

catálise

@FEUP

José Luís Figueiredo

AUTOR: JOSÉ LUÍS FIGUEIREDO
GRAFISMO CAPA: RODRIGO SEQUEIRA PEREIRA NINA
TÍTULO: CATÁLISE@FEUP
Ano: 2020

ISBN: 978-972-752-268-2
DOI: 10.24840/978-972-752-2



ATRIBUIÇÃO 4.0 INTERNACIONAL (CC BY 4.0) [HTTPS://CREATIVECOMMONS.ORG/LICENSES/BY/4.0/](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

ESTE TRABALHO TEVE O APOIO DE:

LABORATÓRIO ASSOCIADO LSRE-LCM - UID/EQU/50020/2019 - FINANCIADO POR FUNDOS NACIONAIS ATRAVÉS DA FCT/MCTES (PIDDAC).



PREFÁCIO

Foi ao preparar a minha última lição (*“Carbon & Catalysis: My Quest”*), em Março de 2015, que decidi escrever esta narrativa sobre o Laboratório de Catálise e Materiais (LCM), os seus antecedentes, e o seu contributo para o ensino e investigação na área da Catálise Heterogénea.

Com excepção do 1º Capítulo, em que procuro enquadrar a disciplina no contexto curricular da Engenharia Química e identificar os principais actores responsáveis pelo início das actividades de ensino e investigação em Catálise no País, toda a obra vai escrita na 1ª pessoa, já que esta história está intimamente ligada ao meu próprio percurso académico. Percurso esse que, por sua vez, foi em larga medida determinado por circunstâncias fortuitas e uma boa dose de sorte, justificando o título escolhido para o Capítulo 2, *“Serendipity”*.

Quando regressei do Doutoramento, em Londres, fui integrado no Centro de Engenharia Química (CEQ), onde tive oportunidade de criar uma Linha de Investigação em Catálise Heterogénea, financiada pelo Instituto Nacional de Investigação Científica (INIC). Não era ainda um grupo de investigação, pois faltava-lhe a dimensão, mas foi esta Linha que permitiu apoiar os primeiros Doutoramentos e introduzir o ensino da Catálise na FEUP, e que dezanove anos depois deu origem ao LCM. Esta fase do percurso é descrita no Capítulo 3 como uma Sinfonia em 3 andamentos, desde o início em tempos do *“PREC”* (lento e penoso), até ao final glorioso no período que antecedeu a extinção do INIC, em que vivemos com grande desafogo financeiro.

O Capítulo 4 descreve o período em que o LCM esteve integrado no *“IMAT-Núcleo FEUP”* para efeitos de Financiamento Plurianual. A parceria com um grupo da área dos Materiais revelou-se um desastre (assumo por inteiro a responsabilidade por tão infeliz decisão). Apesar de tudo, este foi um período de grandes realizações, com destaque para o projecto europeu sobre fibras de carbono *VGCF*, no qual se distinguiu o Philippe Serp, e para os Doutoramentos do Fernando Pereira e da Madalena Freitas, focando respectivamente a utilização de materiais de carbono como catalisadores e o desenvolvimento de peneiros moleculares de carbono, que originaram a publicação de um artigo que já superou as 2000 citações.

No início do séc. XXI, o LCM assume-se como uma Unidade de Investigação independente, focando a sua actividade nas áreas científicas da Catálise e dos Materiais de Carbono. O Capítulo 5 reporta este período (2000-2004), enquanto

que o Capítulo 6 descreve as actividades realizadas a partir de 2005, quando o LCM passou a integrar o Laboratório Associado LSRE-LCM.

Decidi colocar o ponto final desta narrativa em Outubro de 2019, data em que se cumpre o 50º aniversário da minha contratação como docente da FEUP, e em que tenciono deixar a liderança do grupo. O Capítulo 7 recapitula as nossas principais realizações, assim como os eventos marcantes no desenvolvimento da Catálise no País, e perspectiva alguns desafios para o futuro próximo.

Em Anexo apresentam-se listagens das publicações, projectos, programas de cursos, eventos organizados e outros documentos referentes às actividades desenvolvidas no âmbito da Linha 3 e do LCM até 2008. A partir dessa data, toda a actividade do grupo está compilada nas brochuras “*Shaking the present. Shaping the future*”, correspondentes aos Relatórios de Actividades do Laboratório Associado LSRE-LCM.

Ao longo destes 50 anos de actividade académica tive o privilégio de conviver com muitos colegas, alunos, bolseiros e funcionários não docentes, cujo contributo foi essencial para o sucesso da empreitada. A todos, o meu bem-haja. Tenho, no entanto, que destacar algumas pessoas cujo apoio foi crucial em diferentes fases do percurso.

Durante o período inicial do meu Doutoramento, em Londres, tive a sorte de poder contar com o apoio e amizade do Luís Sousa Lobo. Foi ele quem me ensinou a trabalhar com a microbalança e quem me iniciou nos meandros da literatura da especialidade, tendo assumido, de facto, o papel de um co-orientador informal, mas empenhado. Passámos também bons momentos aos fins de semana, a jogar ténis e a discutir a difusão do carbono nos metais.

A chegada do Alírio Rodrigues (meu colega de Curso na FEUP) ao Porto, em 1976, foi uma autêntica “pedrada no charco”, pelo dinamismo que introduziu na relativa pacatez do CEQ/DEQ, e pelas iniciativas que protagonizou. Colaborámos então em numerosas actividades, desde projectos de investigação à organização de Cursos de Aperfeiçoamento e Cursos Avançados (NATO ASIs), e também na reestruturação curricular da Licenciatura em Engenharia Química e na criação do Curso de Mestrado.

A partir de 1978 pude também contar com o apoio do Carlos Bernardo, não só nas actividades correntes da Linha de Investigação, mas sobretudo durante os três Cursos Avançados que organizei na década de 1980. O Carlos foi também o meu companheiro de aventuras em terras do “Tio Sam”, no âmbito do projecto com o Terry Baker e da participação nas Conferências Bienais da *American Carbon Society*.

O Fernando Ramôa Ribeiro foi outro dos meus colegas de Curso com quem colaborei intensamente a partir de 1980, não só na investigação, mas também no ensino e promoção da Catálise, em particular no Curso de Mestrado em Química dos Processos Catalíticos (IST) e na Divisão de Catálise da SPQ, e mais tarde na ERA-Net “ACENET”. E foi com o Ramôa que escrevi o livro de texto “Catálise Heterogénea”, publicado pela Fundação Calouste Gulbenkian.

Deixo aqui uma palavra de agradecimento a todos os funcionários do CEQ, com quem sempre pude contar durante os quase 20 anos de existência da Linha 3 – Catálise Heterogénea. Depois da mudança para o “Parcauto” (1988), tive a colaboração de outros colegas Doutorados, nomeadamente o José Inácio Martins e depois também o Joaquim Faria, que me ajudaram na “travessia do deserto” que foi o período do “IMAT-Núcleo FEUP”.

O José Órfão merece um destaque especial, pois tenho para com ele uma enorme dívida de gratidão. Ele é o meu colaborador mais antigo (desde 1977); foi o meu “braço direito” (e por vezes também o braço esquerdo, e todos os outros braços que foi preciso mobilizar) nas unidades curriculares de Engenharia das Reacções I e de Química Física das Superfícies, nas quais teve a seu cargo as aulas teórico-práticas, bem como a elaboração e correcção das respectivas provas de avaliação; depois do seu Doutoramento, colaborou nas actividades de investigação do LCM e assumiu o papel de co-orientador de muitos dos meus doutorandos. Mas, sobretudo, o José Órfão foi um colega com cuja lealdade e dedicação eu sempre pude contar. Muito obrigado, JJ!

O Fernando Pereira veio reforçar a equipa quando já estávamos no *campus* da Asprela; o seu dinamismo, e as colaborações internacionais que estabeleceu, muito contribuíram para a consolidação do prestígio do LCM.

Beneficiei também de muitas colaborações com colegas estrangeiros, que são referidas ao longo do texto. Mas devo destacar aqui as mais antigas e relevantes: Jesús Pajares (inicialmente no Instituto de Catálise e Petroquímica, em Madrid, e posteriormente no INCAR, Oviedo); Francisco (Paco) Rodríguez Reinoso (Universidade de Alicante); Jacob Moulijn (Universidade de Amsterdam, e depois T.U. Delft); e Mário Mendes (UNICAMP, SP, Brasil).

Agradeço ainda à Maria Amélia, que acompanhou este projecto desde o início, ao José Órfão pela cuidadosa revisão do texto, à Raquel Rocha, cuja ajuda foi imprescindível na fase de produção do livro, e ao Rodrigo Pereira Nina que desenhou a capa.

Na altura de passar o testemunho, quero dedicar esta obra a todos os colaboradores actuais do LCM, em quem deposito a maior confiança e de quem espero grandes feitos em prol da ciência em geral, e da Catálise em particular. E

estou certo de que não será difícil encontrar um sucessor capaz de levar o LCM ainda mais longe.

Nesta ocasião parece-me oportuno recordar a divisa da Academia das Ciências de Lisboa: *Nisi utile est quod facimus stulta est gloria* (Se não for útil o que fizermos a glória será vã).

Porto, 24 de Outubro de 2019.

José Luís Figueiredo

NB: Exerço nesta obra a minha opção de escrever de acordo com a antiga ortografia...

ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO	1
1.1.	ENQUADRAMENTO	1
1.2.	O ALVORECER DA CATÁLISE EM PORTUGAL	5
2.	<i>SERENDIPITY</i>	14
3.	LINHA 3 - CATÁLISE HETEROGÉNEA @ CEQ [1975-1993]	26
3.1.	<i>OUVERTURE</i> EM TEMPOS DO PREC.....	26
3.2.	<i>ANDANTE</i>	38
3.3.	<i>FINALE, MOLTO VIVACE</i>	51
4.	LABORATÓRIO DE CATÁLISE E MATERIAIS (LCM)@IMAT–NÚCLEO FEUP (UNIDADE Nº 118/94) [1994-1999]	58
5.	LABORATÓRIO DE CATÁLISE E MATERIAIS - LCM (UNIDADE Nº 12/1181) [2000-2004]	73
6.	LABORATÓRIO DE CATÁLISE E MATERIAIS LCM @ LABORATÓRIO ASSOCIADO LSRE/LCM	86
6.1.	[2005-2008]	86
6.2.	[2009-2013]	99
6.3.	[2014-2019]	118
7.	SUMÁRIO E PERSPECTIVAS	147
	<i>ANEXOS</i>	150

1. INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO

“A *catálise* é uma das palavras mágicas da química, e magia significa sortilégio, encanto, sentimentos irresistíveis de mistério.....A *catálise* justifica a química e justifica a vida. Está para ficar e durar. Ao contrário de outros temas e capítulos da ciência, não passará de moda nem se tornará obsoleta.”¹

A Catálise desempenhou um papel essencial no desenvolvimento da indústria química ao longo do séc. XX. A grande maioria dos processos químicos de base, da refinação de petróleos e da petroquímica recorre ao uso de catalisadores, nomeadamente catalisadores heterogéneos. A “catálise ambiental”, ou seja, a aplicação de catalisadores no controlo das emissões poluentes (de que é exemplo paradigmático o conversor catalítico dos gases de escape dos automóveis), surgiu no último quartel do séc. XX. Mais recentemente, assiste-se à implementação de catalisadores em processos da Química Fina e Farmacêutica, uma medida imprescindível para promover a sustentabilidade destas indústrias (movimento da “Química Verde”).

A Catálise começou a assumir-se como disciplina autónoma em meados do séc. XX, quando surgiram as primeiras publicações com uma abordagem sistemática do tema e com objectivos didáticos, recorrendo a contributos diversificados de vários autores. Em particular, são de referir as séries *Advances in Catalysis*, iniciada pela Academic Press em 1948 e publicada regularmente desde essa data (este título pertence agora ao grupo Elsevier), e *Catalysis*, editada por P. H. Emmett e publicada entre 1954 e 1958 pela Reinhold Publishing Corp. O 1º Congresso Internacional de Catálise teve lugar em Filadélfia em 1956, e este evento tem vindo a realizar-se desde então com uma periodicidade de quatro anos. Entretanto, iniciou-se a publicação do *Journal of Catalysis* (em 1962). No que respeita a livros de texto para Engenharia Química, a Catálise aparece na obra de referência *Chemical Process Principles*, de O. A. Hougen e K. M. Watson (John Wiley & Sons), publicada pela primeira vez em 1943 (Parte I, Balanços Materiais e Energéticos) e em 1947 (Parte II, Termodinâmica; Parte III, Cinética e Catálise).

Na década de 1960, o plano de estudos da Licenciatura em Engenharia Químico-Industrial em vigor na Faculdade de Engenharia da Universidade do

¹ Em: “A sorte universal da Catálise”, intervenção do Professor Jorge C. G. Calado na abertura do 2º Encontro da Divisão de Catálise da Sociedade Portuguesa de Química, IST, Lisboa, 22 de Junho de 1995.

Porto (FEUP) e no Instituto Superior Técnico (IST) tinha muito poucas unidades curriculares da especialidade (Tabela 1)², e os respectivos programas eram, na sua maioria, obsoletos. Recorde-se que, na Universidade do Porto, os alunos frequentavam os 3 primeiros anos do curso (“Preparatórios de Engenharia”) na Faculdade de Ciências, e só depois passavam para a Faculdade de Engenharia. Os “Preparatórios” eram também oferecidos pelas Faculdades de Ciências das Universidades de Coimbra e de Lisboa. O IST era a única Escola onde se podia frequentar o curso completo, do 1º ao 6º ano.

Tabela 1 - Disciplinas do 7º Grupo – Química Industrial (de acordo com o Decreto nº 40.378, de 14 de Novembro de 1955; a opção de Acabamento de Fios e Tecidos só foi introduzida em 1965).

4º Ano	Tecnologia Química Química Orgânica Industrial Mecânica Quântica – Física Nuclear Laboratório de Química I
5º Ano	Indústrias Químicas I Laboratório de Química II
6º Ano	Análises Industriais Laboratório de Química III Cadeira de opção*

(*Indústrias Químicas II; Metalurgia dos Metais Não-Ferrosos; Acabamento de Fios e Tecidos)

No 4º ano, a Tecnologia Química era dedicada às “operações unitárias”, enquanto na Química Orgânica Industrial se descreviam de forma sistemática (e aborrecida) os principais processos químicos orgânicos (nitração, aminação, hidrólise, sulfonação, oxidação, esterificação, etc.), segundo o texto *Unit Processes in Organic Synthesis* (P. H. Groggins, McGraw-Hill, 5ª edição, 1958). A colocação de uma cadeira de índole propedêutica, como era a Mecânica Quântica – Física Nuclear, no 4º ano do currículo, era mais uma aberração. Em Indústrias Químicas I (5º ano) leccionavam-se os balanços materiais e energéticos (usando como livro de texto o 1º volume da obra *Chemical Process Principles*, de O. A. Hougen, K. M. Watson e R. A. Ragatz, 2ª edição, 1954), e descreviam-se os principais processos da indústria química de base (ácido sulfúrico, amoníaco, ácido nítrico, cimentos, hidrogénio e gás de síntese, álcalis, etc.). O programa da disciplina incluía ainda a realização de um Anteprojecto por grupos de alunos, que depois era apresentado e discutido por um júri de professores. Fazia-se obviamente referência aos catalisadores envolvidos nos vários processos, mas o programa era parco no que se refere aos fundamentos da catálise. No entanto,

² R.A. Guedes de Carvalho, *História do Ensino da Engenharia Química na Universidade do Porto (1762-1995)*, FEUP Edições, 1998. ISBN: 972-572-031-6.

era apresentada uma explicação sumária sobre o mecanismo da oxidação catalítica com óxidos não estequiométricos (semicondutores tipo-p e tipo-n), a propósito da síntese do SO₃ com catalisadores de V₂O₅ (indústria do ácido sulfúrico), possivelmente inspirada na obra *Catalyse Hétérogène*, J. E. Germain, 1959. Nessa época, havia ainda poucos textos sobre catálise heterogénea; além das obras referidas, podemos citar: *La Catalyse en Chimie Organique*, P. Sabatier, 1913; *Catalysis in Theory and Practice*, E. K. Rideal, H. S. Taylor, 1919; *Catalysis in Industrial Chemistry*, G. G. Henderson, 1919; *Catalytic Hydrogenation and Reduction*, E. B. Maxted, 1919; *Industrial Catalysis*, S. J. Green, 1928; *Catalysis by Metals*, G. C. Bond, 1962; *Principles of Catalysis*, do mesmo autor, uma monografia publicada pelo *Royal Institute of Chemistry* para professores do ensino secundário (London, 1963); *Catalysis and Catalysts*, M. Prettre, 1963; *The Role of Diffusion in Catalysis*, C. N. Satterfield, T. K. Sherwood, 1963; *Catalysis and Inhibition of Chemical Reactions*, P. G. Ashmore, 1963; *Introduction to the Principles of Heterogeneous Catalysis*, J. M. Thomas, W. J. Thomas, 1967; *La Catalyse au Laboratoire et dans l'Industrie*, B. Claudel, 1967; *Heterogeneous Catalysis*, S. J. Thomson, G. Webb, 1968; *Experimental Methods in Catalytic Research*, R. B. Anderson, 1968; *Concepts in Catalysis*, E. K. Rideal, 1968; *Catalytic Conversion of Hydrocarbons*, J. E. Germain, 1969.

Até 1968, os temas correspondentes aos volumes II e III do *Chemical Process Principles* não eram abordados no Curso de Engenharia Químico-Industrial da FEUP. Quando assumiu a Direção do 7º Grupo (em 1967), o Professor Rodrigo Guedes Carvalho promoveu a actualização dos programas das disciplinas, enquanto se aguardava uma alteração mais substancial do plano de estudos. Assim, em Análises Industriais passou a leccionar-se Controlo e Automação; em Química Orgânica Industrial, substituíram-se os “processos unitários” pelos reactores químicos (usando como referência o livro *Chemical Reaction Engineering*, O. Levenspiel, Wiley, 1962); em Indústrias Químicas introduziu-se a Termodinâmica (2º volume do *Chemical Process Principles*), passando os balanços materiais e energéticos para Laboratórios de Química I, no 4º ano.

A reforma Veiga Simão (Dec. nº 540/70, de 10 de Novembro) veio alterar substancialmente o currículo do curso de Engenharia Química, que passou a ter uma duração de 5 anos, com cadeiras semestrais. Em particular, foram introduzidas as unidades curriculares de Processos Químicos (PQ), nomeadamente PQ I e PQ II, inseridas no 4º ano, em que se leccionavam os Reactores Químicos. O programa de PQ I, na FEUP, compreendia a cinética e mecanismos das reacções homogéneas, e o cálculo de reactores ideais (Capítulos 1 a 6 do *Chemical Reaction Engineering*). Em PQ II, o programa focava

essencialmente as reacções múltiplas (rendimentos e selectividades), bem como a influência da temperatura (capítulos 7 e 8 do *Chemical Reaction Engineering*). Apesar deste livro de texto incluir (logo desde a sua 1ª edição) um capítulo sobre reacções de catálise heterogénea, esse tópico não era abordado em Processos Químicos. O plano de estudos contemplava ainda várias disciplinas de opção, inseridas no 5º ano. Na FEUP funcionaram, entre outras, as disciplinas de Refinação de Petróleos e Petroquímica I e II, cuja docência foi assegurada entre 1972 e 1976 pelo Eng.º Carlos Lopes Vaz (quadro da empresa SACOR), que para o efeito foi contratado como equiparado a Professor Extraordinário. Curiosamente, o Eng.º Lopes Vaz foi co-autor da única comunicação portuguesa apresentada no 1º Simpósio Ibero-americano de Catálise, que decorreu em Madrid, de 17 a 19 de Junho de 1968³. Entre outros temas, o programa leccionado pelo Eng.º Lopes Vaz nas referidas disciplinas de opção incluía uma descrição dos processos e catalisadores usados nas diversas unidades da Refinaria. No entanto, o ensino estruturado e sistematizado da Catálise só foi iniciado na FEUP em 1975, apoiado pela linha de investigação em Catálise Heterogénea criada no âmbito do Centro de Engenharia Química (CEQ).

