras).

Uma outra característica curiosa da investigação em Materiais no nosso país, que penso poderá estar relacionada com o que acima escrevi sobre a dicotomia entre investigação aplicada e fundamental, é o não levar a investigação até ao fim. Isto é, em grande parte, responsável pelo pequeno rendimento em termos de publicações científicas; o que, diga-se em segredo, não afecta muito a carreira dos investigadores. Penso que este vício do inacabado resulta da «falta de ambiente» científico geral: a Ciência não é (ainda) levada a sério em Portugal.

#### Outras Instituições ligadas à Ciência dos Materiais

##### Indústria

Nas empresas, não há investigação que mereça ser referida. As empresas portuguesas recorrem, porém, cada vez mais às universidades e ao LNETI para, como costuma dizer-se — e fica quase tudo dito — resolver os seus problemas. Isto é, as empresas não pedem propriamente investigação científica e não absorvem a investigação aplicada que se faz; limitam-se a pedir pequenas coisas, geralmente com pouco interesse para a investigação científica.

##### INII

Antes do LNETI, funcionou, como laboratório de apoio à indústria, o Instituto Nacional de Investigação Industrial, criado em 1959, e que foi integrado no LNETI quando da criação deste em 1982. O INII tinha por objectivo dar apoio a diversos sectores industriais (seis no total) entre os quais destaco, por se situarem na área dos Materiais: têxteis, vestuário, curtumes, calçados e afins; madeira, papel, celulose e cortiça; metais e metalomecânica; cerâmica, vidro e abrasivos. Para atingir os seus objectivos, foram criados núcleos de investigação e assistência técnica, dentro do INII. Merece destaque o núcleo de Metalurgia, chefiado por Antera de Seabra, que englobou 5 licenciados. Era um grupo vocacionado, como convinha, para a questão do controlo de qualidade dos produtos da metalurgia. Teve um papel de relevo na divulgação de literatura metalúrgica junto das empresas. Uma iniciativa «histórica»,

que ficou a dever-se ao Núcleo de Metalurgia do INII, foi a realização, em 1962, do «I Colóquio Nacional de Metalurgia», que teve enorme êxito e terá sido a primeira reunião de metalurgistas portugueses, com 300 participantes e 50 comunicações. Desta reunião resultou a formação de uma comissão para a criação da «Associação Portuguesa de Fundição», que surgiu em 1964 e existe até hoje. Esta Associação passou a organizar regularmente congressos de Fundição, primeiro nacionais e depois ibéricos, em conjunto com a sua congénere espanhola.

#### LNEC

Outro núcleo que merece menção é o de Metalografia do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, chefiado por Antera de Seabra desde 1950, que tem realizado muito trabalho de microscopia óptica (metalografia) de aços e ferros fundidos. No LNEC existe também uma divisão de Materiais de Construção, preocupada sobretudo com questões de controlo de qualidade e divulgação de materiais de construção junto dos utilizadores.

#### Instituto de Soldadura e Qualidade

O Instituto de Soldadura e Qualidade (inicialmente Instituto de Soldadura) foi criado pela indústria metalomecânica em 1965. Luciano Faria teve um papel decisivo nesta iniciativa. A actividade do Instituto no domínio da soldadura, sobretudo em questões de execução e controlo de qualidade, tem sido acompanhada de trabalho de ID no domínio da soldadura. Mais recentemente, o Instituto tem procurado alargar a sua competência às técnicas mais avançadas de soldadura e a outras técnicas de união de materiais. O Instituto foi sucessivamente orientado por Luciano Faria, Salgado Prata, Cerqueira Lopes e Dias Miranda, e constitui um óptimo exemplo de instituição de apoio efectivo à indústria, num sector restrito. As suas acções de formação são também dignas de nota.