A investigação que até então se fazia no Laboratório de Química Industrial (LQI) da FEUP estava enquadrada no Centro de Estudos de Química Nuclear (CEQN), financiado pelo Instituto de Alta Cultura (IAC)⁴. O CEQN ocupava uma sala do LQI, tendo sido ampliado em 1969 com a construção de um anexo (3 laboratórios), a que posteriormente se juntou um edifício construído de raiz, inaugurado em Janeiro de 1974. As actividades de investigação focavam sobretudo a química das terras raras, separação cromatográfica e permuta iónica. Em 1975, o quadro de funcionários do CEQN contratados pelo IAC incluía três investigadores (licenciados), três técnicos-experimentadores (com bacharelato), cinco auxiliares de investigação (com curso técnico), um funcionário administrativo e um funcionário auxiliar, que apoiavam os três Professores do LQI (R. Guedes Carvalho, Marcelino Costa e Conceição Gonzalez) e alguns assistentes

³ Carlos Lopes Vaz, Artur Lopes Baptista, “Aplicações industriais da catálise, e tendências do seu desenvolvimento”, 1º Simpósio Ibero-americano de Catálise, Madrid, 1968. Publicado em *Anales de Química (Real Sociedad Española de Física y Química)*, Tomo LXV, nº 11, pp. 1071-1080, 1969.

⁴ O CEQN foi criado em 1958, anexo ao Laboratório de Química. O Professor R.A.G. de Carvalho foi Director do CEQN desde Abril de 1966 até ao seu fecho, em 30 de Junho de 1975. [Cf.: R.A. Guedes de Carvalho, Centro de Estudos de Química Nuclear – História da sua Actividade. Porto, 1975].

que com eles colaboravam. Em Julho de 1975, após aprovação de novos regulamentos, o CEQN passa a designar-se Centro de Engenharia Química (CEQ).

1.2. O ALVORECER DA CATÁLISE EM PORTUGAL

Podemos situar o início do ensino e investigação em Catálise (heterogénea) nas Universidades Portuguesas na década de 70 do séc. XX, após os Doutoramentos de Luís Sousa Lobo (*Imperial College*, 1971), Manuel Farinha Portela (IST, 1972), José Luís Figueiredo (*Imperial College*, 1975), Carlos Bernardo (*Imperial College*, 1977), e Fernando Ramôa Ribeiro (Universidade de Poitiers, 1980).

Luís Sousa Lobo licenciou-se em Engenharia Químico-Industrial no IST em 1964, depois do que ingressou na Companhia União Fabril, no Barreiro, onde esteve a trabalhar cerca de 3 anos. Em Janeiro de 1967 decidiu enveredar por uma carreira académica na Universidade de Lourenço Marques⁵, em Moçambique. Era então Reitor o Professor Veiga Simão, que tinha como norma enviar todos os assistentes para Doutoramento ao fim de dois anos. Assim, em Setembro de 1968, Luís Sousa Lobo partiu para o *Imperial College* para fazer o Doutoramento em Catálise Heterogénea sob orientação de David Trimm. Defendeu tese em Junho de 1971, sobre o tema “*Carbon Formation from Hydrocarbons on Metals*”, mas continuou em Londres durante mais alguns meses para realizar trabalho pós-doutoral. Entretanto, encomendou equipamento para instalar em Lourenço Marques. Regressou a Moçambique em Março de 1972, onde iniciou actividade de investigação com a colaboração de um jovem assistente, Carlos Bernardo. Nesse mesmo ano, já com afiliação à Universidade de Lourenço Marques, Luís Sousa Lobo apresenta dois trabalhos em Congressos Internacionais, mas que reportam ainda resultados da sua tese de Doutoramento, obtidos no *Imperial College: Kinetics and mechanism of carbon formation from hydrocarbons on metals, 5th Int. Congress on Catalysis*, Miami Beach, Florida, USA, 20-26 de Agosto, 1972 (publicado nos respectivos *Proceedings*, Vol. 2, pp. 1125-1135, *North-Holland Publ. Co.*, 1973); e *Carbon formation from olefins on nickel: analysis of the acceleratory period, III Simposio Iberoamericano de Catálisis y Reacciones Térmicas*, Caracas, Venezuela, 4-12 de Setembro, 1972 (publicado em *Acta Científica Venezolana*, 24 (supl. nº 2), 1973, pp. 219-222). Em 1973, Lobo e Bernardo publicam o trabalho “*Carbon deposition studies with a vacuum*

⁵A cidade de Lourenço Marques, capital de Moçambique, passou a chamar-se Maputo a partir de 1976.

microbalance system” na Revista de Física, Química e Engenharia (vol. V, Série A, Lourenço Marques, pp. 13-19), que assinala o início da investigação em Catálise Heterogénea feita em Portugal. Foram ainda publicados dois outros trabalhos de Luís Sousa Lobo e Carlos Bernardo realizados na Universidade de Lourenço Marques: “*Adsorption-isotherms and surface-reaction kinetics*”, *Journal of Chemical Education*, 51 (1974) 723-724; e “*Kinetics of carbon formation from acetylene on nickel*”, *Journal of Catalysis*, 37 (1975) 267-278. O primeiro destes artigos, publicado na secção “*Textbook Errors*” da revista *J. Chem. Educ.*, baseou-se na análise dos resultados obtidos pelos alunos na resolução de um problema apresentado nas aulas, e comprova o pioneirismo da Universidade de Lourenço Marques no ensino da cinética das reacções catalíticas em Portugal. O artigo do *J. Catalysis* corresponde ao primeiro de uma série de trabalhos sobre formação de carbono em metais, complementando os resultados obtidos em Londres. Luís Sousa Lobo deixou Lourenço Marques no final de 1974, tendo ingressado na Universidade Nova de Lisboa (UNL). Em 1975 partiu para Paris em comissão de serviço, integrado na delegação de Portugal na UNESCO. Regressou à UNL no final de 1979, onde retomou o ensino e a investigação, tendo orientado quatro doutorandos (Inês Portugal, Isabel Fonseca, Ana Ramos e Valentim Almeida). Os primeiros trabalhos que publica com afiliação à UNL são “*Kinetics of carbon formation from acetylene and 1-butene on iron*”, apresentado no 5º Simpósio Ibero-americano de Catálise (Lisboa, 1976) e posteriormente publicado na Revista Portuguesa de Química, 19 (1977) 355-358; e “*Evidence that carbon formation from acetylene on nickel involves bulk diffusion*”, *Carbon* 14 (1976) 287-288, ambos em co-autoria com Carlos Bernardo (então no *Imperial College*). A partir de 1990, Luís Sousa Lobo dedicou-se à gestão universitária, tendo sido Vice-Reitor e depois Reitor da UNL durante dois mandatos. A investigação em Catálise na UNL continuou a ser assegurada pelos seus colaboradores, nomeadamente por Isabel Fonseca após a conclusão do seu doutoramento em Fevereiro de 1993 sobre “*Gaseificação catalítica de carvão em oxigénio, dióxido de carbono e hidrogénio*”. Curiosamente, Luís Sousa Lobo retomou a investigação a partir de 2011, já depois de aposentado, tendo publicado vários trabalhos sobre os “seus” temas de Catálise (mecanismo da formação de carbono em metais; gasificação de carbono).

Manuel Farinha Portela licenciou-se em Engenharia Químico-Industrial em 1954 no IST, onde passou a leccionar a partir de 1963. De 1967 a 1969 realizou trabalho de investigação no Instituto Francês do Petróleo (IFP), em Rueil-Malmaison, sob orientação de Roger Montarnal. Obteve o doutoramento no IST em 1972, com uma tese intitulada “*A Oxidação Deshidrogenante do*

Buteno-1 sobre Catalisadores de Óxidos de Bismuto-Molibdénio”. Iniciou então um projecto de investigação financiado pelo Instituto de Alta Cultura, que mais tarde originou o Grupo de Estudos de Catálise Heterogénea (GRECAT). Em 1973, M.F. Portela escreveu uma monografia intitulada “A Isomerização e a Oxidação Catalíticas do Buteno-1 sobre Óxidos de Bismuto-Molibdénio”, que serviu de suporte às suas provas de Agregação (IST, 1974). O primeiro *output* do grupo de catálise do IST parece ter sido uma comunicação apresentada ao 4º Simpósio Ibero-americano de Catálise (México, Novembro de 1974): “As selectividades de oxidação e isomerização de buteno-1 sobre catalisadores de óxidos de bismuto-molibdénio”, de que foram autores M.F. Portela, M.J.R. Pires e F.R. Ribeiro⁶. Há ainda um trabalho de M.F. Portela com afiliação ao IST, “Simulação da oxidação moderada e isomerização catalíticas do buteno-1 num reactor de leito fixo em função do tempo de contacto”, publicado na Rev. Port. Quím. 16 (1974) 173-185, que foi apresentado ao 1º Congresso CHEMPOR, em 1975 (Lisboa, 7-12 Setembro). O primeiro trabalho em revista internacional com afiliação ao GRECAT só foi publicado em 1983 [M. Oliveira, M.F. Portela, M.J. Pires, F.R. Ribeiro, *Steady-state and transient-behavior in 1-butene reactions over bismuth molybdate*, *Canadian Journal of Chemical Engineering*, 61 (1983) 87-92]. Em 1975, o GRECAT tinha uma investigadora contratada pelo IAC (Maria João Rodrigues Pires) e contava com a colaboração de vários assistentes e investigadores do IST, nomeadamente Margarida Côrte-Real, Francisco Oliveira, Alice Cabrita Rodrigues, Maria Teresa Lemos e Fernando Ramôa Ribeiro. Em 1976, M.F. Portela organizou em Lisboa o 5º Simpósio Ibero-Americano de Catálise, que contribuiu de forma decisiva para a internacionalização da Catálise que então despontava em Portugal. O primeiro Doutoramento orientado por M.F. Portela foi o de Carlos Barros Henriques, que defendeu a sua tese, “Epoxidação e oxidação total do etileno e propileno sobre catalisadores de prata”, em Dezembro de 1992. Seguiram-se Filipe Freire, “Oxidação desidrogenante e degradação do butano-1 sobre óxidos mistos de urânio-antimónio”, e Cristina Rebelo Dias, “Oxidação do o-xileno a anidrido ftálico sobre catalisadores de V₂O₅ suportados em TiO₂ (anatase)”, ambos em Julho de 1993.

José Luís Figueiredo concluiu a parte curricular do curso de Engenharia Químico-Industrial, na FEUP, em Julho de 1968. Foi contratado como 2º Assistente do 7º Grupo (Química Industrial) da FEUP em Outubro de 1969, tendo-

⁶ Cf: M.F. Portela, “O amanhecer da Catálise em Portugal”. In: *El amanecer de la Catalisis en Iberoamerica* (J.M. Domínguez Esquivel, editor), pp. 237-269. Edições CYTED, 2004. ISBN: 84-96023-25-7.

Ihe sido atribuído serviço docente nas cadeiras de Indústrias Químicas I (5º ano) e II (opcional no 6º ano), de que era responsável o Professor Rodrigo Guedes Carvalho. Em Outubro de 1970 obteve uma bolsa para Doutoramento do Instituto de Alta Cultura (IAC), tendo ingressado no grupo de Catálise Heterogénea do Departamento de Engenharia Química e Tecnologia Química do *Imperial College of Science and Technology* (Londres, UK), sob orientação de David Trimm. Submeteu a sua dissertação sobre “*Carbon Formation on Steam Reforming Catalysts*” em Novembro de 1974, tendo prestado provas em 7 de Janeiro de 1975. O grau de Doutor (PhD) pela Universidade de Londres foi-lhe formalmente conferido em 26 de Fevereiro, juntamente com o Diploma do Imperial College (D.I.C.). Quando regressou à FEUP, em Janeiro de 1975, criou uma linha de investigação em Catálise Heterogénea (Linha nº 3) no Centro de Engenharia Química (CEQ), no âmbito da qual orientou os Doutoramentos de M.C. Alvim Ferraz (“Preparação e Caracterização de Carvões Activados e Impregnados”, FEUP, 1984), José Órfão (“Deposição e Gasificação de Carbono Catalítico em Superfícies Metálicas”, FEUP, 1987), e Sebastião Alves (“Modelação da Pirólise de Madeira e Outros Materiais Linhocelulósicos”, IST, 1989), bem como o Mestrado de Maria Leonor Pinto (“Formação e Gasificação de Carbono Pirolítico em Superfícies Metálicas”, FEUP, 1987). O primeiro artigo que publicou em revista⁷ reporta trabalho desenvolvido durante o Doutoramento, em Londres. O primeiro trabalho de catálise realizado na Linha nº 3 do CEQ, “Gasificação pelo CO₂ de depósitos de carbono em catalisadores de níquel”, J.L. Figueiredo, J.J.M. Órfão, foi apresentado ao 6º Simpósio Ibero-americano de Catálise (Rio de Janeiro, Brasil, 6-8 de Agosto de 1978) e está publicado nas respectivas Actas, vol. 2, pp. 485-496. A primeira publicação da Linha nº 3 em revista internacional foi uma *Letter to the Editor*: “*Gasification of catalytic carbon – kinetics and mechanism*”, *Carbon* 19 (1981) 146-148. J.L. Figueiredo introduziu o ensino da Catálise no currículo da Licenciatura em Engenharia Química da FEUP em 1975, e mais tarde a nível pós-graduado, nomeadamente no Curso de Mestrado em Engenharia dos Processos Químicos (criado pela Portaria 458/84 de 14 de Julho). Merece destaque a obra “Catálise Heterogénea” (publicada em Janeiro de 1989), de que foi autor juntamente com Fernando Ramôa Ribeiro, e que foi o primeiro livro de texto publicado em Portugal sobre este tema. Após a extinção do INIC e dos seus Centros de Investigação, em 27 de Agosto de 1992 (DL nº 188/92), a “Linha nº 3

⁷ J.L. Figueiredo, D.L. Trimm, *Gasification of carbon deposits on nickel catalysts*, *J. Catal.* 40 (1975) 154-159.

– Catálise Heterogénea” do CEQ deu origem ao **Laboratório de Catálise e Materiais (LCM)**.

Carlos Bernardo concluiu a Licenciatura em Engenharia Química no IST em Outubro de 1970. Começou a dar aulas no Departamento de Química da Universidade de Lourenço Marques em Janeiro de 1971, como auxiliar de investigação, tendo sido contratado como assistente eventual em Março desse ano. Em 1972 passou a ter serviço docente na Secção de Engenharia Química, onde foi orientado por Luís Sousa Lobo até Setembro de 1974. Ingressou então no *Imperial College*, onde concluiu o seu Doutoramento em Dezembro de 1977 no tema “*Carbon Formation and Removal in the Context of Nickel Catalysts*”, sob orientação de David Trimm. Foi depois contratado pela Universidade do Minho, onde teve a seu cargo, entre outras tarefas de gestão, a criação do Departamento de Engenharia de Polímeros, área em que passou a centrar a sua actividade. No entanto, ainda continuou durante alguns anos a fazer investigação em Catálise, nomeadamente em colaboração com José Luís Figueiredo (na FEUP) e com Jens Rostrup-Nielsen (Haldor Topsøe, Dinamarca), tendo orientado o Doutoramento de Teresa Tavares (“Actividade e Desactivação de Catalisadores Bi-metálicos Suportados”), concluído na Universidade do Minho em Fevereiro de 1991. A sua primeira publicação com afiliação à Universidade do Minho é o artigo “*Kinetics of carbon formation from acetylene and 1-butene on cobalt*”, em co-autoria com L. S. Lobo, apresentado no *International Symposium “Catalyst Deactivation”*, Antwerp, 13-15 de Outubro, 1980, e publicado na série “*Studies in Surface Science and Catalysis*” (Elsevier), vol.6, pp. 409-420, mas obviamente o trabalho experimental correspondente não foi realizado na Universidade do Minho.

Fernando Ramôa Ribeiro concluiu o curso de Engenharia Químico-Industrial, na FEUP, em Julho de 1968, e foi em seguida contratado como 2º Assistente da Universidade de Coimbra. Em 1969 foi chamado a prestar serviço militar, tendo sido destacado para o Instituto Hidrográfico da Marinha. Em 1973 foi contratado como assistente do IST e integrado no Grupo de Catálise Heterogénea (dirigido por M.F. Portela). Em 1977, como bolseiro da Fundação Calouste Gulbenkian, iniciou trabalho de investigação no IFP sobre “*Préparation et propriétés catalytiques de platine zeolithe HY et de platine H mordenite*”, sob orientação de Christian Marcilly. Obteve o Doutoramento pela Universidade de Poitiers em Março de 1980, sendo seu patrono Michel Guisnet, com o qual viria a manter uma estreita colaboração durante toda a sua vida. Quando regressou ao IST criou um grupo de investigação sobre Catálise por Zeólitos que rapidamente se transformou numa referência, não só a nível nacional, mas também a nível europeu, tendo mantido colaborações intensas com vários cientistas de renome,

nomeadamente Michel Guisnet (Poitiers), Eric Derouane (Namur; Liverpool; Faro), Jacques Védrine (Liverpool; Paris) e Michel Che (Paris). Os seus primeiros doutorandos foram Francisco Lemos (“Influência das terras raras sobre a actividade de *cracking* dos catalisadores NaY, HNaY e HY”, IST, Maio de 1989) e Filipa Ribeiro (“Isomerização da fracção C₈ aromáticos sobre mordenites modificadas”, IST, Julho de 1989). Após o doutoramento, Fernando Ramôa Ribeiro continuou a publicar com afiliação ao GRECAT e ao IST; só em 1993 aparece mencionado o Grupo de Zeólitos, num trabalho publicado na série *Studies in Surface Science and Catalysis*, vol. 78, pp. 581-586.

Esta breve retrospectiva identifica inequivocamente a Universidade de Lourenço Marques como pioneira no ensino e investigação da Catálise em Portugal, dando origem às primeiras publicações em revistas internacionais e participações em Congressos neste tema, como se mostra na Tabela 2. Estas actividades foram interrompidas na segunda metade de 1974, quando Carlos Bernardo e Luís Sousa Lobo deixaram Moçambique. A partir de 1975, a Catálise desenvolveu-se sobretudo nos grupos do IST e da FEUP.

Tabela 2 - As primeiras participações portuguesas em Reuniões Internacionais de Catálise.