#### Instituto de Ciência e Tecnologia dos Materiais

Em 1983 foi criado o Instituto de Ciência e Tecnologia dos Materiais (ICTM) por iniciativa de Ricardo Bayão Horta, que havia deixado pouco antes a pasta da Indústria. O Instituto teve como sócios funda-

dores o LNETI, a Universidade Técnica de Lisboa e o IST. A sua orgânica e objectivos foram definidos por uma comissão instaladora que foi constituída em 1982. Em 1985, o ICTM lançou projectos de investigação sobre a cortiça, contratando para o efeito investigadores no LNETI (Inês Florêncio, Nunes Marques), no IST (Amaral Fortes, M. Emília Rosa) e no Instituto Superior de Agronomia (Helena Pereira).

O ICTM tem aumentado as suas áreas de actuação e integrado como sócios diversas empresas de peso na economia nacional, no sector dos Materiais. Em 1989, criou o ICTPOL (Instituto de Ciência e Tecnologia dos Polímeros), de que são sócios o próprio ICTM, o IST, a Universidade do Minho, o Centro de Física da Matéria Condensada e as empresas Quimigal, Cires, Epsi e Hoechst, destinado a efectuar investigação aplicada e fundamental na área de polímeros. O ICTPOL é dirigido por Gabriel Feio.

#### Sociedades Científicas

Em 1981 foi criada a Sociedade Portuguesa de Materiais (SPM). Inicialmente ter-se-á pensado numa Sociedade Portuguesa de Metalurgia, mas teria sido desastrosa esta opção. A ideia da SPM teve origem em reuniões da Comissão Cultural de Engenharia Metalúrgica da Ordem dos Engenheiros, a qual apareceu depois da criação, em 1970, das licenciaturas com aquela designação. A escritura notarial de constituição da SPM fez-se em Maio de 1981 e foi assinada, por parte da Sociedade, por Antera de Seabra, Maria Emília Rosa, Armindo Jorge, Pádua Loureiro e Barbedo de Magalhães. O primeiro Presidente da Sociedade foi Henrique Carvalhinhos. A SPM tem tido um crescimento lento, tendo pouco mais de 300 sócios. A sua actividade com maior importância e relevo para a investigação científica em Portugal tem sido a organização de Encontros da Sociedade Portuguesa de Materiais, que se realizam de 2 em 2 anos desde 1983. O primeiro encontro, Materiais 83, realizou-se em Lisboa e foi organizado por Amaral Fortes e Maria Emília Rosa. Os restantes realizaram-se sucessivamente no Porto, Braga e Coimbra. Neste último, o Materiais 89, foram apresentadas 90 comunicações. Além destas, os Encontros têm sido preenchidos com conferências plenárias por especialistas nacionais e estrangeiros. Os Encontros têm sido de âmbito nacional, se excluirmos os conferencistas convidados estrangeiros e ocasionais investigadores espanhóis.

A Sociedade Portuguesa de Materiais iniciou em 1989 a publicação de uma revista intitulada *Ciência e Tecnologia dos Materiais* que, em princípio, se destinará a publicar artigos de divulgação e notas científicas.

Em Outubro de 1980, foi criada a Sociedade Portuguesa de Cerâmica e Vidro, por iniciativa da Universidade de Aveiro. Esta Sociedade conta actualmente com 360 sócios, muitos dos quais são empresas do sector. Edita uma revista trimestral, da qual já se publicaram 22 números.

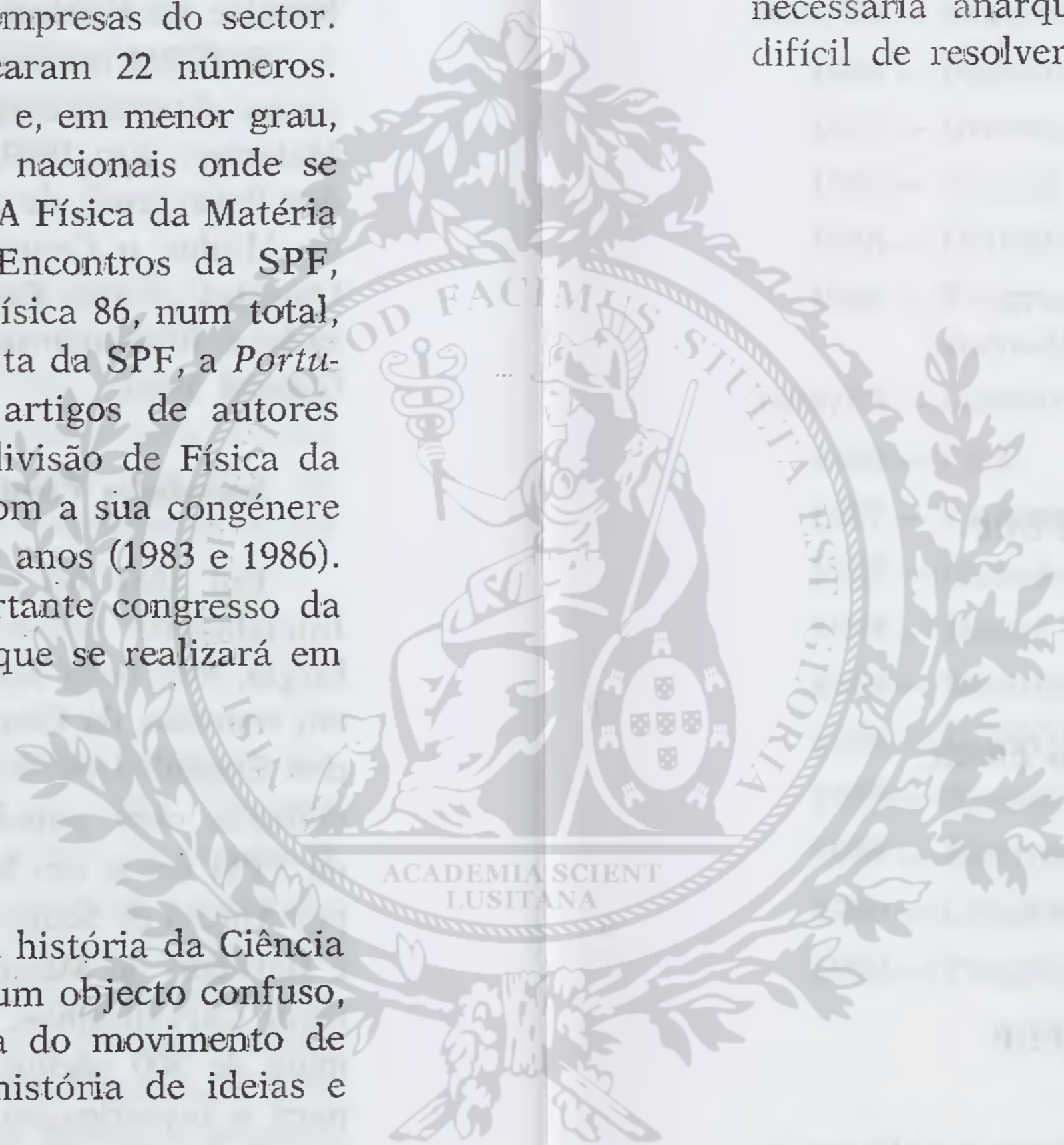
Também a Sociedade Portuguesa de Física (SPF) e, em menor grau, a Sociedade Portuguesa de Química, têm encontros nacionais onde se apresentam resultados de investigação em materiais. A Física da Matéria Condensada (FMC) tem tido um peso grande nos Encontros da SPF, com 50% das comunicações no Física 88 e 30% no Física 86, num total, em ambos os congressos, de 60 comunicações. A revista da SPF, a *Portugaliae Physica*, publica um número apreciável de artigos de autores portugueses no domínio da FMC. A SPF tem uma divisão de Física da Matéria Condensada que organiza, em colaboração com a sua congénere espanhola, Jornadas Ibéricas de FMC, de três em três anos (1983 e 1986). Esta Divisão está a preparar, desde 1988, um importante congresso da Sociedade Europeia de Física no domínio da FMC, que se realizará em 1990 em Lisboa.