ANO	Congresso/ Participantes/ Comunicações
1968	1º Simp. Ibero-americano de Catálise, Madrid Artur Lopes Baptista (SACOR, Lisboa) <i>Aplicações industriais da catálise, e tendências do seu desenvolvimento.</i>
1972	5º Congresso Int. Catálise Miami Beach, Fla., USA Luís Sousa Lobo (ULM, Moçambique) <i>Kinetics and mechanism of carbon formation from hydrocarbons on metals.</i>
1972	3º Simp. Ibero-americano de Catálise, Caracas, Venezuela Luís Sousa Lobo (ULM, Moçambique) <i>Carbon formation from olefins on nickel: analysis of the acceleratory period.</i>
1974	4º Simp. Ibero-americano de Catálise*, México, D.F., Mexico M. Farinha Portela (IST, Lisboa) <i>As selectividades de oxidação e isomerização de buteno-1 sobre catalisadores de óxidos de bismuto-molibdénio.</i>
1976	6º Congresso Int. Catálise Londres M.F. Portela (IST) / J.L. Figueiredo (FEUP)/ C.A. Bernardo (IC)** Não houve qualquer comunicação de Portugal.
1976	5º Simp. Ibero-americano de Catálise, Lisboa 90 participantes de Portugal Foram apresentadas 16 comunicações por participantes portugueses.
1978	6º Simp. Ibero-americano de Catálise, Rio de Janeiro, Brasil M.F. Portela (IST) <i>A oxidação e a isomerização catalítica dos butenos-2 sobre molibdato de bismuto.</i> J.L. Figueiredo (FEUP) <i>Gasificação pelo CO₂ de depósitos de carbono em catalisadores de níquel.</i>

*Não foram publicadas Actas deste Simpósio. ** O Carlos Bernardo participou no 6º ICC como "steward".

Não é por acaso que, nas Universidades Portuguesas, a Catálise Heterogénea surge nos *curricula* de Engenharia Química, e não na Química. Com efeito, o processo catalítico envolve etapas de reacção e de transferência de massa: os reagentes têm que chegar até à superfície do catalisador (difusão externa); e, no caso de catalisadores porosos (como são a maioria dos catalisadores industriais), é preciso que os reagentes difundam através do sistema poroso (difusão interna). A situação pode ser ainda mais complexa quando há efeitos térmicos apreciáveis, caso das reacções fortemente endo ou exotérmicas; neste caso, é necessário tomar também em consideração a transferência de calor. A análise do fenómeno de reacção química e difusão nos poros do catalisador é, aliás, um dos problemas clássicos da engenharia das reacções catalíticas, tendo originado a publicação de obras pioneiras, como o já referido texto *The Role of Diffusion in Catalysis*, de C. N. Satterfield e T. K. Sherwood (1963), ou *Mass Transfer in Heterogeneous Catalysis*, de C.N. Satterfield (M.I.T. Press, 1970), e ainda o tratado monumental (em 2 volumes) de Rutherford Aris, *The Mathematical Theory of Diffusion and Reaction in Permeable Catalysts* (Clarendon Press, Oxford, 1975). Os Fenómenos de Transporte (uma das disciplinas nucleares da Engenharia Química) são, pois, essenciais para o estudo e compreensão dos processos catalíticos. Ora a transferência de massa e de calor não faziam geralmente parte dos currículos dos Cursos de Química, na década de 1970. Por outro lado, a velocidade de uma reacção heterogénea nem sempre é adequadamente definida. Nos cursos de Química, o estudo da Cinética das reacções está geralmente muito focado nos sistemas homogéneos, em que a velocidade é reportada ao volume da fase: $[\text{mol L}^{-1} \text{s}^{-1}]$. Além disso, a equação $R_i = dC_i/dt$ é frequentemente (e erradamente) tomada como definição da velocidade da reacção. Esta equação resulta do balanço material a um reactor fechado de volume constante, e só é válida nestas condições, não podendo ser aplicada em qualquer outro caso. Em particular, para os reactores contínuos usados na indústria química, que funcionam em estado estacionário, $dC_i/dt = 0$. E, no entanto, há reacção... Por outro lado, num sistema heterogéneo (catalítico ou não), a reacção ocorre apenas na interface entre as fases, logo a sua velocidade deve ser referida à respectiva área: $[\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}]$. Estes detalhes são frequentemente negligenciados, originando interpretações erróneas.

Curiosamente, a Catálise Homogénea afirmou-se em Portugal bastante mais tarde do que a Catálise Heterogénea, tendo resultado da reorientação de grupos de investigação em Química Organometálica e Química da Coordenação, como sucedeu com os grupos criados por Alberto Romão Dias e por Armando Pombeiro no Centro de Química Estrutural do IST, já na década de 1980. Ainda na década

de 1970, Ester F.G. Barbosa (bolseira do IAC) doutorou-se no Departamento de Química do *Imperial College* sob orientação de Michael Spiro. A sua tese focou um aspecto muito específico da catálise homogénea, que ocorre quando o catalisador é adsorvido numa interface. Após o seu regresso à Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL), Ester Barbosa continuou a trabalhar em “Catálise Interfacial”, e orientou o doutoramento de Maria da Soledade Santos (concluído em 1995). Na década de 1990, o grupo de Química Molecular liderado por Baltazar de Castro na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP) passou a focar a sua atenção na “heterogeneização” de complexos de metais de transição com actividade catalítica (em colaboração com o LCM/FEUP), e mais tarde abraçou mesmo a Catálise Heterogénea (Cristina Freire). Na Universidade de Aveiro, os grupos de Júlio Pedrosa (Química da Coordenação e Catálise) e José Cavaleiro (Química Orgânica) investigavam as aplicações em catálise de compostos de coordenação, polioxoaniões de W(VI), Mo(VI) e Nb(V), porfirinas e metaloporfirinas. Na Universidade de Coimbra, Mariette Pereira criou um grupo dedicado à Catálise Homogénea no final da década de 1990. Devemos ainda referir dois grupos de Catálise Enzimática ou Biocatálise, liderados por Joaquim Sampaio Cabral no IST, e Helena Gil na Universidade de Coimbra. A atribuição do Prémio Nobel da Química a W.S. Knowles, R. Noyori e K. Sharpless pelo desenvolvimento da catálise assimétrica aplicada à síntese orgânica, em 2001, deu grande impulso à investigação em Catálise Homogénea. Um dos primeiros eventos dedicados a este tema, em Portugal, foi o “*Homogeneous Catalysis Coimbra Course*”, organizado por Mariette Pereira em Maio de 2004, que reuniu mais de 120 participantes.

Ainda na década de 1990, João Rocha criou um grupo de Química Estrutural e Reactividade de Sólidos na Universidade de Aveiro, dedicado ao estudo de catalisadores heterogéneos microporosos (zeólitos, aluminofosfatos, silicoaluminofosfatos e materiais laminados com pilares), tendo desenvolvido investigação pioneira na síntese e caracterização de novos materiais zeolíticos com átomos em coordenação octaédrica, nomeadamente titanossilicatos. Na Universidade de Coimbra, o Grupo de Fotoquímica de Sebastião Formosinho desenvolvia investigação em fotocatalise e estudava as propriedades catalíticas de zeólitos permutados com o catião uranilo.

No Centro de Engenharia Química da FEUP, Alírio Rodrigues criou em 1976 uma linha de investigação sobre “Processos de Separação e Reacção em Meios Porosos e Dispersos”, financiada pelo INIC, que mais tarde daria origem ao “*Laboratory of Separation and Reaction Engineering*” (LSRE). Este afirmou-se como um grupo de referência em dois temas relevantes no presente contexto,

nomeadamente a engenharia das reacções (incluindo os reactores catalíticos homogéneos e heterogéneos ou multifásicos), e os processos cíclicos de adsorção.

A adsorção é um fenómeno incontornável no estudo da catálise. O método desenvolvido por Brunauer, Emmett e Teller para determinar a área superficial específica de catalisadores e adsorventes baseia-se na adsorção física de N_2 a 77 K (método de B.E.T.), enquanto que a adsorção química é a primeira etapa no mecanismo de qualquer reacção catalítica. A adsorção química selectiva é também o método usual para caracterizar os centros activos de um catalisador.

Em Portugal, o primeiro grupo de investigação dedicado especificamente ao estudo da adsorção gás-sólido foi criado em 1976 por Manuela Brotas de Carvalho, no Centro de Química-Física e Radioquímica da FCUL (CQFR, financiado pelo INIC). Manuela Brotas de Carvalho obteve o Doutoramento na Universidade Complutense de Madrid, onde defendeu (em 1970) uma tese intitulada "*Adsorción de etano y etileno sobre sílice-alúmina*", depois de ter realizado trabalho de investigação no Instituto de Química-Física Rocasolano (CSIC), de 1966 a 1969, sob orientação de Anselmo Ruiz Paniego. Obteve equivalência do seu Doutoramento na UL em 1974. A sua primeira doutoranda foi Manuela Ribeiro, que realizou parte do seu trabalho de Doutoramento no Departamento de Química da Universidade de Brunel, em Inglaterra, sob a orientação do Professor K.S.W. Sing. Foi aí que conheceu Peter Carrott (que era então investigador no grupo do Professor Sing), com quem casou. Regressou à FCUL em 1988 (onde concluiu o Doutoramento em 1990), enquanto o Peter Carrott era contratado como Investigador do INIC no CQFR. Até ao início da década de 1990, o Grupo de Adsorção da FCUL era o único, em Portugal, que dispunha de equipamento para a determinação de isotérmicas de adsorção de azoto (método volumétrico) e caracterização textural de materiais porosos. A sua colaboração com os grupos de Catálise Heterogénea foi inestimável. O Peter e a Manuela Carrott assumiram funções docentes na Universidade de Évora em 1991 e 1992, respectivamente, onde criaram um Grupo de Química das Superfícies, cuja actividade de investigação focava sobretudo a adsorção em materiais de carbono e materiais inorgânicos mesoestruturados. Entretanto, após a jubilação de Manuela Brotas, as actividades do Grupo de Adsorção da FCUL continuaram a ser asseguradas pelos seus colaboradores, nomeadamente João Pires da Silva e Ana Paula Carvalho.

2. SERENDIPITY

Serendipity é uma palavra com um encanto que não existe na tradução portuguesa, “serendipidade”⁸. Por isso, prefiro usar o vocábulo inglês. Houve várias situações determinantes do meu percurso que foram outras tantas manifestações de *serendipity*, ou seja, acontecimentos inesperados e agradáveis.

Concluí o exame do 7º ano no Liceu D. Manuel II (no Porto) em 17 de Julho de 1962, com a média de 17 valores. A opção pela Engenharia já tinha sido feita anteriormente, mas a decisão de estudar Engenharia Química só então foi assumida. Por um lado, eu tinha gostado muito da Química, sobretudo da Química Orgânica, e dos respectivos trabalhos práticos (usava-se um manual da autoria do Professor Rómulo de Carvalho), tendo obtido uma excelente classificação no exame de Ciências Físico-Químicas (19 valores); mas também pesou o facto de ter sido essa a escolha dos meus colegas mais chegados. Matriculei-me então em Engenharia Químico-Industrial na Universidade do Porto. Naquela época as Licenciaturas em Engenharia tinham 6 anos curriculares, e (no Porto) os três primeiros anos, designados por preparatórios, eram cursados na Faculdade de Ciências. Estes primeiros três anos eram de grande exigência, e muitos colegas optavam por ir fazer pelo menos o terceiro ano a Coimbra (onde os “cadeirões” da Física II e da Mecânica Racional eram mais acessíveis); mas eu consegui fazer tudo no Porto, sem grandes sobressaltos e com uma boa média.

No ano lectivo de 1965/66 transitei para a Faculdade de Engenharia (FEUP), então na Rua dos Bragas, onde iniciei o 4º ano da Licenciatura. Foi aí que recebi uma carta da Mobil Oil Portuguesa (datada de 14 de Março de 1966) a comunicar que me tinha sido atribuído o Prémio Mobil Oil, que consistia numa bolsa de estudo no valor de 30.000 escudos (uma verba considerável, na época), a pagar durante os três anos finais do curso (1000 escudos por mês, excepto nos meses de férias, Julho e Agosto). Eu não me tinha candidatado, e desconhecia mesmo a existência deste prémio. Vim depois a saber que ele se destinava prioritariamente a alunos de Eng^a Mecânica, mas que na ausência de candidatos dessa especialidade poderia ser atribuído a alunos de Eng^a Química; por outro lado, quem requeresse isenção de propinas (era o meu caso) era automaticamente admitido como candidato. Em suma, nesse ano ninguém se candidatou especificamente ao prémio, e o Chefe da Secretaria indicou o meu nome, já que era o aluno melhor classificado entre os que requereram isenção de propinas.

⁸ Pode definir-se como “o dom de atrair sorte”.

Esta bolsa, caída do céu, permitiu-me concretizar alguns sonhos que noutras circunstâncias não teria conseguido realizar.

Foi assim que, em Agosto de 1966, rumei a Londres para uma estadia de 4 semanas. O “pacote” de viagem incluía a passagem aérea, estadia em casa particular em regime de meia pensão, e ainda a frequência de um curso de inglês para estrangeiros, na *Davies's School of English*. Tudo isto custou 7.500 escudos, ainda me sobraram 2.500 escudos para outras despesas. Tinha aulas de manhã, e ficava com as tardes livres para ver e viver Londres. Fiquei irremediavelmente afeiçoado à cidade, e mais tarde, quando se colocou a hipótese de fazer o Doutoramento, Londres foi a escolha óbvia.

Além dos seis anos curriculares, era necessário realizar quatro meses de estágio na indústria para obter o Diploma. Era costume aproveitar as férias para ir fazendo alguns meses de estágio, antes de terminar o curso. Eu queria fazer os estágios no estrangeiro, mas o número de vagas oferecidas pelo IAESTE (*International Association for the Exchange of Students for Technical Experience*) era relativamente reduzido. A delegação do IAESTE funcionava no IST, e os alunos do Porto normalmente só conseguiam estágio no 6º ano. Contudo, no meu quinto ano obtive um estágio na Noruega através de um amigo do meu Pai. Mais uma vez, a bolsa da Mobil ajudou a pagar a viagem; quanto ao estágio, foi remunerado (950,00 Nkr) e foi este o meu primeiro salário. Passei o mês de Setembro de 1967 em Sarpsborg, na empresa *Borregaard*, que se dedicava à produção de pasta de celulose, aproveitando depois o licor negro para obter uma série de produtos químicos. Era o que hoje se chama uma Biorefinaria. Durante o estágio tive oportunidade de trabalhar à escala laboratorial no “cozimento” de madeira de eucalipto, produção de pasta de celulose, e desenvolvimento de protocolos para o seu branqueamento.

Concluí a parte curricular do curso em Julho de 1968, e desta vez consegui o almejado estágio através do IAESTE, mas resolvi iniciá-lo só após as férias. Em Outubro viajei para a Holanda na companhia do Serafim Tavares, meu colega de curso. O Serafim fez o seu estágio em Amsterdão, enquanto que o meu decorreu na empresa *Koninklijke Nederlandse Zoutindustrie (KNZ)*, em Hengelo, que se dedicava à extracção de sal-gema, usado depois na produção de cloro, soda cáustica e produtos orgânicos clorados. Esta unidade industrial passou a fazer parte do grupo Akzo Nobel em 2014. O meu trabalho consistiu no estudo das condições de aquecimento e cozedura de blocos de areia e soda cáustica para construção civil. Foi então que me apercebi das limitações curriculares do nosso curso de Engenharia Química, quando o meu supervisor de estágio me passou para as mãos o tratado “*Conduction of Heat in Solids*”, de Carslaw e Jaeger... Mas

o estágio acabou por ter um cariz bastante prático. A estadia na Holanda foi muito interessante, pois fiquei alojado no *campus* da Universidade de Twente (THT) em Enschede, que tinha então apenas cinco anos de existência. O convívio com os 20 estudantes da minha residência foi uma experiência inolvidável. Ao fim de dois meses viajei para Amsterdão, onde estive uns dias com o Serafim a festejar o *Sinterklaas* (Santa Claus), e depois regressámos juntos a Portugal para passar o Natal.



Figura 1 - Curso de Engenharia Química da FEUP'68. Eposende, Queima das Fitas, Maio de 1968.

No início de 1969 ainda me faltava um mês de estágio, que acabei por realizar numa estampanaria de tecidos, no Porto. Pude então requerer o diploma (que chegou com data de 25 de Julho), mas tinha pela frente a perspectiva de um ou dois anos de inactividade até ser chamado para cumprir o serviço militar obrigatório, já que não era fácil conseguir emprego na indústria antes de ter essa situação resolvida. Decidi então apresentar-me no Laboratório de Química Industrial (LQI) para saber se havia alguma vaga para Assistente, apesar de eu não ter nessa altura qualquer intenção de seguir a carreira universitária. Era apenas uma situação de recurso, face às circunstâncias. E de facto precisavam de Assistentes, e eu fui admitido juntamente com outros colegas já com experiência industrial (António Siza Vieira, Daniel Pinto). Com efeito, o vínculo não exigia tempo inteiro; o contrato de 2º Assistente era para leccionar 12 horas de aula por semana, a que correspondia um vencimento mensal de 3.600 escudos. Embora o

meu contrato só tivesse sido formalizado em 24 de Outubro de 1969 (o extravio de um documento, o certificado de registo criminal, atrasou o processo), comecei a participar nas reuniões do Corpo Docente do LQI em Junho.



Figura 2 - Diploma de Funções Públicas de J.L. Figueiredo (Reitoria da UP, 24 de Outubro de 1969).

O Professor Guedes Carvalho escolheu-me para seu Assistente nas cadeiras de Indústrias Químicas I (5º ano) e II (opcional no 6º ano). Foi nesse ano que se introduziu a Termodinâmica no programa (em ambas as cadeiras), que tive que estudar de raiz. Portanto, apesar de só ter 12 horas de aula por semana, tive de facto que trabalhar a tempo inteiro, para estudar esta matéria nova. Além das aulas práticas, ainda leccionei as teóricas durante algumas semanas, quando o Professor Guedes Carvalho se ausentou para Angola, onde dirigia o Curso de Engenharia Química nos Estudos Gerais Universitários de Luanda.

Foi numa conversa ocasional com um colega (Gaspar Prata Dias) que soube da possibilidade de adiar a incorporação no serviço militar até aos 30 anos, para efeito de Doutoramento. Como já referi, nunca fora minha intenção seguir a carreira universitária; mas a perspectiva de poder ser mobilizado para o “Ultramar” também não me agradava, pelo que fazer o Doutoramento me pareceu uma excelente alternativa. E, como reza o ditado, “enquanto o pau vai e vem, folgam as costas...” De facto, como se veio a verificar, foi uma decisão acertada, já que, entretanto, ocorreu a revolução de Abril; e quando regresssei do Doutoramento, em Janeiro de 1975, passei à reserva e nem cheguei a fazer serviço militar.

Uma vez tomada a decisão de fazer o Doutoramento em Londres, havia que escolher a escola, o tema e o orientador. Eu já tinha anteriormente tentado fazer um estágio no *Imperial College* (no Departamento de Química) por recomendação do Professor Humberto de Almeida, que fora o regente das disciplinas de Química Inorgânica (1º ano) e de Química-Física (3ºano), nas quais eu obtivera excelentes classificações (18 valores, em ambas as disciplinas). Esse estágio não se concretizou porque o *Imperial College* tinha passado a cobrar uma propina (anual) elevada, que não era razoável dispender para passar apenas 1 mês. Voltei a Londres em Setembro de 1969, para uma semana de férias, e numa das minhas excursões a uma das excelentes livrarias londrinas comprei o livro “*Chemical Reactor Theory – An Introduction*”, de K. Denbigh, Professor de Engenharia Química no *Imperial College of Science and Technology*. O livro apresentava uma abordagem muito simples e fácil para uma iniciação ao estudo dos reactores químicos, tema que, como muitos outros temas importantes, estivera ausente do currículo da Licenciatura quando eu a frequentei. Resolvi então escrever ao Professor Denbigh, pedindo-lhe que me aceitasse como doutorando. Passado algum tempo recebi uma carta do Director do Departamento de Engenharia Química e Tecnologia Química do *Imperial College*, informando que o Professor Denbigh já se tinha jubilado, mas instando-me a apresentar a minha candidatura a um dos temas de Doutoramento oferecidos

pelo Departamento. Não havia reactores químicos; o tema que mais se aproximava era “Catálise Heterogénea”, oferecido pelo Dr. David Trimm. Foi uma escolha feliz (*serendipity*, de novo): não só o David Trimm tinha o grupo mais dinâmico, bem financiado e mais internacional do Departamento, como também o tema que me propôs estudar continua a estar sob as luzes da ribalta, passados quase 50 anos.