### Conclusão

Procurei apontar os factos mais significativos da história da Ciência dos Materiais em Portugal. É uma história breve de um objecto confuso, de contornos mal definidos. E é mais uma história do movimento de pessoas e da criação de instituições do que uma história de ideias e actividades científicas.

Talvez tenha sido um pouco duro na apreciação que fiz de alguns factos, mas isso não significa que não esteja optimista em relação ao futuro da Ciência dos Materiais em Portugal. O seu enorme desenvolvimento nos últimos anos e o crescente envolvimento em projectos europeus são aspectos muito favoráveis. Mas é necessário disciplinar a investigação, organizá-la melhor e concentrar esforços e equipamentos. É impossível, num país com a nossa dimensão, cobrir todas as áreas da Ciência dos Materiais. Também teria sido impossível, ou pelo menos inconveniente, um grande dirigismo na investigação, pela dificuldade

em estabelecer critérios de prioridade. O desenvolvimento da Ciência de Materiais em Portugal está intimamente ligada ao desenvolvimento industrial, e agora que a dimensão, quer da investigação quer da indústria, começa a ser visível, essa necessidade de planeamento e de concentração de esforços faz-se sentir, mas não deve, claro está, aniquilar a necessária anarquia própria da investigação científica: uma questão difícil de resolver.

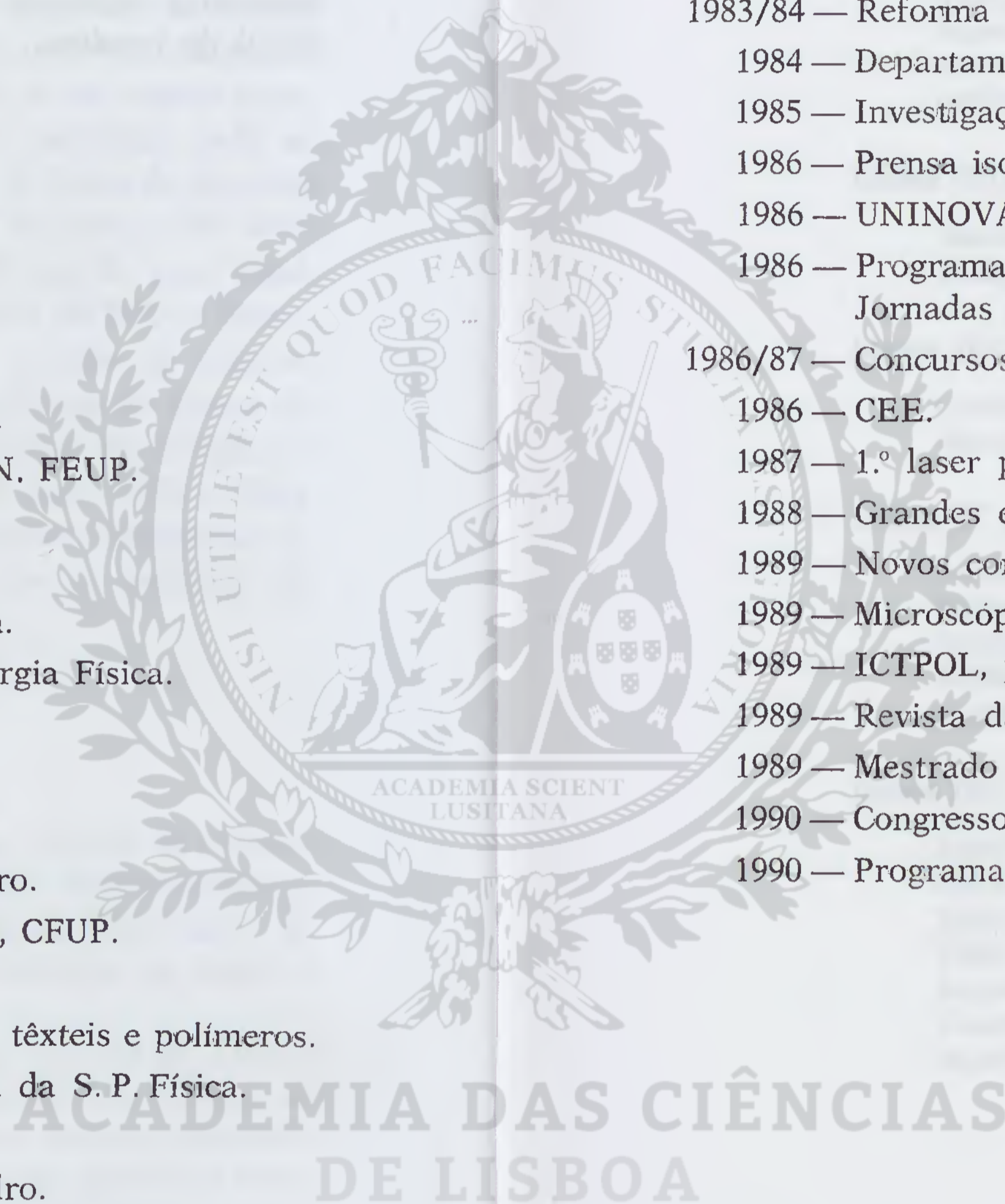


IA DAS CIÊNCIAS  
DE LISBOA

**Datas importantes — Ciência dos Materiais — Portugal**

- 1911 — IST.
- 1935 — Ensino da Metalurgia, IST.
- 1947 — LNEC.
- 1950 — Núcleo Metalografia LNEC.
- 1954 — Junta de Energia Nuclear.
- 1956 — Siderurgia Nacional.
- 1956 — Serviço de Química e Metalurgia, LFEN.
- 1959 — Criação do INII.
- 1961 — Arranque da Siderurgia Nacional.
- 1961 — Produção de urânio metálico.
- 1962 — Primeiros doutoramentos no estrangeiro.
- 1965 — Regresso dos primeiros doutorados LFEN, FEUP.
- 1965 — Criação do Instituto de Soldadura.
- 1969 — Indústria do carboneto de tungsténio.
- 1970 — Licenciatura em Engenharia Metalúrgica.
- 1972 — 1.º doutoramento em Portugal em Metalurgia Física.
- 1973 — Criação de novas Universidades.
- 1974 — Produção de hélio líquido.
- 1974/75 — 1.º Engenheiro Metalúrgico (Luanda).
- 1975 — Departamento de Cerâmica e Vidro, Aveiro.
- 1975 — Centros do INIC: CEMUL, CMUP, CFMC, CFUP.
- 1975 — Primeira Agregação, Metalurgia Física.
- 1977 — Licenciaturas na Universidade do Minho: têxteis e polímeros.
- 1979 — Divisão de Física da Matéria Condensada da S. P. Física.
- 1979 — LNETI.
- 1980 — Sociedade Portuguesa de Cerâmica e Vidro.
- 1980 — Grau de Mestre.
- 1980 — Centro de Cerâmica e Vidro da Universidade de Aveiro.
- 1981 — Microscopia de varrimento, LNETI.
- 1981 — Licenciatura na UNL, Física e Materiais.

- 1981 — Sociedade Portuguesa de Materiais.
- 1983 — 1.º Encontro da SPM.
- 1983 — Mestrados em Física dos Materiais, FCL, FCP.
- 1983 — ICTM.
- 1983/84 — Reforma curricular no IST: Eng. Metalúrgica e de Materiais.
- 1984 — Departamento de Tecnologia de Materiais do LNETI.
- 1985 — Investigação sobre Cortiças.
- 1986 — Prensa isostática a quente (HIP) no LNETI.
- 1986 — UNINOVA.
- 1986 — Programa Dinamizador dos Materiais; Jornadas de Investigação, JNICT.
- 1986/87 — Concursos Brite/Euram e Madeiras, Cortiça.
- 1986 — CEE.
- 1987 — 1.º laser para materiais.
- 1988 — Grandes equipamentos, JNICT.
- 1989 — Novos concursos Brite/Euram e Forest.
- 1989 — Microscópio electrónico de transmissão, SQUID.
- 1989 — ICTPOL, polímeros
- 1989 — Revista da SPM.
- 1989 — Mestrado em Engenharia de Materiais.
- 1990 — Congresso europeu de Física da Matéria Condensada, Lisboa.
- 1990 — Programa Ciência.