O Professor Guedes Carvalho não me colocou qualquer entrave quando lhe apresentei a minha intenção de seguir para Doutoramento. Apenas me perguntou se eu não preferia ir para Luanda, onde também precisavam de assistentes. Mas o meu objectivo era o oposto, o que eu queria era ir para longe de África. Ele não conhecia ninguém no *Imperial College*, mas concordou com a minha escolha e escreveu um parecer favorável, que foi essencial para eu obter uma bolsa do Instituto de Alta Cultura (IAC). Só vários anos depois, já de volta à FEUP, me apercebi de como tinha sido afortunado, em comparação com colegas de outros Departamentos e Escolas que se deparavam com a oposição ou má vontade dos seus superiores hierárquicos, que não facilitavam a vida a quem se queria doutorar.

Cheguei a Londres em Outubro de 1970, e tive outra agradável surpresa, já que encontrei mais dois portugueses no grupo do David Trimm, ambos provenientes da Universidade de Lourenço Marques: Luís Sousa Lobo e Manuel Perinhas Sena. O Luís estava já na recta final do seu Doutoramento, focando a formação de carbono por decomposição de hidrocarbonetos em metais, e foi este o trabalho que me foi proposto continuar. O processo era estudado com uma microbalança que permitia seguir em contínuo a variação de peso do catalisador (uma lâmina metálica) à medida que se depositava o carbono, obtendo-se resultados cinéticos muito rigorosos. Esta metodologia permitia seguir a cinética da reacção *in-situ*, contrastando com estudos anteriores em que a velocidade de deposição de carbono era medida pesando o catalisador antes e depois da reacção. Nessas condições obtinha-se apenas uma velocidade média, e não era possível, por exemplo, detectar períodos de indução ou de desactivação. O Luís tinha feito um extenso estudo exploratório, usando diversos hidrocarbonetos e distintos metais. A análise dos resultados cinéticos (obtidos em Fe, Ni, Co) conduziu à proposta de um mecanismo inovador (envolvendo a difusão do carbono no metal), que ainda hoje é referido a propósito do crescimento de carbono filamental (nanofibras e nanotubos de carbono). O Luís defendeu a sua Tese em Junho de 1971, mas ficou mais alguns meses para um pós-doutoramento com o Lester Kershenbaum. Entretanto, decidiu apresentar o seu mecanismo no 5º Congresso Internacional de Catálise, que se realizou em Miami, em Agosto de

1972. O Congresso de Catálise era um evento extremamente selectivo, com uma taxa de aceitação de trabalhos de cerca de 25%; quer isto dizer que era mais fácil publicar no *Journal of Catalysis*.... O David preferia publicar em revista, mas o Luís teimou e levou a sua avante. Foi um enorme erro estratégico, sobretudo porque ele já tinha discutido as suas ideias com o Terry Baker, durante uma visita a Harwell⁹. O Terry Baker aproveitou a dica para explicar as suas observações *in-situ* sobre o crescimento de filamentos de carbono usando a técnica de microscopia electrónica sob atmosfera controlada, que publicou no *J. Catalysis* em Julho de 1972. E foi assim que o mecanismo tão brilhantemente desenvolvido pelo Luís Sousa Lobo (e descrito na sua Tese de 1971) passou à história como sendo o *Baker's mechanism*...

O meu tema de Doutoramento, formação de carbono em catalisadores de *steam-reforming*, envolvia o estudo da deposição de carbono e da sua gasificação em catalisadores de níquel. Comecei por estudar o processo de deposição a partir de propeno em lâminas de níquel; seguidamente, a gasificação desses depósitos com hidrogénio e com vapor de água; e depois passei para o catalisador industrial de Ni/Al₂O₃ da ICI, empresa que financiava o projecto. Nestes estudos usei uma instalação análoga à do Luís, mas incorporando uma microbalança de maior capacidade (100 mg, em vez de 10 mg). Enquanto ele tinha usado um sistema fechado, em que os reagentes (hidrocarbonetos e hidrogénio) eram doseados para dentro da microbalança nas proporções desejadas, operando a pressões subatmosféricas, eu usei a microbalança em contínuo e à pressão atmosférica, alimentando uma mistura de gás inerte com os reagentes (propeno e hidrogénio na deposição, vapor de água ou hidrogénio na gasificação).

Durante os dois primeiros trimestres do ano lectivo 1970/71 tive que frequentar o Curso de Mestrado (MSc) em Engenharia Química, já que o diploma da UP não permitia o acesso directo ao Doutoramento. Só depois de ser aprovado nos exames (realizados em três dias consecutivos) pude finalmente inscrever-me como aluno de doutoramento. Simultaneamente, completei e modifiquei a minha instalação experimental. O Departamento proporcionava um excelente apoio técnico, com oficinas de vidro, mecânica e electrónica, além de laboratórios de análises e várias bibliotecas. Frequentei um curso de soprador de vidro que me facilitou muito a vida, permitindo-me fazer pequenas reparações na minha instalação. O forno e o controlador de temperatura foram também projectados e construídos nas oficinas do Departamento.

⁹ *Atomic Energy Research Establishment, A.E.R.E., Harwell, Didcot, Berkshire, U.K.*

A partir de 1971 começaram a chegar mais colegas de Portugal para fazer Doutoramento no *Imperial College*; o grupo mais numeroso provinha da Eng.^a Mecânica do IST, mas havia também muita gente vinda da Universidade de Lourenço Marques. Da FEUP veio o Manuel Jerónimo, e mais tarde o João Mendonça (ambos tinham sido meus alunos em Indústrias Químicas II); de Coimbra chegou o José Romão de Sousa. Conheci o César Sequeira (do IST) acidentalmente, à saída da estação de Metro de *South Kensington*. Ele estava num obscuro *College* a estudar corrosão, mas depois mudou-se para o Departamento de Metalurgia do *Imperial College*.

Em Setembro de 1971 participei, com o Sousa Lobo, na *Summer School in Catalysis and the Solid-Gas Interface*, organizada pelo *Royal Institute of Chemistry* na Universidade de Bradford. Foi aí que conheci alguns dos mais conceituados *experts* da Catálise: M.W. Roberts (U. Bradford), Dennis Dowden (ICI), Wolfgang Sachtler (Shell), L. van Reijen (T.U. Delft), Sidney Andrew (ICI), W.J. Thomas (U. Bath), Geoffrey Bond (Brunel Univ.), Kenneth Sing (Brunel Univ.), J.C. Rivière (AERE, Harwell), P.G. Ashmore (UMIST), e um jovem Professor, Julian Ross, que anos mais tarde seria o examinador da minha tese.

No *Imperial College* havia também um excelente ambiente académico, com Seminários e *Discussion Meetings* organizados regularmente, aos quais os doutorandos eram incentivados a assistir. Recordo, em particular, a palestra do Professor R. Aris (em 21 de Janeiro de 1972) sobre "*The peculiar fascinations of the theory of diffusion and reaction*". Sir Eric Rideal (um dos grandes vultos da Catálise) era visita assídua do Laboratório do David Trimm, apesar dos seus oitenta anos. Ele costumava fazer a ronda pelos numerosos (mais de uma dezena) doutorandos do David, inteirando-se dos respectivos projectos, oferecendo valiosas sugestões, e indicando os artigos mais recentes publicados sobre os diversos temas! O seu conhecimento enciclopédico e perfeitamente actualizado nunca deixou de me surpreender.

Em 9 de Fevereiro de 1972 participei, ainda com o Luís Sousa Lobo, no Simpósio "*Future Trends in Chemical Engineering*" na Universidade de Surrey, em Guildford, organizado por "*The Institution of Chemical Engineers*". O Luís tinha andado a promover uma série de reuniões, com os colegas portugueses do *Imperial College*, sobre os *curricula* de Engenharia Química, e este Simpósio veio mesmo a calhar. As palestras estiveram a cargo de três "pesos pesados" da Engenharia Química: P. Danckwerts, S. Andrew e D. Davies. Da primeira recordo a frase "*Chemical Engineering Research: Not an end in itself, but a means to an end*". Da palestra de S. Andrew, com o provocativo título "*Technological King or Computer Slave: The choice for future Chemical Engineers*", retive o aviso: "*too*

early overspecialization leads to inflexibility, which generally produces extinction". A terceira, "*Discontinuities in the future of the Chemical Industry*", alertou-nos para as implicações de um mundo em mudança.

Em Março de 1972 viajei até à Universidade de Glasgow para fazer a minha primeira apresentação oral, numa Conferência sobre "*Low temperature carbon deposition*". A comunicação que apresentei, "*Low temperature carbon deposition on nickel*", baseava-se muito no trabalho que o Sousa Lobo iria levar ao 5º Congresso Internacional de Catálise (de que também fui co-autor), mas incluía já os meus primeiros resultados experimentais. Foi uma excelente oportunidade para conhecer alguns cientistas importantes, como o Professor Harry Marsh (Univ. Newcastle) e o Terry Baker (A.E.R.E., Harwell). O Terry Baker apresentou uma comunicação sobre "*Mechanism of filamentous carbon formation from catalysed decomposition of acetylene*". A técnica de microscopia *in-situ* que ele desenvolveu permitia observar o catalisador metálico em acção, promovendo o crescimento dos filamentos de carbono. O mecanismo que ele propunha era semelhante ao do Sousa Lobo, mas invocava um gradiente de temperatura (que ele justificava pela exotermicidade da decomposição do acetileno) para explicar a difusão do carbono no metal, o que era obviamente um disparate. Qualquer aluno de Engenharia Química sabe que a transferência de massa resulta de um gradiente de concentração (ou melhor de actividade); um gradiente de temperatura conduz à transferência de calor. Por outro lado, a formação de carbono filamentar é igualmente observada a partir de hidrocarbonetos cuja decomposição é endotérmica (por exemplo, o metano ou os butenos). Mas, sobretudo, não se pode invocar como causa de um fenómeno a sua consequência (Princípio da Causalidade)!

Em Abril participei em mais dois Seminários interessantes no *Imperial College*, um sobre novas técnicas de caracterização de carbono e grafite (TEM, HRTEM, RHEED, XPS)¹⁰, onde voltei a encontrar o Harry Marsh; e outro sobre catalisadores óxidos de elevada área superficial, com palestras de Dennis Dowden, R. Moss e K. Sing, entre outros. Durante 1972 e 1973 fui acumulando uma grande quantidade de resultados sobre formação de carbono a partir de propeno (com e sem hidrogénio), e sobre a sua subsequente gasificação (com hidrogénio e vapor de água), sobre lâminas de Ni e catalisadores de Ni/Al₂O₃. De 3 a 5 de Abril de 1973, participei em mais um Simpósio muito formativo,

¹⁰ TEM: Microscopia electrónica de transmissão; HRTEM: TEM de elevada resolução; RHEED: Difracción de electrões de elevada energia em incidência rasante; XPS: Espectroscopia de fotoelectrões excitados por raios-X.

organizado pelo David e pelo Kerry Pratt, sobre *"Catalysis by supported metals. Industrial uses of supported metal catalysts"*.

O Ministro Veiga Simão, acompanhado pelo Presidente do IAC (Professor Victor Crespo), promoveu (creio que em Fevereiro de 1974) uma reunião em Londres com todos os bolsеiros que estavam em Inglaterra, para se inteirar de eventuais problemas. A maior preocupação dos meus colegas era a situação militar, já que muitos se encontravam na condição de "refractários"; não era o meu caso, eu tinha a situação regularizada. O Ministro anunciou então uma medida que veio simplificar significativamente o regime de equivalência dos Doutoramentos obtidos no estrangeiro. Desde que a Instituição estrangeira constasse da lista de Instituições aprovadas *a priori* (muito pragmaticamente, essa lista incluía todas as escolas onde havia doutorandos portugueses), bastava um simples requerimento (em papel selado, como era norma) para que a equivalência fosse concedida de forma automática. Esta foi a primeira vez que entrei na nossa Embaixada; a segunda vez seria já depois da Revolução de Abril, quando todos os portugueses residentes em Londres foram convidados para uma confraternização com o Ministro Mário Soares.

A minha filha Samanta nasceu em Janeiro de 1974. Eu tinha já resultados suficientes para a Tese, mas não estava com grande pressa de regressar ao País. Depois ocorreu a revolução de Abril, e foi então que comecei a estruturar o trabalho e iniciei a escrita. Em 10 e 11 de Julho participei numa conferência sobre *"Recent Developments in Industrial Catalysis"*, organizada em Londres pela *Faraday Division* da *Chemical Society*. Era uma excelente ocasião para apresentar os meus resultados mais interessantes sobre *"Gasification of carbon on metal based catalysts"*, mas à última hora o David decidiu ser ele a apresentar o trabalho. Dois meses depois tive nova oportunidade: apresentei uma comunicação sobre *"Low temperature carbon deposition on nickel"* na *4th London International Carbon and Graphite Conference*, organizada pela *Society of Chemical Industry* (23 a 27 de Setembro). Foi aí que, pela primeira vez, me cruzei com o Professor Hanns-Peter Boehm, pioneiro e autor de referência no contexto da química superficial dos materiais de carbono, tema em que o Laboratório de Catálise e Materiais (LCM) se notabilizaria vinte e cinco anos depois. Entretanto, redigi uma comunicação sobre *"Gasification of carbon deposits on nickel catalysts"*, que foi aceite para apresentação no 4^o Simpósio Ibero-Americano de Catálise, que se realizaria no México, em Novembro de 1974. Mas não pude participar nesse Simpósio, pois o IAC não me concedeu subsídio para a deslocação. Este revés acabaria por ter uma consequência feliz, já que o trabalho foi posteriormente submetido e publicado sem qualquer problema no *Journal of*

Catalysis. A minha primeira publicação em revista talvez não tivesse existido se o IAC me tivesse concedido o subsídio para ir ao México...

A euforia do 25 de Abril acabou por me contagiar, e eu resolvi apressar as coisas para regressar quanto antes. Empacotei os meus pertences e enviei a Família de barco para Lisboa, no início de Outubro. Fiquei sozinho para tentar submeter a dissertação até ao final do mês, que era a data limite para poder ainda defender a Tese até ao final do ano. Tinha decidido que era preferível fazer eu mesmo todas as tabelas (que eram extensas, pois tinha centenas de ensaios realizados), para evitar gralhas e poupar tempo. Já tinha adquirido uma máquina de escrever para esse efeito. Algumas figuras foram feitas no computador. O Jerónimo tinha desenvolvido uma sub-rotina de optimização (minimizando o somatório do quadrado dos desvios) que me foi muito útil para fazer os ajustes lineares dos gráficos de Arrhenius. O computador existente ainda funcionava com cartões perfurados.... As outras figuras foram feitas à mão. Era prática corrente entregar as teses para dactilografar às secretárias do *Imperial College*, que iam fazendo o trabalho nas horas livres. Mas eu estava com pressa, e resolvi contratar uma agência de dactilógrafas que me prometeu o serviço numa semana. Apesar dos meus cuidados, ainda foi preciso refazer grande número de páginas. Eu estava consciente de que alguns termos poderiam ser controversos; por exemplo "*adsorption*" era uma palavra muito recorrente na minha Tese, e que poderia ser confundida com "*absorption*"; por isso, tive o cuidado de fazer uma cópia bem legível do manuscrito. A dactilógrafa que me calhou percebeu muito bem o que eu escrevera, mas achou que estava errado e corrigiu-me o manuscrito com lápis vermelho, escrevendo sempre "*absorption*"! Depois desta saga, ainda faltava fotocopiar tudo e encadernar o número necessário de exemplares. Acabei por falhar a meta por uma semana, e a defesa da minha Tese foi agendada para o início de Janeiro. Passei as últimas semanas em Londres a empacotar a minha papelada, que despachei para o Porto por via aérea. E depois vim passar o Natal com a Família.

Prestei provas a 7 de Janeiro de 1975. A defesa da Tese foi à porta fechada, como era usual; só estava eu, o meu orientador e o examinador externo (Julian Ross, Professor da Universidade de Bradford, como já referi). A Tese não levantou objecções de maior. O único ponto controverso foi a referência à formação de uma fase de carboneto de níquel, de que não havia evidência experimental; mas o Julian Ross aceitou a interpretação de que se tratava de um carboneto superficial ("*surface carbide*"), ou seja, átomos de carbono adsorvidos quimicamente no níquel, como viria a ser posteriormente demonstrado por McCarty e Wise. A única alteração que tive que fazer foi uma legenda mais

detalhada de um conjunto de imagens de microscopia, em que não estavam claramente identificadas as condições experimentais correspondentes. O grau de Doutor (PhD) pela Universidade de Londres foi-me formalmente conferido em 26 de Fevereiro, juntamente com o Diploma do Imperial College (D.I.C.). E em 26 de Abril, por despacho do Director-Geral do Ensino Superior, foi-me concedida a equiparação ao Doutoramento em Engenharia Química e em Química pelas Universidades Portuguesas.

Naquela altura, não era habitual publicar os resultados antes da defesa da Tese, para garantir a sua originalidade. Em 28 de Janeiro de 1975 fui notificado da aprovação nas minhas provas, e de que a Tese era adequada para publicação. Eu já tinha combinado com o David que seriam três os artigos a publicar: um sobre gasificação do carbono; outro sobre formação de carbono, com as modificações propostas ao mecanismo do Sousa Lobo, a análise da zona intermédia de temperatura, e o efeito do hidrogénio na formação de “carbono encapsulante”; e outro sobre a formação de carbono no catalisador industrial. A publicação destes artigos seria uma das minhas prioridades após o regresso ao Porto.

3. LINHA 3 - CATÁLISE HETEROGÉNEA @ CEQ [1975-1993]

3.1. *OUVERTURE* EM TEMPOS DO PREC

Regressei à FEUP em Janeiro de 1975, logo após a defesa da minha Tese de Doutoramento. Tinha pedido para leccionar as cadeiras de Processos Químicos (PQ I e PQ II), mas o serviço docente já tinha sido distribuído quando cheguei, pelo que me atribuíram alguns Seminários (que orientei sobre temas de Catálise), tendo ficado estabelecido também que eu daria um conjunto de aulas em PQ II, durante as últimas quatro semanas do curso. O programa que escolhi para essas aulas incluiu uma introdução à Catálise Heterogénea e a análise da competição entre difusão e reacção química em catalisadores porosos. Foi então que conheci o José Órfão, que se distinguiu como aluno interessado e com excelente aproveitamento, e que posteriormente viria a ser um colaborador leal e dedicado durante todo o meu percurso académico.