**Áreas de Investigação em 1989****Ciência dos Materiais — Portugal****Braga, Guimarães (UM)**

Polímeros: fabrico, reologia  
Têxteis: fabrico, qualidade  
Filmes finos, materiais optoelectrónicos

**Porto FEUP, Metalurgia**

Corrosão electroquímica dos metais  
Biomateriais

**Porto PEUP, Mecânica**

Fundição  
Polímeros reforçados: fadiga, fractura  
Mecânica da fractura

**Porto FC**

Física baixas temperaturas  
Magnetismo  
Transições de fase  
Ferroelectricidade  
Supercondutividade

**Aveiro UA**

Sinterização  
Cerâmicos estruturais  
Sensores cerâmicos  
Vidros  
Propriedades ópticas dos semicondutores

**Coimbra UC**

Revestimentos  
Tensões residuais

**Lisboa LNETI**

Tecnologia dos pós (aços, cerâmicos)  
Cerâmicos estruturais  
Fundição  
Corrosão  
Supercondutividade  
Propriedades eléctricas polímeros  
Metalurgia Extractiva

**Lisboa IST, Materiais**

Cortiças  
Materiais e estruturas celulares  
Lasers  
Propriedades mecânicas cerâmicos  
Vidros e fibras ópticas  
Espectroscopia de IV e Raman  
Metalurgia Extractiva  
Deformação plástica a altas temperaturas