A situação em que se encontrava o Departamento¹¹ de Engenharia Química, no início de 1975, era caótica e “explosiva”. Na sequência da Revolução de 25 de Abril de 1974, os alunos tinham conseguido concretizar uma reivindicação antiga, nomeadamente a transferência dos “Preparatórios de Engenharia” para a FEUP. Só que não havia uma infraestrutura apta para receber os alunos dos dois primeiros anos. Faltavam salas de aula e laboratórios (sobretudo no caso da Eng.^a Química); e faltavam também docentes. Em particular, as aulas dos alunos inscritos no 2º ano ainda não tinham começado! Como eu tinha ficado com pouco serviço docente, ofereci-me para ajudar a resolver a situação. Uma das disciplinas que estavam ainda sem docente atribuído era a Química Orgânica II. Escolhi um programa focado em Química Orgânica Industrial, com um conjunto de trabalhos práticos laboratoriais. Arranjei um assistente da FCUP para colaborar nas aulas práticas, que funcionaram no laboratório do costume (no edifício das Biomédicas, onde eu tivera as práticas de Química Inorgânica quando fui aluno, no ano lectivo 1962/63); apenas as aulas teóricas funcionaram na Rua dos Bragas. Arranquei com as aulas do 1º Semestre em Fevereiro, mas as outras disciplinas só começaram 1 mês mais tarde!

No que respeita à investigação, fui imediatamente integrado no “Centro de Estudos de Química Nuclear” (CEQN), então dirigido pelo Professor Rodrigo Guedes Carvalho. Aí propus a criação de uma linha de investigação em Catálise

¹¹ A organização em departamentos só seria consignada na lei em 1980, mas esta designação começou a ser usada na FEUP na década de 1970.

Heterogénea. Normalmente só obteria financiamento após aprovação por parte do IAC (o que veio a ocorrer em Outubro de 1975). No entanto, o Professor Guedes Carvalho decidiu adiantar-me a quantia de 300.000 escudos para compra de equipamento. Foi-me também atribuído um espaço laboratorial (uma sala com cerca de 18 m²), e o apoio de um auxiliar de investigação a 50% (Hermenegildo Sousa Vale).

Em 1975 estávamos em pleno “PREC” (Processo Revolucionário em Curso). Democratizar era a palavra de ordem. Havia “Assembleias Gerais” da Faculdade, do Departamento e do Centro. Elaboravam-se Regulamentos, e elegiam-se Comissões “Paritárias” e outras aberrações. Os alunos, que estavam obviamente em maioria, achavam-se no direito de impor “democraticamente” os seus pontos de vista, mesmo em matérias para as quais não eram competentes (como por exemplo, o ensino e a investigação). Os docentes, sobretudo os mais antigos, eram “umas feras”, que era preciso “abater”, ou pelo menos, “domesticar”. Se fosse necessário, recorria-se às “Comissões de Saneamento”. Ao fim de alguns meses, e depois de ter presenciado muitas cenas caricatas, decidi que não valia a pena perder tempo com tais “Assembleias” e passei a concentrar os meus esforços no Centro, onde os alunos não tinham interferência. Finalmente, o Decreto-Lei 781/76, publicado em 26 de Outubro de 1976, veio pôr fim ao descalabro. Mas em termos de investigação, 1975 e 1976 foram anos perdidos. Entretanto o IAC foi extinto, e em seu lugar surgiu o INIC (Instituto Nacional de Investigação Científica). Foi aprovado um novo Regulamento para o Centro, que passou a chamar-se Centro de Engenharia Química (CEQ). Recordo-me que a decisão sobre o novo nome foi aprovada em Assembleia, ao fim de muitas horas de discussão, com um argumento bastante pragmático: é que para converter “CEQN” (como estava na fachada do edifício) em “CEQ”, bastava retirar a letra “N”! E não havia orçamento para implementar outras designações alternativas que tinham sido sugeridas... O CEQ passou a ser governado por uma Comissão Directiva, e eu fui eleito “Secretário” (ou seja, Director; mas esta era uma designação inaceitável nos tempos do PREC), cargo que assumi durante dois anos consecutivos.

Eu queria continuar a desenvolver o tema da minha Tese (formação e gasificação de carbono em metais, nomeadamente “carbono filamentar”, que era então um “*hot topic*”); mas queria também apetrechar-me de forma a poder preparar, caracterizar e testar diferentes tipos de catalisadores. Além disso, tinha ficado interessado pelo carvão activado, depois de ler uns artigos do Professor Harry Marsh (Universidade de Newcastle) durante a fase final do meu Doutoramento em Londres. Assim, estabeleci como objectivos da **Linha nº 3** –

Catálise Heterogénea o estudo da catálise aplicada e da adsorção, nomeadamente: i) Preparação, caracterização, desactivação e regeneração de catalisadores; ii) Preparação de carvões activados e suas aplicações na adsorção de gases e eliminação de poluentes gasosos.

As minhas prioridades foram a aquisição e instalação dos equipamentos, nomeadamente uma microbalança para poder continuar os estudos iniciados em Londres; e a publicação dos três trabalhos resultantes da minha Tese. O primeiro artigo foi submetido ao *Journal of Catalysis* em Fevereiro de 1975, e publicado em Novembro [*J. Catal.* 40 (1975) 154-159].

Adquiri a microbalança (*C.I. Electronics Mk2 B*) e alguns equipamentos acessórios por importação directa¹², e encomendei um cromatógrafo VARIAN 1420 (com detector de condutibilidade térmica) à empresa Emílio de Azevedo Campos (cerca de 147.000 escudos). A instalação da microbalança requeria cuidados especiais, para minimizar o efeito de eventuais vibrações. O Sousa Vale construiu, sob minha orientação, uma estrutura em *Dexion* com painéis de madeira, onde foram acomodadas as unidades de controlo da microbalança e um registador potenciométrico; a microbalança foi fixada numa cantoneira de ferro embebida num bloco cilíndrico de betão; e o forno tubular (*home-made*) foi montado sobre dois varões de alumínio com uma roldana e contrapeso, permitindo o seu movimento na vertical de forma a poder posicionar-se em volta do reactor acoplado à microbalança. A construção do forno baseou-se num artigo de L.R. Barrett, docente do *Imperial College*, [*Making laboratory research furnaces, Research*, 6 (1953) 61-67], mas arranjar componentes e materiais não foi uma tarefa trivial. Havia no mercado tubos de sílica e cerâmica para fornos tubulares, mas não tinham as dimensões que eu pretendia (4 cm de diâmetro interno). Consegui finalmente encomendar os tubos adequados na empresa “Cerâmica do Fojo”, em Canidelo, V.N. de Gaia, onde também comprei cimento refractário (“Fojosil”). O Engenheiro encarregado da fábrica foi muito prestável, e ficou feliz por poder colaborar com a FEUP. Produziu expressamente para mim, à medida, uma série de tubos cerâmicos (o custo foi de 980 escudos) que depois foram cortados em secções de 20 e 30 cm, e que abasteceram a Linha 3 do CEQ durante mais de uma década, até surgir a empresa TERMOLAB (Águeda), à qual passámos a adquirir os nossos fornos. Comprei uma bobina de fio *Kanthal DSD*, termopares tipo K (*Chromel-Alumel*) e um saco de vermiculite (material isolante)

¹² O apoio da Maria Idalina Silva, funcionária administrativa do CEQ, foi essencial neste processo. As despesas de aquisição da microbalança ficaram em cerca de 47.000 escudos.

em lojas da baixa portuense. Ensinei então o Sousa Vale a fazer o enrolamento da resistência sobre o tubo cerâmico. Depois de recoberto com cimento refractário, e uma vez seco o cimento, o tubo era inserido numa caixa paralelepípedica com as dimensões de 20 cm x 15 cm x 15 cm, construída com cantoneiras *Dexion* e placas de material isolante, e cheia com a vermiculite. O enrolamento devia ter uma resistência total entre 30 a 40 Ω para alcançar as temperaturas desejadas. Para a leitura das temperaturas comprei um potenciómetro portátil (cerca de 8.000 escudos), idêntico ao que tinha usado em Londres (*Croydon Precision Instruments, type P6*) com escalas adequadas aos diferentes tipos de termopares. Nos primeiros ensaios usámos um transformador variável (*Variac*) para regular a temperatura, posteriormente substituído por um controlador *Eurotherm* (cerca de 9.000 escudos). Adquiri ainda dois registadores potenciométricos (cerca de 52.000 escudos), válvulas doseadoras *HOKE Millimite* (8.000 escudos), torneiras de vidro para vácuo *J. Young* (5.000 escudos) e material de vidro *Quickfit* (4.000 escudos). Encomendei à empresa Ar Líquido um recipiente para azoto líquido TC5 com dispositivo para transvasamento (cerca de 12.000 escudos), e um cilindro B5 (1 m³) de propeno liquefeito, equipado com manorredutor adequado (cerca de 7.000 escudos). A instalação da microbalança ficou operacional em 1977, e começou a ser usada pelo José Órfão logo que se incorporou na Linha 3.



Figura 3 - Equipamentos originais da Linha 3 (microbalança, reactor, forno, registador, unidades de controlo da microbalança e do forno, potenciómetro para leitura das temperaturas).

Em meados de 1975 fui contactado pelo Professor Manuel Farinha Portela, do IST, a propósito da organização do 5º Simpósio Ibero-americano de Catálise. No ano anterior, no México, ficara decidido que Portugal seria a sede do Simpósio seguinte, em 1976, e alguém teria sugerido o meu nome para o organizar. Mas eu não tinha ainda condições para tal, obviamente. O Professor Portela, que se tinha doutorado em 1972 e dirigia no IST um projecto de investigação financiado pelo INIC, assumiu então a organização do evento e convidou-me para integrar as respectivas Comissões Organizadora e Executiva. E foi assim que, a partir de Julho de 1975, passei a ter reuniões frequentes no IST, onde fui encontrar o meu colega de curso Fernando Ramôa Ribeiro, com quem estabeleceria posteriormente uma frutuosa e intensa colaboração no âmbito da Catálise. O Simpósio realizou-se em Lisboa, na Fundação Calouste Gulbenkian, de 25 a 30 de Julho de 1976, e constituiu um enorme sucesso. Apresentei aí o segundo trabalho da minha Tese, que depois foi publicado num dos números especiais da Revista Portuguesa de Química dedicados ao evento [J.L. Figueiredo, D.L. Trimm, *Kinetics of carbon deposition on steam-reforming catalysts*, Rev. Port. Quím. 19 (1977) 363-368].



Figura 4 - Convívio em Salvaterra de Magos (27 de Julho de 1976), programa Social do 5º Simpósio Ibero-americano de Catálise. Na foto: Pio Forzatti (Politécnico de Milão), Maria João Pires, Fernando Ramôa Ribeiro, Maria Teresa Lemos, José Figueiredo, Margarida Côrte-Real, Francisco Oliveira, Alice Cabrita e H. Noller (Univ. Viena).

O Alírio Rodrigues, que também tinha concluído o curso comigo em 1968, foi contratado como Professor Auxiliar da FEUP em Setembro de 1976. O Alírio tinha ido para Angola fazer os estágios curriculares, e começou a dar aulas como colaborador científico na Universidade de Luanda em Janeiro de 1969, tendo sido contratado como 2º Assistente em Outubro desse ano. De Agosto de 1970 até ao fim de Outubro de 1973 frequentou a Universidade de Nancy, onde obteve o *Diplome d'Études Approfondies* (DEA) em Outubro de 1971, e o grau de *Docteur Ingénieur* em Outubro de 1973. O seu trabalho focou a aplicação dos métodos da Engenharia Química à Permuta Iónica, sob orientação de Pierre Le Goff e Daniel Tondeur. Em Maio de 1974 prestou provas de Doutoramento na Universidade de Luanda, tendo sido provido como Professor Auxiliar em Novembro do mesmo ano. Em Outubro de 1975 (pouco antes da independência de Angola) regressou a Portugal, tendo sido contratado pelo Instituto Universitário de Évora em Janeiro de 1976. Em Julho desse ano obtém a Agregação no IST. Ao chegar à FEUP, o Alírio criou no CEQ uma linha de investigação sobre “Processos de Separação e Reacção em Meios Porosos e Dispersos”, e veio partilhar comigo um gabinete no edifício do CEQ. Nos anos seguintes iríamos colaborar em vários projectos de investigação e muitas outras iniciativas.

Entretanto, o terceiro artigo da minha tese (focando a formação de carbono em catalisadores de níquel), que eu tinha submetido ao *Journal of Catalysis*, veio devolvido para “*major revisions*”. Os revisores questionavam sobretudo o mecanismo que eu propunha, envolvendo a formação de um carboneto superficial para a qual não havia evidência experimental directa. O David Trimm, que era co-autor, não ajudou nada; e a minha inexperiência também não me permitiu responder adequadamente e em tempo útil. Só mais tarde me apercebi de que o David tinha “canibalizado” parte dos meus resultados, usando-os num outro trabalho que escreveu com Jens Rostrup-Nielsen (sem sequer referir a minha Tese como fonte), e que submeteu em simultâneo à mesma revista [*J. Catal.* 48 (1977) 155-165]. O meu artigo acabaria por ser depois publicado numa revista de menor impacto [J.L. Figueiredo, D.L. Trimm, *Carbon formation on unsupported and supported nickel catalysts, J. Applied Chemistry and Biotechnology*, 28 (1978) 611-616]. Custou-me muito digerir esta situação, mas um ano depois teria a satisfação de ver a minha “proposta especulativa” sobre a formação de um carboneto superficial validada pelo trabalho de McCarty e Wise [*J. Catal.* 57 (1979) 406-416].

Naqueles anos de euforia revolucionária era difícil arranjar doutorandos. Os Assistentes, que seriam os candidatos naturais, tinham-se convencido de que a exigência do Doutoramento para progredir na carreira docente seria revogada.

Só após a publicação do Decreto-Lei nº 781/76 (de 28 de Outubro) é que se tornou claro que tal não sucederia. A Conceição Alvim procurou-me pouco depois para me solicitar um tema para Doutoramento. Como ela pretendia trabalhar na área da Poluição, propus-lhe estudar a adsorção de poluentes gasosos em carvão activado. O objectivo era combinar adsorção e reacção química, preparando carvões activados impregnados com catalisadores adequados para a oxidação dos poluentes adsorvidos. O José Órfão, que tinha concluído o Curso em Julho de 1976, foi entretanto admitido como Investigador do CEQ para dar apoio à Linha 1, “Química das Terras Raras”, dirigida pelo Professor R. Guedes de Carvalho. Mas em Março de 1977 foi contratado como Assistente eventual da FEUP e passou a integrar a Linha 3, onde veio colaborar em vários projectos de investigação, nomeadamente na gasificação de depósitos de carbono em catalisadores de níquel e na produção de carvão activado a partir de resíduos de madeira e biomassa.

O INIC atribuía um financiamento de base que era suficiente para as despesas correntes da linha de investigação e que permitia manter as coisas a funcionar. Como já referi, tive a sorte de beneficiar de um adiantamento para a aquisição de equipamento, que me permitiu reproduzir na FEUP a instalação experimental com que trabalhara em Londres. O Centro e o Departamento de Eng^a Química (DEQ) assinavam um conjunto de revistas, mas nada havia na área da Catálise, pelo que tive que alocar parte da minha verba de investigação para assinar o *Journal of Catalysis*. As verbas do INIC eram atribuídas com base num Relatório de Actividades (anual), e num Plano de Trabalho para o ano seguinte. Para participação em Congressos podíamos solicitar, quando muito, uma deslocação por ano. Usávamos essa possibilidade para os Congressos Internacionais mais importantes. Para outras deslocações, por exemplo visitas de estudo ou encontros científicos de menores dimensões, nomeadamente em Espanha, onde queríamos estabelecer algumas colaborações, era preciso encontrar outras fontes de financiamento. Foi então que o Alírio e eu lançámos os Cursos de Aperfeiçoamento do CEQ (fomos os precursores da Formação Contínua na FEUP!). Começámos com um Curso de Cromatografia, em Outubro de 1977, que teve um enorme sucesso, com mais de 70 participantes. Seguiram-se outros cursos sobre temas diversos, sempre muito participados, nomeadamente por parte de técnicos de empresas. Entre 1977 e 1984, a Linha 3 do CEQ organizou (só ou em colaboração) um total de 10 Cursos. Os Cursos sobre Cromatografia tinham muita procura (voltámos a este tema em 1979 e 1982). Foi durante um destes cursos que os participantes propuseram a criação de uma Sociedade de Cromatografia; pareceu-me uma boa ideia, mas em vez de uma nova Sociedade

Científica, sugeri criar um Grupo no âmbito da Sociedade Portuguesa de Química (SPQ). Apresentei a proposta, mas a Direcção da SPQ preferiu criar uma Divisão de Química Analítica (sediada na Delegação Norte)¹³.

A aprovação de novos temas de investigação pelo INIC não era fácil; lembro-me de ter proposto o estudo das propriedades das terras-raras como promotores dos catalisadores de conversão dos gases de escape dos automóveis, que não foi aprovado com o argumento de não ter interesse para o País, uma vez que a prioridade era desenvolver o transporte ferroviário, em detrimento do transporte rodoviário (!!!). Intenção muito louvável, sem dúvida, mas que infelizmente nunca chegaria a ser concretizada... Entretanto, a partir de 1978 surgiu a possibilidade de financiamento adicional de projectos pela JNICT (Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica)¹⁴, situação que se manteve até ao início dos anos 90, altura em que o INIC foi extinto.

Durante a estadia no Reino Unido eu tivera já oportunidade de participar em diversas reuniões científicas, que foram essenciais para a minha formação. Apercebi-me da importância destes eventos para trocar ideias e experiências e estabelecer colaborações, o que contrariava a opinião reinante no meio académico do nosso País, onde alguns Professores consideravam a participação em Congressos como “turismo científico”. Nada mais errado; a internacionalização da Linha 3, e os convites para integrar consórcios de projectos nacionais e europeus, ficaram a dever-se, em larga medida, à minha participação assídua em Congressos, e também à organização de Cursos Avançados e outras reuniões científicas.

O 5º Simpósio Ibero-americano de Catálise constituiu uma experiência muito positiva, sobretudo pelos contactos que permitiu estabelecer, e que foram determinantes para o desenvolvimento da Linha 3. Foi nesse Simpósio que conheci o Jesús Pajares, investigador do Instituto de Catálise e Petroquímica de Madrid, onde mais tarde encontrámos apoios fundamentais para a caracterização de catalisadores e adsorventes, nomeadamente no âmbito da tese de doutoramento da Conceição Alvim. Foi igualmente importante o convite do

¹³ Cf. Boletim da Sociedade Portuguesa de Química n.º 12, Ano 4, série II, Outubro 1982, pág. 4. Anos mais tarde, seria de facto criado um Grupo de Cromatografia na SPQ.

¹⁴ No período 1978-1985, a linha 3 obteve financiamento da JNICT através dos contratos n.º 45.78.05 (467.000 escudos), n.º 210.80.27 (450.000 escudos) e n.º 410.82.24 (1.685.000 escudos), além de participar num projecto com o Alírio (contrato 01.78.03, financiado com 125.000 escudos). Estes projectos focaram a preparação de carvões activados e a conversão da biomassa por pirólise e gasificação, temas que estavam então muito em voga.

colega Benjamin Valdman (Professor da UFRJ, Brasil) para participar no Simpósio Ibero-americano seguinte, que se realizaria em 1978 no Rio de Janeiro. Em Agosto de 1977 participei pela primeira vez num *NATO Advanced Study Institute (ASI)*, e fiquei desde logo adepto do formato destes cursos. Em Novembro desse ano realizou-se o 1º Congresso da Ordem dos Engenheiros, e em Janeiro de 1978 foi a vez do 1º Encontro Nacional de Química, organizado pela SPQ. Em ambos apresentei trabalhos. Em Junho de 1978 participei na 3ª Reunião dos Grupos de Adsorção da Real Sociedad Española de Química (RSEQ), em Oviedo, juntamente com uma numerosa delegação nacional, integrando colegas da Universidade do Minho, da FEUP, e da Universidade de Lisboa (nomeadamente a Manuela Brotas de Carvalho, que tinha realizado o seu trabalho de Doutoramento em Madrid, precisamente na área da Adsorção). Aí apresentei o trabalho “Estudo cromatográfico da adsorção de hidrocarbonetos em carvão activado”. Os Encontros anuais da SPQ e as Reuniões de Adsorção passariam a ser eventos de presença obrigatória para mim e para os meus doutorandos, e permitiram-nos estreitar laços de amizade e colaboração com os centros de investigação mais importantes, na nossa área de actividade, em Portugal e Espanha. Em Julho de 1978 o Alírio organizou o seu primeiro NATO ASI; todos os colaboradores da Linha 3 deram uma ajuda na organização local. E em Agosto desse ano participei no 6º Simpósio Ibero-americano de Catálise, no Rio de Janeiro, onde apresentei os primeiros resultados experimentais obtidos na FEUP na área da catálise. Participei também, como convidado, no Painel Internacional sobre “Perspectivas e Desenvolvimento da Catálise”. Foi neste Simpósio que conheci o Mário Mendes (Professor da UNICAMP, Universidade Estadual de Campinas, SP), com quem iniciei uma colaboração que culminaria, 20 anos depois, na co-orientação do trabalho de Doutoramento do Marco Fraga. Colaboração que agora prossegue entre o Marco (investigador do Instituto Nacional de Tecnologia, INT, Rio de Janeiro) e o meu colaborador e ex-Doutorando, Manuel Fernando Pereira.



Figura 5 - 6º Simpósio Ibero-americano de Catálise, Hotel Glória, Rio de Janeiro, 6-8 de Agosto, 1978: Em cima: Painel "Perspectivas e Desenvolvimento da Catálise", Leonardo Nogueira (IBP-BR), José Figueiredo (P), José Parera (AR), Gojko Kremenic (ES) e António Moggi (Cepes/Petrobras, BR); Em baixo: momento de convívio com Mário Mendes (UNICAMP), Flávio de Moraes (Univ. Estadual de Maringá), José Figueiredo, e a esposa do Mário, Helga.

Em Outubro de 1978 viajei para a Noruega, a fim de iniciar o projecto “*Poisoning of Ni catalysts*”¹⁵, em colaboração com o David Trimm (que entretanto tinha deixado o *Imperial College* para assumir um lugar de Professor na Universidade de Trondheim). Quando o projecto terminou, dois anos mais tarde, já o David se tinha transferido para a Universidade de New South Wales, na Austrália. E em Novembro participei no 1^{er}. *Congreso Mediterraneo de Ingenieria Quimica*, em Barcelona, onde apresentei a comunicação “*Preparation and characterization of active carbon catalysts for odour abatement*”.

Após a conclusão do seu Doutoramento (em Dezembro de 1977), o Carlos Bernardo passou a colaborar com a Linha 3 em temas de Catálise, já que essa área não se enquadrava nos objectivos estratégicos da Universidade do Minho. Foi através dele que estabeleci contacto com o Sr. António Morais, que era soprador de vidro na Universidade de Aveiro (e que viera da Universidade de Lourenço Marques, onde tinha construído a linha de vácuo usada pelo Sousa Lobo e pelo Carlos Bernardo). Eu já tinha importado torneiras de vidro *greaseless*, e uma bomba difusora de mercúrio; tinha também adquirido uma bomba rotativa e um recipiente para azoto líquido. O Sr. Morais construiu e instalou a nossa linha de vácuo no CEQ, que ficou acoplada à microbalança. Esta instalação destinava-se sobretudo à determinação gravimétrica de isotérmicas de adsorção, para caracterização de catalisadores e carvões activados, já que naquela época não havia equipamentos comerciais para estudos de adsorção. Embora a instalação tivesse ficado operacional em pouco tempo, acabámos por não tirar grande partido dela, uma vez que a microbalança estava em utilização contínua para estudar a deposição e gasificação de carbono. Para a determinação das isotérmicas de adsorção passámos a recorrer a colaborações externas, nomeadamente com a Manuela Brotas em Lisboa (FCUL), e com colegas do Instituto de Química Física Rocasolano e do Instituto de Catálise e Petroquímica (Anselmo Ruiz-Paniego, Jesús Pajares, José María Guil Pinto), em Madrid.

Em Junho de 1977 publiquei uns apontamentos [“Catálise Heterogénea”, 53 páginas e 5 apêndices] para apoio às aulas de Processos Químicos I e II (disciplinas entretanto substituídas por “Engenharia das Reacções Químicas” I, II e III, na nova versão do Plano de Estudos de Engenharia Química), em cujo Prefácio escrevi: “*O Curso de Engenharia das Reacções/Processos Químicos oferecido pelo DEQ tem sido tradicionalmente baseado no excelente texto de O. Levenspiel, “Chemical Reaction Engineering”. Contudo, no que respeita às reacções catalíticas, aquela*

¹⁵ Este projecto foi financiado pela NATO Research Grant nº 1591 (180.000,00 BF, cerca de 1500,00 €).

obra está orientada exclusivamente para o projecto de reactores, deixando de lado a análise do fenómeno catalítico em si, e do próprio catalisador. A apresentação destes temas, ainda que sumária, parece no entanto importante como introdução ao estudo dos processos catalíticos. Tal é o objectivo destes apontamentos". Este texto estava organizado em 4 capítulos (Introdução à Catálise Heterogénea; Cinética e Mecanismos das Reacções Catalíticas; Estrutura e Propriedades Físicas do Catalisador; e Difusão em Catalisadores Porosos) e pretendia oferecer aos alunos os fundamentos mínimos sobre Catálise Heterogénea, antes de abordar o problema da difusão e reacção em catalisadores porosos. Elaborei posteriormente uma nova versão destes apontamentos, em que expandi o 1º Capítulo e introduzi ligeiras modificações nos Capítulos 2 e 3. Esta nova versão (com 64 páginas e 5 apêndices) foi a que incluí na documentação apresentada ao Concurso para Professor Extraordinário. Entretanto, a área curricular de Engenharia das Reacções (ER) ficara assim definida: ER I (Cinética e Reactores Ideais); ER II (Reactores Reais); ER III (Reactores Catalíticos). Eu fiquei responsável por ER I, cujo programa correspondia aos primeiros 7 capítulos do Levenspiel, a que acrescentei uma secção sobre cinética e mecanismos das reacções catalíticas¹⁶. O Alírio leccionava ER II e ER III; nesta última disciplina, apresentava os métodos de caracterização textural de catalisadores (de acordo com os meus apontamentos), antes de abordar os reactores catalíticos. Esta situação seria corrigida no ano lectivo 1980/81, a partir do qual passei a leccionar integralmente os fundamentos da Catálise Heterogénea em ER I (incluindo a caracterização textural)¹⁷, enquanto que o tratamento das reacções de estequiometria múltipla (cap. 7 do Levenspiel) transitou para ER II. Foi então que escrevi uma versão mais elaborada dos meus apontamentos ["Catálise Heterogénea", CEQ/FEUP, Dezembro de 1981; 106 páginas], que passou a ser distribuída aos alunos de ER I e que depois serviu de base para alguns capítulos do livro de texto publicado em 1989.

¹⁶ O José Órfão foi meu colaborador nesta disciplina desde o seu início; a sua dedicação foi inestimável.

¹⁷ A partir do ano lectivo 1986/87 assumi também a regência de Química-Física Complementar, mais uma vez com a colaboração do José Órfão. O programa focava os Colóides e as Superfícies, incluindo a caracterização textural de materiais porosos (catalisadores e adsorventes), tema que então saiu do programa de ER I.

3.2. ANDANTE

Na década de 1980, a Linha 3 - Catálise Heterogénea entrou em “velocidade de cruzeiro”¹⁸. Em Julho de 1980 fui aprovado no Concurso para Professor Extraordinário do 7º Grupo da FEUP (aberto por Edital de 21 de Julho de 1978). A minha Lição de Síntese focou a “Reacção química em catalisadores porosos”, e foi arguida pelo Professor José Simões Redinha, da Universidade de Coimbra. O Currículo e o Relatório (incluindo programa, conteúdos, métodos de ensino teórico e prático da disciplina de “Processos Químicos III – Catálise Heterogénea”) foram discutidos pelos Professores Luís de Almeida Alves (IST) e Joaquim Barbosa Romero (Universidade do Minho). Obtive o título de Agregado e, por força das disposições transitórias do ECDU (Decreto-Lei n.º 448/79, de 13 de Novembro), fui provido na categoria de Professor Catedrático, com efeitos a partir de 1 de Dezembro de 1979. Concluíram-se, sob minha orientação, as Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica de Sebastião Alves¹⁹ (IST, 1983), os Doutoramentos de M.C. Alvim Ferraz²⁰ (“Preparação e Caracterização de Carvões Activados e Impregnados”, FEUP, Março de 1984), José Órfão²¹ (“Deposição e Gasificação de Carbono Catalítico em Superfícies Metálicas”, FEUP, Junho de 1987), e Sebastião Alves (“Modelação da Pirólise de Madeira e Outros Materiais Linhocelulósicos”, IST, Fevereiro de 1989), bem como o Mestrado de Maria Leonor Pinto²² (“Formação e Gasificação de Carbono Pírolítico em Superfícies Metálicas”, FEUP, Julho de 1987). Em 1985 estabeleci com a Companhia Nacional de Petroquímica (CNP) um protocolo para o estudo da coqueificação e descoqueificação dos tubulares das fornalhas do *steam-cracker*, instalado em Sines, que seria o nosso primeiro projecto com a indústria. O respectivo contrato foi assinado em Julho de 1985 pelo valor global de 1 milhão de escudos (≈ 5.000 €), e o Relatório Final do projecto foi entregue em Março de 1987. Organizei três

¹⁸ Não se pense, no entanto, que a navegação foi fácil; foi preciso enfrentar algumas tormentas, evitar escolhos traiçoeiros, e travar uma ou outra escaramuça, mas conseguimos manter o rumo e levar a nau a bom porto...

¹⁹ Sebastião M.T.S. Alves, Assistente eventual do IST, foi admitido como colaborador externo da Linha 3 em 1982, a fim de preparar provas para progressão na carreira docente, e depois o seu Doutoramento.

²⁰ Teve dispensa de serviço docente de 1977/78 a 1979/80, a fim de preparar o Doutoramento. Em Janeiro de 1985 deixou a Linha 3.

²¹ Teve dispensa de serviço docente durante três anos (desde Março de 1982) para preparar o seu Doutoramento. A meu pedido, utilizou os primeiros meses deste período para realizar ensaios complementares para a tese de M.C.A. Ferraz.

²² A Leonor, docente do ISEP, tinha sido minha colega no 1º ano do Curso.

Cursos Avançados (*NATO ASIs*), em 1981, 1985 e 1989, cujas lições foram publicadas em forma de livro, e publiquei também um livro de texto sobre “Catálise Heterogénea”, em co-autoria com o Fernando Ramôa (1989). Participámos em vários projectos de investigação com a indústria, tanto nacional como europeia. E, a partir de 1988, passámos a ocupar uma área de laboratórios substancialmente maior, no “Edifício Parcauto”, e ganhámos dimensão como grupo, após a incorporação de outros colegas doutorados. A nível de recursos experimentais, a Linha 3 beneficiou bastante da aquisição, pela Universidade do Porto, de um Microscópio Electrónico de Varrimento (SEM), que entrou em funcionamento em Setembro de 1981. Durante os primeiros anos este equipamento esteve instalado no Laboratório de Ensaio de Materiais da FEUP, mesmo em frente ao edifício do CEQ, o que nos facilitou a sua utilização. Passámos a usar esta técnica sobretudo nos nossos trabalhos sobre carbono filamentar. O Microscópio Electrónico esteve na origem do CEMUP (Centro de Materiais da Universidade do Porto), instituído em 1990 e enriquecido com novos equipamentos, nomeadamente o XPS, de que nos tornámos também utentes assíduos.

Em Junho de 1980 fui convidado a participar num “Ciclo de Catálise”, integrado no Curso de Especialização em Petróleos e Petroquímica organizado pela Universidade Nova de Lisboa, Companhia Nacional de Petroquímica e Ordem dos Engenheiros. As sessões tiveram lugar no IST, onde apresentei duas lições: “Introdução à Catálise Heterogénea” e “Caracterização Textural de Catalisadores”. O Ramôa, que tinha terminado o seu Doutoramento em Março, participou também, com uma lição sobre preparação de catalisadores. Foi então que o desafiei a escrever comigo um livro de texto sobre a Catálise, já que os temas que abordávamos nos apontamentos para os nossos alunos eram complementares. Este livro (352 páginas) veio a ser publicado em Janeiro 1989, e estava organizado em 9 Capítulos e 2 Anexos: Introdução à Catálise Heterogénea; Propriedades dos Catalisadores; Preparação dos Catalisadores; Caracterização Físico-Química dos Catalisadores; Cinética das Reacções Catalíticas; Difusão e Reacção num Catalisador; Desactivação de Catalisadores; Reactores Catalíticos Heterogéneos; Os Zeólitos e as suas Aplicações Industriais. O Anexo 1 apresentava um conjunto de Exercícios e Problemas resolvidos, compilados pelos nossos colaboradores, José Órfão e Francisco Lemos. O Anexo 2 continha uma lista de Referências Bibliográficas (livros sobre Catálise e temas afins). O livro passou a ser usado como texto de apoio nas minhas aulas de Engenharia das Reacções I, e foi também adoptado noutras escolas, nomeadamente na UNL, no ISEP e no IST; teve também uma grande aceitação no Brasil.

A Reunião dos Grupos de Adsorção realizou-se pela primeira vez em Portugal em 1980, sob a designação de “5ª Reunião Hispano-Portuguesa de Adsorção” (Lisboa, 24 a 27 de Setembro, 1980). Posteriormente, adoptou-se a designação de “Reunião Ibérica de Adsorção”. Eu e o Carlos Bernardo colaborámos com a Manuela Brotas (FCUL) na organização deste evento, para o qual convidámos os Professores Harry Marsh (Newcastle), Jean Rouquerol (Aix-en-Provence) e José Simões Redinha (Coimbra). Cinco anos depois, coube à Linha 3 organizar a 10ª Reunião Ibérica de Adsorção (Porto, 25 a 28 de Setembro, 1985). As Conferências Plenárias estiveram a cargo de Jens Rostrup-Nielsen (Haldor Topsøe, Dinamarca), Keneth S. W. Sing (Brunel University) e Alírio Rodrigues (FEUP).

A minha primeira candidatura para organizar um NATO ASI, sobre “Desactivação de Catalisadores”, foi aprovada em 1980. Em Outubro desse ano fui a Antuérpia para me encontrar com o Professor Gilbert Froment, durante o Simpósio Internacional que ele e o Professor Bernard Delmon organizaram sobre o mesmo tema. Definimos as linhas mestras do programa científico deste ASI em menos de 15 minutos, enquanto tomávamos uma cerveja no bar... Ele pegou num papel e desenhou uma matriz de 3 linhas x 3 colunas: nas linhas colocou os mecanismos de desactivação (formação de carbono; envenenamento; sinterização), e nas colunas o nível da abordagem (fundamentos; modelos; exemplo industrial). Depois sugeriu os nomes dos especialistas que poderiam ser convidados para cada tópico. E basicamente foi essa a estrutura do curso que se realizou de 18 a 29 de Maio de 1981, em Lagos (Algarve). Este Curso decorreu de forma exemplar, graças a um grupo de colaboradores dedicados, nomeadamente o Carlos Bernardo. E tive o privilégio de contar, entre os “estudantes”, com o renomado Professor H. Hofmann (e também com o seu colaborador G. Emig), da Universidade de Erlangen! O correspondente livro de texto foi publicado no ano seguinte. O Professor John B. Butt redigiu então um “Certificado de Presença” muito original, que acreditava os participantes deste Curso como membros da “Sociedade Lucrecia Bórgia²³”, e que rezava assim:

²³ John B. Butt (Northwestern Univ.), James J. Carberry (Univ. Notre Dame) e Eugene E. Petersen (Univ. California Berkeley) foram pioneiros no estudo do envenenamento e desactivação de catalisadores; os seus livros referem ocasionalmente a *Lucrezia Borgia Society*, uma criação bem humorada de J.J. Carberry. A seguinte passagem foi extraída do original [*CHEMTECH*; Feb., 1974, p. 124]: “Thus we assert that a subsection of the general field of heterogeneous catalysis be established with chapters East, West, North and South of Northwestern and termed *The Lucrezia Borgia Catalysis Society*. For she, of happy memory, is surely a most knowing and sympathetic patron, ever devoting to sustaining our labors by interceding on our behalf with the gods, Coke, Sulphur, Heat and their Court, and so to assure us a livelihood and at least a few publications per annum...”.

“Know Ye by these Presents that, having completed two weeks in the dismal court of the Gods of Sulfur, Coke and Nitrogen, having thereby attested to the mortality of Catalysts and their like, and having as a result no idea of what to do about it, then we do Hereby Declare Formally that (name of participant) is a MEMBER in good standing of the L. Borgia Society, entitled to all the honors and privileges thereof. Dated this 29th day of May, 1981 at Lagos, Portugal. John B. Butt, Diabolical Delegate”.

O Curso de Mestrado em Química dos Processos Catalíticos foi criado no IST em Março de 1981, por iniciativa do Centro de Química Estrutural (e nomeadamente do Alberto Romão Dias). O plano de estudos incluía o tema “Desactivação de Catalisadores”, que foi atribuído aos três doutorados nesta área (o Sousa Lobo, eu e o Carlos Bernardo). O Sousa Lobo quis assumir a coordenação da disciplina, pelo que eu não participei na 1ª edição do Curso. Mas no ano seguinte fui convidado para leccionar esta Unidade Curricular, que assegurei ininterruptamente desde 1982 a 1987. O programa baseou-se essencialmente nas lições do meu Curso NATO. O José Órfão ficou responsável pela disciplina no ano lectivo 1987/88.

Aproveitei o Congresso CHEMPOR’81 para aí apresentar os resultados do projecto *“Poisoning of Ni catalysts”*. Fui também convidado pelo Professor Jean Rouquerol a participar no Simpósio Internacional sobre *“Adsorption at the gas-solid and liquid-solid interface”*, que decorreu em Aix-en-Provence (21 a 23 de Setembro de 1981), onde apresentei a comunicação *“Textural modifications in impregnated active carbons”*, posteriormente publicada pela Elsevier (*Studies in Surface Science and Catalysis*).

Em 1982 fiz um *follow-up* do meu Curso NATO: viajei para os Estados Unidos, onde visitei os Laboratórios da *MOBIL Research & Development Corp.*, em Princeton, New Jersey (Dean Rollman); o *Center for Catalytic Science and Technology*, na Univ. Delaware (Bruce Gates); e o City College, City Univ. of New York, onde estive a convite do meu amigo Alberto La Cava (também um ex-doutorando do David Trimm no *Imperial College*, onde foi contemporâneo do Carlos Bernardo). Regressei via Louvain-la-Neuve, a fim de participar no 3º Simpósio Internacional sobre Preparação de Catalisadores (6 a 9 de Setembro), onde apresentei a comunicação *“Preparation of active carbon supported oxidation catalysts”*, que também foi publicada na colecção *Studies in Surface Science and Catalysis*.