**Lisboa IST, Mecânica**

Mecânica da fractura  
Fadiga

**Lisboa IST, Química**

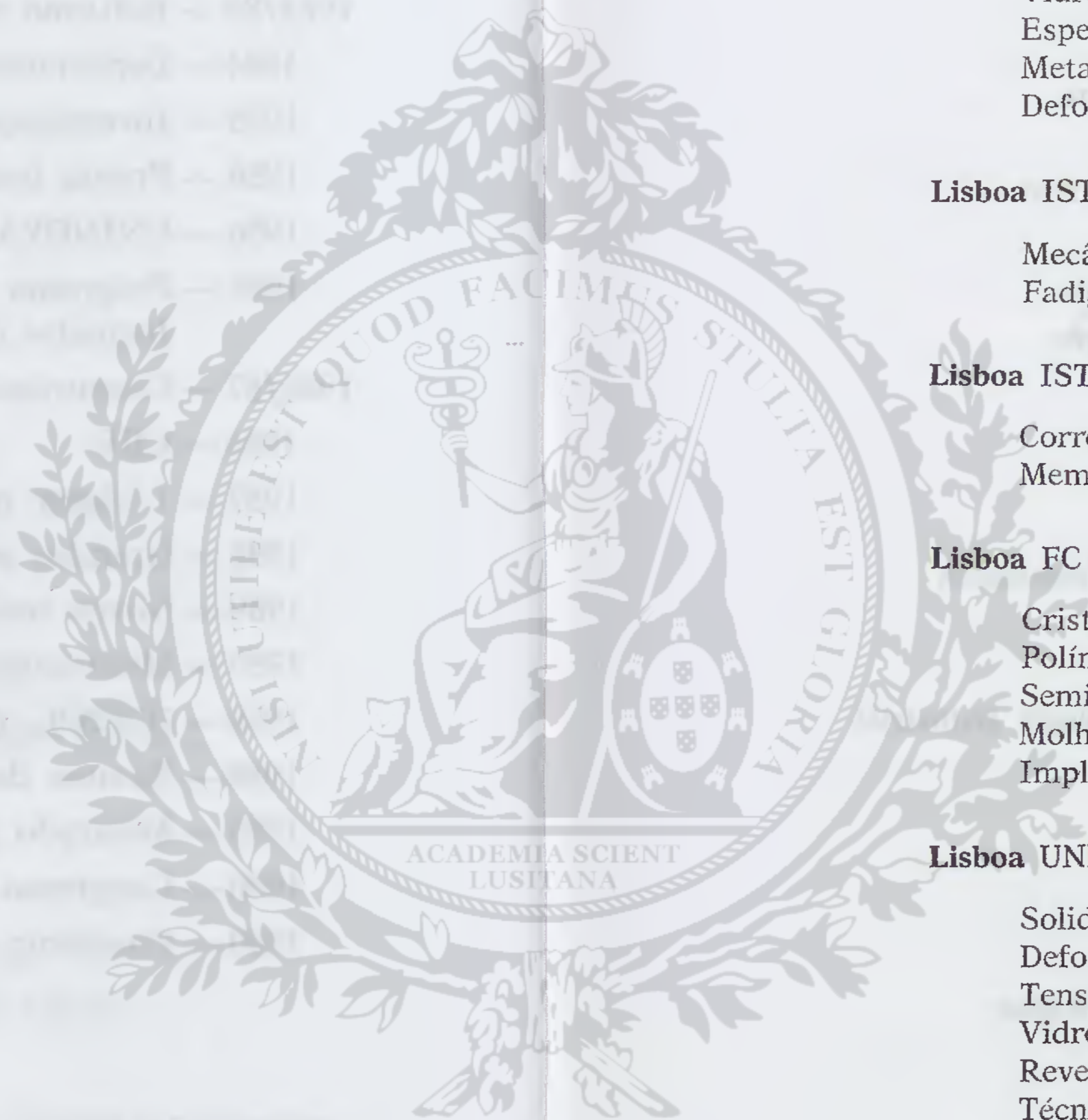
Corrosão  
Membranas

**Lisboa FC e CFMC**

Cristais líquidos  
Polímeros, propriedades dinâmicas  
Semicondutores  
Molhabilidade de sólidos  
Implantação iónica

**Lisboa UNL**

Solidificação rápida  
Deformação plástica  
Tensões residuais  
Vidros cerâmicos  
Revestimentos  
Técnica SIMS  
Materiais para electrónica (Si amorfo)



ACADEMIA DAS CIÊNCIAS  
DE LISBOA

## Siglas

CEE	— Comunidade Económica Europeia
CEMUL	— Centro de Mecânica e Materiais da UTL
CFMC	— Centro de Física da Matéria Condensada
CFUP	— Centro de Física da Universidade do Porto
CMUP	— Centro de Metalurgia da Universidade do Porto
FC	— Faculdade de Ciências
FEUP	— Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
FMC	— Física da Matéria Condensada
ICTM	— Instituto de Ciência e Tecnologia dos Materiais
ICTPOL	— Instituto de Ciência e Tecnologia dos Polímeros
INIC	— Instituto Nacional de Investigação Científica
INII	— Instituto Nacional de Investigação Industrial
IST	— Instituto Superior Técnico
JEN	— Junta de Energia Nuclear
JNICT	— Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica
LFEN	— Laboratório de Física e Engenharia Nucleares
LNEC	— Laboratório Nacional de Engenharia Civil
LNETI	— Laboratório Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial
SPF	— Sociedade Portuguesa de Física
SPM	— Sociedade Portuguesa de Materiais
UA	— Universidade de Aveiro
UC	— Universidade de Coimbra
UM	— Universidade do Minho
UNINOVA	— Instituto de Desenvolvimento de Novas Tecnologias
UNL	— Universidade Nova de Lisboa
UTL	— Universidade Técnica de Lisboa



ACADEMIA DAS CIÊNCIAS  
DE LISBOA

## CIÊNCIAS AGRÁRIAS