Em 1984 foi aprovado o Curso de Mestrado em Engenharia dos Processos Químicos da FEUP (Portaria 458/84 de 14 de Julho, D.R. 1ª Série, nº 162, pp. 2139-2140), em resultado de uma iniciativa do Alírio (com a minha colaboração e do

Jerónimo). O elenco das disciplinas para o ano lectivo 1984/85 foi fixado pelo D.R. 2ª série, nº 193 de 21/08/1984, pag. 7614, entre as quais se incluía CATÁLISE (com 2 unidades de crédito, ou seja, 30 horas), com o seguinte programa: 1. Catalisadores industriais (Teorias da catálise. Actividade e selectividade. Formulação de catalisadores industriais. Bases científicas da preparação de catalisadores. Métodos de caracterização e ensaio). 2. Desactivação de catalisadores (Mecanismos de desactivação: deposição de coque, envenenamento, transformações estruturais. Descrição quantitativa da desactivação de catalisadores. Diagnóstico de catalisadores desactivados. Regeneração). 3. Processos Catalíticos (Conversão de hidrocarbonetos: *cracking*, *reforming*, hidrodessulfuração, oxidação selectiva. Conversão de carvão: gasificação; liquefacção. Processos baseados no gás de síntese: *Fischer-Tropsch*, metanação, ZSM-Mobil, *steam-reforming*). Esta primeira edição do Curso de Mestrado teve a adesão de uma dezena de participantes, incluindo sobretudo técnicos e quadros de empresas da indústria química, e docentes do ensino superior, que concluíram com sucesso a parte curricular do Curso; já o número de estudantes que submeteram a correspondente dissertação foi muito reduzido. Eu orientei a Maria Leonor Pinto, que concluiu o Mestrado com êxito em Julho de 1987.

A nossa participação regular nas Reuniões Ibéricas de Adsorção potenciou o estabelecimento de colaborações com grupos espanhóis, algumas das quais foram bastante relevantes em termos de publicações conjuntas e formação de investigadores. Em Setembro de 1984 (dias 24 a 28) participei na 20ª Reunião Bienal da RSEQ (e 9ª Reunião Ibérica de Adsorção), em Castellón. Em seguida viajei para Alicante, onde visitei o *Paco* (Francisco Rodríguez Reinoso). Tive oportunidade de assistir às provas de Doutoramento do Julian Garrido (que actualmente é Professor na *Universidad Publica de Navarra*, em Pamplona), e de conviver com os membros do respectivo júri, nomeadamente com o Professor Juan de Dios López González (então Professor na UNED, em Madrid), que eu já conhecia desde a Reunião de Adsorção de 1978. Ofereci-lhe transporte para Madrid, e nunca mais esquecerei a viagem que fiz na sua companhia. Era uma pessoa interessantíssima e um excelente conversador, além de ser um investigador de craveira excepcional. Foi ele o “Pai” do Grupo de Adsorção, e a ele se deve também a pujança da investigação sobre materiais de carbono em Espanha. Fiquei um par de dias em Madrid, a fim de discutir resultados dos trabalhos em curso no CEQ com colegas do Instituto de Catálise e Petroquímica. Nesse ano iniciámos também uma colaboração com o colega Cristóbal Valenzuela, Professor de Química Inorgânica na Universidade de Extremadura

(Badajoz), no âmbito da Acção Integrada Universitária Luso-Espanhola sobre “Aproveitamento de resíduos vegetais para produção de carvões e gases combustíveis”, tema em que se enquadrava a tese de Doutoramento do Sebastião Alves. Uma nova Acção Integrada sobre “Gasificação catalítica de carvão vegetal” vigorou em 1989/90. Em resultado desta colaboração proporcionámos um estágio de investigação (em 1987 e 1988) a um doutorado daquela Universidade (José María Encinar Martín), tendo em vista a sua promoção académica; daqui resultaram quatro publicações em revista e várias comunicações em Congressos. Recebemos também uma colaboradora da Universidade de Granada (Maria Angeles Ferro Garcia) para uma estadia pós-Doutoral, que decorreu de Março a Junho de 1986. Este trabalho originou a publicação de um artigo na revista *Carbon*. A convite do Professor Andrés Mata, visitei o Departamento de Química Inorgânica da Universidade de Granada em Maio de 1988, tendo aí apresentado a palestra “*Avance y perspectivas en Catalisis Heterogenea*”, integrada no ciclo de conferências sobre *Fronteras de la Química*. Vinte anos depois, a colaboração com os colegas de Granada na área dos materiais de carbono seria de grande relevância para o Laboratório de Catálise e Materiais, sucessor da Linha 3 do CEQ. Entretanto, a colaboração com o Mário Mendes (UNICAMP, Universidade Estadual de Campinas, SP, Brasil) foi formalizada em 1986, mediante a aprovação do Projecto “Conservação de energia por inibição de *fouling* em processos catalíticos”²⁴, no âmbito do convénio JNICT/CNPq.

Escolhi a gasificação de carbono como tema para o meu segundo Curso NATO, já que correspondia aos trabalhos de investigação que então se desenvolviam na Linha 3, nomeadamente a preparação de carvões activados, a gasificação de depósitos de carbono em metais, e a pirólise/gasificação da biomassa. Eu tinha já convidado o Professor Harry Marsh para me aconselhar, mas ele sugeriu um corpo docente totalmente britânico.... A gasificação de carvão (*coal*) era um tema que eu não dominava, contrariamente à gasificação de carbono (*carbon*), pelo que senti a necessidade de procurar um apoio adicional. Descobri então o Jacob Moulijn, que se dedicava nessa época à gasificação e pirólise do carvão. Após uma breve visita ao seu Laboratório, na Universidade de Amsterdão, o programa e o corpo docente do ASI ficaram definidos. O evento realizou-se no Alvor, em Maio de 1985, tendo reunido cerca de 60 participantes

²⁴ Um projecto com o mesmo nome foi financiado pela UP, de Novembro de 1984 a Março de 1985: Contrato de Investigação nº 52/84, no valor de 230.000 escudos (cerca de 1.150,00 €).

de 12 países. O livro de texto correspondente foi publicado em 1986. Este Curso teve algumas consequências muito relevantes, não só em termos pessoais, mas sobretudo para a Linha 3, já que nos veio a proporcionar colaborações importantes e duradouras. Destaco, em particular, a colaboração com o Paco Reinoso na Universidade de Alicante, que viria a ser consolidada através do Programa CYTED na década de 1990. Na sequência deste ASI, o Jacob Moulijn convidou-me para uma Lição Plenária no *International Symposium Fundamentals of Catalytic Coal and Carbon Gasification (FunCatCoGas)*, que decorreu em Rolduc (Holanda), em Maio de 1986. Foi a minha primeira Plenária, que depois seria publicada em revista: "*Gasification of carbon deposits on catalysts and metal surfaces*", *FUEL*, 65 (1986) 1377-1382.



Figura 6 - Participantes no Simpósio FunCatCoGas, Rolduc (Holanda), Maio de 1986.

Foi também durante este Curso NATO que eu e o Carlos Bernardo travámos amizade com o Terry Baker, que se revelou uma pessoa muito afável e disponível. Ofereceu-nos uma bobina com vários filmes sobre a formação de carbono filamentar (que exibiu no decurso da sua lição), obtidos pela técnica de *Controlled Atmosphere Electron Microscopy (CAEM)*, e autorizou-nos a apresentá-los nas nossas aulas e palestras. Além disso, redigimos um projecto de investigação conjunto, com o objectivo de estudar a gasificação de carbono filamentar por CAEM, para tentar confirmar um mecanismo que tínhamos proposto apenas com

base teórica²⁵. O projecto seria aprovado pela NATO²⁶, e a bolsa respectiva permitiu a nossa deslocação aos Laboratórios da *EXXON Research & Engineering Co.*, em Annandale (New Jersey), na segunda quinzena de Julho de 1986. Aí realizámos experiências no microscópio (CAEM) que vieram a confirmar as nossas previsões.

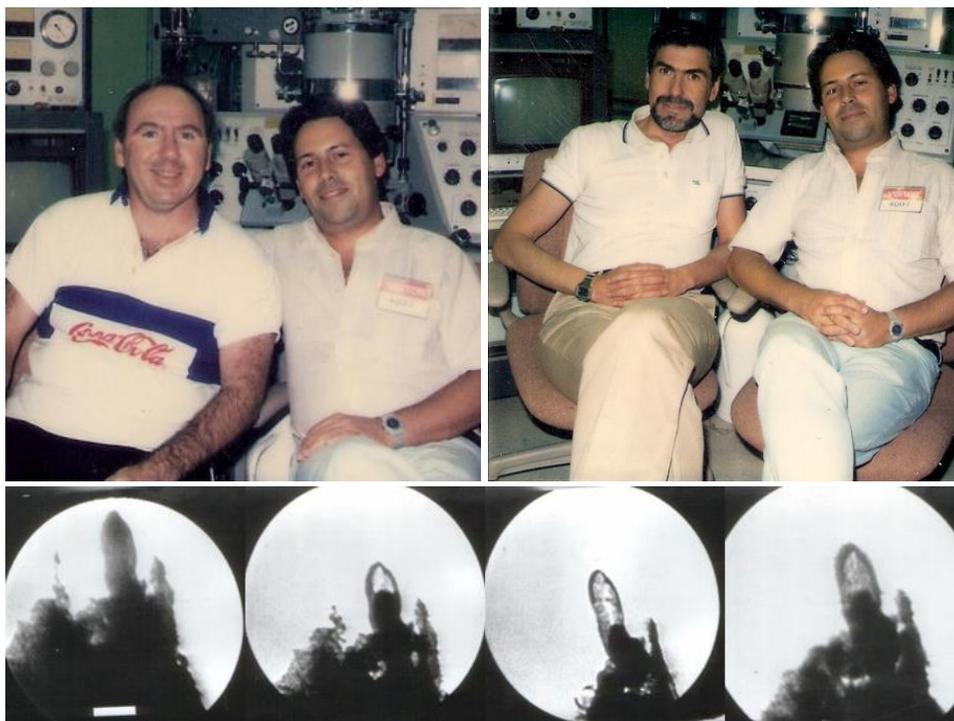


Figura 7 - Estadia na *EXXON Research & Engineering Co.*, Annandale (New Jersey), Julho de 1986: em cima à esquerda com J. Chludzinski; à direita com Carlos Bernardo. Em baixo: Sequência de imagens (CAEM) ilustrando o “*elevator mechanism*”. Adaptado de: J.L. Figueiredo, C.A. Bernardo, J.J. Chludzinski, Jr., R.T.K. Baker *J. Catalysis* 110 (1988) 127-138.

Este foi um dos projectos mais gratificantes em que estive envolvido, pois em apenas duas semanas de trabalho intensivo, e com a ajuda preciosa do “*Jimmy, the wizard*” (James Chludzinski Jr., o técnico operador do microscópio), conseguimos confirmar experimentalmente o mecanismo que tínhamos idealizado, que baptizámos como “*the elevator mechanism*”. Só mais tarde

²⁵ C.A. Bernardo, J.L. Figueiredo. Actas do 8º Simpósio Ibero-americano de Catálise (La Rábida, Espanha, 12-17 de Julho de 1982), vol. 2, pp. 596-604.

²⁶ Projecto “*Catalytic formation and gasification of filamentous carbon*”, NATO Research Grant nº 859/85.

viemos a saber que aqueles foram os últimos dias do Terry Baker na Exxon, que nesse ano despediu uma grande parte do seu pessoal técnico e científico.

Logo em seguida participei (juntamente com o Ramôa) na 6ª Conferência Roermond de Catálise (27 de Julho a 1 de Agosto, 1986), onde tive oportunidade de apresentar o “*elevator mechanism*” em primeira mão. A participação nas prestigiadas conferências de Roermond era muito restrita, e fazia-se exclusivamente por convite.

A nossa colaboração com o Terry Baker continuou em 1987, mas agora na Universidade de Auburn (Alabama), para onde ele se mudou como Professor. Foi também por seu intermédio que comecei a participar nos Congressos Bienais da *American Carbon Association*. O Terry Baker foi um dos organizadores da *18th Biennial Carbon Conference*, que se realizou em Worcester, Massachusetts, de 19 a 24 de Julho de 1987, e convidou-nos a participar (a mim e ao Carlos Bernardo). Não tivemos que pagar inscrição, e as despesas de viagem foram suportadas pela bolsa NATO, já que logo a seguir à Conferência viajámos para o Alabama para continuar o nosso projecto. Desta vez investigámos a formação de carbono filamentar em presença de hidrogénio, tendo feito algumas observações espectaculares, como a formação de filamentos “bidireccionais” (i.e., que crescem com simetria em relação à partícula metálica de catalisador).

Nesse mesmo ano fui convidado pelo Eduardo Falabella²⁷ como conferencista do 4º Seminário Brasileiro de Catálise, que decorreu em Canela (RS, Brasil) de 9 a 11 de Setembro de 1987. Aí apresentei o trabalho “Depósitos de carbono em catalisadores metálicos”. O Programa deste Seminário incluía alguns conferencistas de grande renome (como Denise Barthomeuf e Christian Marcilly), mas a minha palestra teve um enorme sucesso e acabou “roubando a cena”, sem dúvida devido aos excelentes resultados obtidos em colaboração com o Terry Baker (em particular, tive oportunidade de exhibir os filmes sobre o crescimento *in-situ* dos filamentos de carbono²⁸, que tiveram grande impacto junto dos participantes), mas ainda porque falei em português (factor não menos relevante). Entre os conferencistas estava também o Ricardo Gómez, que no ano

²⁷ Eu tinha conhecido o Eduardo em 1978, durante o 6º SICat, quando ele ainda era estudante de doutoramento. Voltámos a encontrar-nos cinco anos depois, no NATO ASI organizado pelo Ramôa em Alcabideche : *Zeolites – Science and Technology*, 1-12 de Maio de 1983.

²⁸ Canela e Gramado são duas cidades vizinhas no Estado do Rio Grande do Sul, onde decorre anualmente um importante Festival de Cinema; talvez por isso, o Hotel Laje de Pedra (onde se realizou o Seminário de Catálise) dispunha de um projector de filmes “*Super 8*”, que foi disponibilizado para a minha apresentação.

seguinte organizava o 11º Simpósio Ibero-americano de Catálise, em Guanajuato, México (12-17 de Junho, 1988), para o qual logo me convidou. Eu não tinha previsto participar nesse Simpósio, pois tinha dado preferência ao 9º Congresso Internacional de Catálise (Calgary, Canadá, 27 de Junho a 1 de Julho de 1988); mas em face deste convite resolvi participar nos dois eventos, fazendo o itinerário combinado Porto-México-Canadá-Porto. Em Guanajuato apresentei a conferência “Desactivação de catalisadores por deposição de coque”. Havia dez dias de intervalo antes do Congresso Internacional, que aproveitei em parte para visitar a cidade do México e alguns sítios arqueológicos (nomeadamente Teotihuacán e Tula), na companhia de vários colegas (Carlos Bernardo, Mário Mendes, Angelo Vaccari, Pio Forzatti). Depois viajei para Vancouver²⁹ e daí para Calgary, onde me encontrei com o Terry Baker para apresentarmos o trabalho *Hydrogen gasification of graphite and carbon filaments catalyzed by copper-nickel*.

A minha participação neste Congresso tinha também o objectivo de apoiar a proposta para que Portugal tivesse uma delegação própria no *Council of the International Congress on Catalysis (ICC)*. Nessa época havia uma representação conjunta dos Países Ibero-americanos, mas a Espanha tinha já uma representação independente. De facto, a área da Catálise estava fortemente desenvolvida em Espanha, onde existia um grande Instituto³⁰ no âmbito do *Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)*. Mas Portugal já cumpria os requisitos mínimos, nomeadamente o de ter participado em Congressos anteriores: a primeira participação foi do Luís Sousa Lobo no 5º ICC (Miami Beach, USA, 1972), onde apresentou um trabalho do qual também fui co-autor³¹; eu participei no 6º ICC (Londres, 1976), mas sem apresentar qualquer trabalho³²; por sua vez, o Professor Portela participou no 6º ICC e creio que também no 8º ICC (Berlim,

²⁹ Passei dois dias em Vancouver, pois pensei que nunca mais voltaria a ter outra oportunidade de visitar esta cidade no extremo ocidental do Canadá, como de facto sucedeu...

³⁰ *Instituto de Catálisis y Petroleoquímica*, em Madrid, fundado em 1975, mas cuja origem remonta ao *Laboratorio de Catálisis*, criado em 1952 por J.F. García de la Banda, posteriormente *Sección de Catálisis* (1956), e depois *Departamento de Catálisis* do *Instituto de Química Física “Rocasolano”* (1972).

³¹ L.S. Lobo, D.L. Trimm, J.L. Figueiredo, *Kinetics and mechanism of carbon formation from hydrocarbons on metals, 5th Int. Congress on Catalysis*, Miami Beach, Florida, USA, 20-26 Agosto, 1972. Publicado nos respectivos *Proceedings*, Vol. 2, pp. 1125-1135, North-Holland Publ. Co., 1973.

³² A minha contribuição para a discussão do trabalho *Catalytic Steam Gasification of Carbons: Effect of Ni and K on Specific Rates*, de K. Otto e M. Shelef, está registada nos respectivos *Proceedings*, vol.2, p. 1091.

1984). E no 9º ICC havia a nossa comunicação com o Terry Baker. A proposta foi aprovada, ficando o Professor Portela e eu como delegados da “Sociedade Portuguesa de Catálise” (SPC) no *Council*, para os 4 anos seguintes. Esta Sociedade, constituída alguns meses antes por iniciativa do Professor Portela³³, contava nessa altura com o apoio da maioria dos colegas com actividade na área da Catálise em Portugal.

O ano de 1988 foi um ano marcante no percurso da Linha 3. A mudança para o Edifício “Parcauto” correspondeu a um aumento substancial da área do nosso laboratório e ao reforço da equipa de investigação³⁴. Por outro lado, houve uma inflexão significativa em alguns dos nossos objectivos, já que passámos a focar-nos no desenvolvimento de materiais. Por exemplo, todo o nosso trabalho anterior sobre carbono filamentar tinha sido conduzido na perspectiva de estudar os mecanismos de formação e gasificação, tendo em vista evitar a desactivação de catalisadores. Com o projecto JNICT nº 87.04/MATR “Preparação de carbono filamentar (*whiskers*) para utilização em materiais compósitos”, iniciado em Janeiro de 1988, a nossa investigação passa a focar a produção de materiais de carbono por CVD, nomeadamente fibras, nanofibras e filamentos. Colaboraram neste projecto: Anne-Kristin Araya (Univ. Trondheim, Noruega; bolseira do acordo cultural Luso-Norueguês), de Fevereiro a Julho de 1988; e Paula Cristina Pereira da Silva, admitida como bolseira de investigação a partir de Setembro. Entretanto, a Maria Leonor Pinto (Professora Coordenadora do ISEP) iniciou trabalho de Doutoramento sobre “Desactivação de catalisadores de *cracking* (FCC)”, tendo sido bolseira do INIC a partir de 1 de Outubro de 1989 (a bolsa foi sucessivamente renovada até ao ano lectivo de 1992/93).

Além do equipamento original (microbalança e cromatógrafo, adquiridos em 1976/77) e de um segundo cromatógrafo VARIAN 1420 (“herdado” de Eng^a Mecânica) no qual tínhamos instalado um detector de ionização de chama, levámos para as novas instalações no “Parcauto”: um picnómetro de hélio Micromeritics (adquirido em 1983); um medidor de áreas superficiais Micromeritics 2200 (*rapid surface area analyser*) e um microscópio óptico Nikon,

³³ As escrituras de constituição da SPC foram celebradas no 20º Cartório Notarial de Lisboa em 1/6/1987 e 27/11/1987. Da Comissão Instaladora faziam parte: M.F. Portela, Alírio Rodrigues, Carlos Bernardo, F. Ramôa Ribeiro, J.L. Figueiredo, M^a João Pires, Margarida Corte-Real, e 3 representantes de empresas (Petrogal, Quimigal e EPSI).

³⁴ A linha 3 do CEQ foi instalada num laboratório com cerca de 80 m², compartilhado com dois outros docentes do DEQ (Manuel Jerónimo e Manuel Alves dos Reis), além do José Órfão e do José Inácio Martins, que já faziam parte da equipa. Posteriormente foi construído (com verbas próprias) um laboratório adicional (cerca de 50 m²).

adquiridos em 1984 com verbas do PIDDAC; e um aparelho de adsorção química Quantasorb (adquirido em 1986). Com as verbas dos projectos iniciados em 1988 adquirimos um aparelho de análise térmica Mettler, constituído por uma termobalança TA/M3-TG e um calorímetro diferencial de varrimento DSC-25. O José Inácio recuperou também o “velho” espectrómetro de absorção atómica VARIAN, que tinha sido adquirido pelo CEQ em 1977.

Entretanto, eu tinha recebido um convite para participar no projecto europeu (do Programa BRITE) "*Procédé industriel de production de whiskers de SiC destinés au renforcement de matériaux composites*", liderado pela empresa *Pechiney Electrometallurgie (Usine de Chedde, Le Fayet)*. O convite partiu do Dr. Michel Coulon, então na empresa *Le Carbone Lorraine (Gennevilliers)*, que conhecia bem o nosso trabalho sobre carbono filamentar; ele próprio tinha realizado a sua tese sobre o mesmo tema, no *Institut National Polytechnique de Grenoble (INPG)*, sob orientação do Professor Lucien Bonnetain. Após uma entrevista na sede da Pechiney, em Paris (em Dezembro de 1987), fomos incluídos no consórcio, do qual também fazia parte o grupo *Science des Surfaces et Matériaux Carbonés, S2MC* (do INPG), além da empresa *Mahle GmbH*. Em Dezembro de 1988 viajei para Grenoble, a fim de coordenar as nossas tarefas com os parceiros do S2MC, e foi então que conheci o Patrice Gadelle, que depois convidei para o meu terceiro NATO ASI, e que mais tarde participaria também no projecto sobre fibras de carbono (VGCF). Depois segui para a *Usine de Chedde* na companhia do colega J.L. Ginoux (que liderava a equipa do S2MC) onde decorreu a primeira reunião do projecto³⁵. A Paula Cristina Pereira da Silva passou a colaborar neste projecto a partir de Janeiro de 1989, no qual se enquadrou o seu Doutoramento. Quando teve conhecimento da nossa participação neste consórcio, o Professor João Lopes Baptista (Univ. de Aveiro) convidou-nos também para colaborar no projecto “Materiais compósitos cerâmicos de nitreto de silício”, financiado pelo CCI/Defesa/JNICT, no qual participavam ainda as Oficinas Gerais de Material Aeronáutico (OGMA) e a empresa Durite, e que teve início em Novembro de 1988.

Em Outubro de 1988 fui convidado para apresentar uma Lição no *Herbsttagung 1988 des Arbeitskreises Kohlenstoff der Deutschen Keramischen Gesellschaft*³⁶, que se realizou no *Institut für Chemische Technik*, em Karlsruhe,

³⁵ O projecto BRITE nº RI 1B-0267-C(AM) teve oficialmente início em Janeiro de 1989 e terminou em Dezembro de 1992. O financiamento atribuído à FEUP foi de 438.000 FF (≈ 66.768 €).

³⁶ Reunião de Outono do Grupo do Carbono da Sociedade Alemã de Cerâmica.

no dia 19. A minha palestra focou o tema "*Filamentous carbon*", e seria depois publicada na revista *Erdöl und Kohle, Erdgas, Petrochemie*. A deslocação a Karlsruhe tinha sido agendada para discutir o programa do meu terceiro NATO ASI com o Klaus Hüttinger (que já tinha sido conferencista no NATO ASI de 1985) e com o Professor Erich Fitzer, então um dos maiores especialistas em materiais compósitos. Tive ainda oportunidade de colaborar com o Professor Fitzer na definição de "carbono filamental", que seria incluída na "nomenclatura" recomendada para os materiais de carbono [*Pure & Applied Chemistry* 67 (1995) 473-50]. Este terceiro ASI (*Carbon Fibers and Filaments*, Alvor, Maio de 1989, a que corresponde o livro publicado em 1990) teve igualmente consequências importantes, pois um dos meus convidados, o Dr. W. Hüttner, da empresa *SCHUNK Kohlenstofftechnik GmbH*, Giessen, integrou-nos no consórcio do projecto europeu "*Improving continuous casting of CuSn6 strips by optimizing die graphites and process control*", do Programa BRITE/EURAM, que teve início em Março de 1990³⁷.



Figura 8 - À esquerda com o Professor E. Fitzer e Klaus Hüttinger no *Institut für Chemische Technik, Karlsruhe*, Outubro de 1988. À direita num convívio durante o Curso NATO, Alvor, Maio de 1989: Brian Rand e esposa, J.L. Figueiredo, Klaus Hüttinger, Pierre Ehrburger e Terry Baker.

Não é demais realçar a importância que os Cursos Avançados (NATO ASIs) tiveram na formação dos nossos colaboradores, nomeadamente os que eu e o Alírio organizámos na década de 1980, proporcionando-lhes um contacto privilegiado, ao longo de duas semanas, com os maiores especialistas mundiais nas áreas respectivas. Forjaram-se aí também muitas amizades e colaborações, que contribuíram para a internacionalização dos nossos grupos de investigação e que originaram convites para integrar consórcios de projectos europeus e redes

³⁷ Além da *Schunk* (coordenador) e da FEUP, participaram no projecto nº BREU 0110-C(B) a empresa *Trefimetaux S.A.* (França) e a *Rheinisch Westfälische Technische Hochschule Aachen* (Alemanha). O financiamento do nosso grupo foi de 125.000 €, e o Relatório Final foi entregue em Março de 1994.

temáticas. Estas iniciativas tiveram também um impacto muito positivo a nível do DEQ e da FEUP, promovendo a sua visibilidade e reforçando o seu prestígio.

3.3. FINALE, MOLTO VIVACE

Em consequência da participação simultânea em dois projectos europeus, e ainda em dois projectos nacionais, a Linha 3 viveu um período de grande desafogo financeiro entre 1989 e 1993³⁸. A gestão dos projectos europeus esteve a cargo da Fundação Gomes Teixeira, o que nos facilitou imenso a execução dos trabalhos e a elaboração dos relatórios. A contabilidade esteve sempre pronta a tempo e horas, a burocracia foi mínima, e os *overheads* cobrados (5% no 1º projecto, 10% no segundo) foram mais que compensados pelo IVA recuperado; em suma, o serviço prestado foi excepcional. Nunca mais tivemos semelhante qualidade de vida!

Foram então adquiridas mais duas microbalanças (CI Electronics, Robal), e três fornos tubulares (Termolab). Foi instalada uma central para distribuição de gases ao laboratório, e uma campânula para exaustão. E construiu-se um laboratório anexo, com 50 m², para onde se deslocou toda a investigação em electroquímica e corrosão (José Inácio Martins).



Figura 9 – Microbalança e forno tubular usados no Projecto BRITE (“Whiskers” de SiC).

³⁸ Executaram-se cerca de 200.000 € nos dois projectos europeus; 60.000 € no projecto CCI/Defesa; e cerca de 40.000 € no projecto JNICT nº 87.04/MATR.

Em 1990 foi lançado o Programa Operacional Integrado de Criação de Infraestruturas Nacionais de Ciência, Investigação e Desenvolvimento (Programa CIENCIA). Não houve uma estratégia concertada do CEQ/DEQ para uma candidatura a este Programa de Infraestruturas, na área da Engenharia Química. Foi uma oportunidade perdida, pois até então, apesar de todas as nossas (muitas) divergências, todo o Departamento fazia investigação sob o chapéu do CEQ. Com o Programa CIENCIA, cada grupo tentou a sua sorte através de candidaturas independentes, e o CEQ ficou-se.

Surgiu então um projecto ambicioso no domínio dos materiais, o Instituto de Materiais (IMAT), com pólos nas Universidades de Aveiro, Porto e Minho, liderado pela Universidade de Aveiro. No Pólo da UP incluíam-se dois grupos: O Instituto de Física dos Materiais (IFIMUP), da Faculdade de Ciências; e o Núcleo FEUP, liderado inicialmente pelo Departamento de Engenharia Metalúrgica, e ao qual se agregaram docentes e investigadores de outros Departamentos da FEUP (Minas, Química, Mecânica). Foi por essa altura que cunhámos a designação **Laboratório de Catálise e Materiais (LCM)**, que passámos a referir em alguns relatórios e publicações a partir de 1991. A equipa do LCM incluía cinco Doutorados (José Figueiredo, Manuel Jerónimo, Manuel Alves dos Reis, José Inácio Martins e José Órfão) que em conjunto com dois docentes do Departamento de Eng^a Mecânica (António Torres Marques e António Ferreira) constituiu o **“Grupo de Materiais Carbonados e Compósitos”**, que se integrou na candidatura do Pólo do Porto (Núcleo FEUP) do IMAT, submetida à Medida C do Subprograma I do Programa CIENCIA. A 1^a fase de avaliação das candidaturas (baseada na avaliação curricular dos proponentes) resultou num parecer desfavorável ao Núcleo FEUP, mas *“ressalvando o Grupo de Materiais Carbonados e Compósitos”*, que apresentava indicadores de desempenho considerados adequados. Em consequência, fui encarregado de reformular e liderar a candidatura do Núcleo FEUP, no qual seriam incluídos apenas o Grupo de Materiais Carbonados e Compósitos e um grupo de Metalurgia cuja participação era considerada estratégica pelos restantes parceiros (Grupo de Materiais Metálicos). O projecto IMAT foi finalmente aprovado, e o respectivo Contrato entre a JNICT e a Universidade do Porto (n^o 0058/C/91) foi assinado em Outubro de 1991. O montante global das despesas elegíveis para o Pólo do Porto foi fixado em 525 milhões de escudos. Ao *“Núcleo FEUP”* couberam 110 milhões de escudos (cerca de 550 000 €), que foram posteriormente divididos entre o Grupo de Materiais Carbonados e Compósitos (73 milhões) e o Grupo de Materiais Metálicos (37 milhões). Em Novembro foi contratada a aquisição dos equipamentos para o Grupo de Materiais Carbonados e Compósitos,

nomeadamente: Analisador de adsorção de gases Coulter Omnisorp 100CX, no valor de 12 070 000 escudos; Espectrofotómetro FTIR Nicolet 510P e acessórios, no valor de 9 532 000 escudos; Analisador Elementar Carlo Erba EA-1108, no valor de 6 835 700 escudos; Reactor tubular Autoclave Engineers BTRS-Jr, no valor de 8 600 000 escudos; Espectrómetro de massa Spectramass Dataquad 200 com sistema de vácuo e câmara de amostragem³⁹, no valor de 3 500 000 escudos; e Calorímetro PL Thermal Sciences, no valor de 12 090 364 escudos, destinado à equipa dos compósitos (aos valores indicados acresce o IVA à taxa de 17%). Uma vez que o calorímetro excedia a verba que lhes correspondia, os colegas de Eng^a Mecânica adquiriram posteriormente um potencióstato (que tinha sido solicitado pelo José Inácio), pelo que assim conseguimos obter todo o equipamento que tínhamos previsto originalmente. A comparticipação de 13,5% a que o Programa obrigava foi assegurada por verbas próprias do nosso grupo, tendo-se adquirido um calorímetro diferencial de alta pressão (Mettler HP-DSC).

O Programa CIENCIA contemplava também um programa de bolsas de formação avançada (Doutoramento e Pós-Doutoramento), que foi sem dúvida uma das medidas mais importantes para o progresso e afirmação da investigação científica no nosso País. Há uma diferença abissal entre o antes e o depois do Programa CIENCIA. Entre Outubro de 1990 e Outubro de 1992 foram admitidos 7 bolseiros de doutoramento na Linha 3⁴⁰. Além dos trabalhos de catálise e materiais de carbono, sob minha orientação, iniciaram-se também projectos de electroquímica e hidrometalurgia, sob orientação do José Inácio Martins.

Criado pelo Governo espanhol para assinalar o 5º Centenário da descoberta da América, o Programa CYTED-D (*Ciencia y Tecnologia para el Desarrollo. V Centenario*) foi institucionalizado pela assinatura de um Acordo-Marco subscrito pelos órgãos de política científica de Portugal, Espanha e 19 países da América Latina. A JNICT foi o organismo Português signatário deste acordo. O sub-Programa V, dedicado ao tema “Catalisadores e Adsorventes”, constituiu um excelente promotor das nossas relações de intercâmbio e colaboração com colegas de vários países da área ibero-americana, através da participação em projectos e redes temáticas. Em Maio de 1990, o Ramôa, que era então Vice-

³⁹ Este equipamento foi incorporado numa instalação para ensaios de TPD (dessorção térmica programada), com o objectivo de caracterizar a química superficial de materiais de carbono.

⁴⁰ Paula Cristina Pereira da Silva, Maria Teresa Sousa e Luís Manuel Sousa da Silva em Outubro de 1990; Angelina Maria Costa Santos e Carlos Pedro Castro Fernandes Alves em Outubro de 1991; Maria Madalena Alves de Freitas e Ana Maria Alves Queiroz da Silva em Outubro de 1992.

Presidente da JNICT, pediu-me para assumir o cargo de coordenador nacional do Projecto V-2, “Preparação de Adsorventes Industriais”. A minha estreia nas actividades do CYTED teve lugar na Cidade do México, onde decorreu a 1ª reunião deste projecto, de 4 a 7 de Março de 1991. A nossa participação focava a preparação e caracterização de carvões activados a partir de resíduos vegetais. Nesta reunião apresentei alguns dados estatísticos sobre a importação de carvão activado em Portugal e resultados da carbonização de várias espécies de madeira. O projecto passou a ser executado pela Madalena Freitas, que ingressou na Linha 3 em Abril de 1991. Seguiram-se outras reuniões até ao final do projecto, em 1993 (Puerto la Cruz, Venezuela, Novº 1991; Porto, Abril 1992; Oaxaca, México, Novº 1992; Alicante, Abril 1993; Concepción, Chile, Novº 1993)⁴¹. Participei também no *1er. Taller Iberoamericano sobre Tamices Moleculares*, que decorreu em Caracas de 6 a 8 de Maio de 1991. Este *workshop* foi a rampa de lançamento da Rede Temática V.A, sobre Peneiros Moleculares, na qual o Ramôa figurava como “*punto focal*” português. Mas ele não tinha disponibilidade para participar, e acabei por assumir eu a representação nacional.



Figura 10 - Participantes no *workshop* de Peneiros Moleculares (CYTED-D), Caracas, Maio de 1991.

⁴¹ Cf.: J.L. Figueiredo, in: “*Preparación de carbones activados y zeolitas para intercambio iónico y adsorción*”, C.E. Scott, C. Bolívar, P. Andreu, Eds., *Informe Final, CYTED, Proyecto V.2, Desarrollo de Adsorbentes industriales*, 1997, pp. 148-167. ISBN: 980-00-1153-6. Participei em todas as reuniões do projecto, excepto na de Oaxaca.

A produção de fibras de carbono por CVD a partir de metano (que seria mais tarde objecto de um projecto europeu) foi iniciada em 1992, no âmbito do trabalho da Maria Teresa Sousa sobre “Interacções metal-carbono em atmosfera reactiva”. Foram então feitas algumas tentativas para determinar a ASA (área superficial activa) das fibras usando a microbalança, mas sem sucesso, pelo que recorremos à colaboração do Pierre Ehrburger (CNRS, Mulhouse), já que o nosso equipamento de TPD só ficou operacional em 1993. Esta foi a nossa primeira incursão na caracterização da química superficial dos materiais de carbono.

Neste período estabeleceram-se novas colaborações com o Brasil, nomeadamente em São Paulo e na Bahia. Em 1990 organizei e leccionei um Curso de Especialização, (a nível pós-graduado) sobre “Desactivação e Regeneração de Catalisadores” no Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), que decorreu de 13 a 28 de Agosto, com um total de 28 horas de aula, no qual participaram várias dezenas de investigadores de empresas e Universidades. Uma versão mais curta deste curso foi em seguida apresentada na DETEN Química SA, empresa do pólo petroquímico de Camaçari, Bahia, em 5 e 6 de Setembro, em que participaram 42 engenheiros e técnicos das empresas COPENE, DETEN, CIQUINE, NITROFÉRTIL e NITROCARBONO. Em Agosto de 1992 leccionei no IPT um novo Curso de Especialização (pós-graduado) sobre “Adsorventes Microporosos”; esse mesmo curso foi também leccionado em Julho de 1993 no Instituto de Química da Universidade Federal da Bahia (UFBa).

Estas actividades deram depois origem a projectos de investigação: com o IPT, sobre "Desenvolvimento de adsorventes carbonados" (financiado pela FAPESP, 1992/93), e com a COPENE S.A.- Petroquímica do Nordeste e o Instituto de Química da Universidade Federal da Bahia, sobre "Catalisadores de *reforming* de nafta", no âmbito do programa RHAE/CNPq (iniciado em 1994). Em 1993 proporcionámos ao investigador Wagner Aldeia, do IPT, um estágio de especialização na FEUP (de Junho a Novembro) sobre “Preparação de Peneiros Moleculares de Carbono”. Estas colaborações originaram algumas publicações e comunicações em Congressos.

Entretanto tinha-se tornado evidente que a Sociedade Portuguesa de Catálise estava destinada a ser, de facto, a “Sociedade Portela de Catálise”, da qual o Professor M.F. Portela seria Presidente vitalício, em claro desrespeito pelos

seus Estatutos⁴². Foi então criada a **Divisão de Catálise**⁴³ no âmbito da Sociedade Portuguesa de Química, à qual aderiram todos os outros grupos de catálise. A reunião inaugural teve lugar em 30 de Janeiro de 1992, durante o 13º Encontro Nacional de Química (IST, Lisboa). Eu fui incumbido de coordenar as actividades durante o primeiro biénio, proceder ao levantamento de todos os grupos de investigação com actividade em catálise e temas afins (adsorção, materiais porosos, reactores catalíticos) e organizar o 1º Encontro da Divisão de Catálise⁴⁴.

Em 1984, a Delegação Norte da SPQ e o Colégio Oficial de Químicos da Galiza estabeleceram um protocolo de colaboração e intercâmbio científico e técnico que contemplava, em particular, a realização de um Encontro temático, alternadamente na Galiza e no Norte de Portugal⁴⁵. Eu estive envolvido neste convénio desde o seu início, primeiro como membro da respectiva Comissão Directiva e depois como Presidente da Delegação do Porto da SPQ. A organização dos eventos em Portugal era atribuída rotativamente às Faculdades de Ciências, Farmácia e Engenharia; assim, coube-nos organizar o VI Encontro Luso-Galego de Química, que decorreu no Fórum da Maia de 26 a 28 de Novembro de 1992. Este Encontro foi dedicado ao tema “Química e Indústria”, tendo-se dado amplo destaque à Catálise, nomeadamente com a Conferência Plenária do Dr. Roger Fréty (*Institut de Recherches sur la Catalyse, Villeurbanne*), que focou a modificação da actividade e selectividade de catalisadores de hidrogenação. Outro distinto convidado foi o Professor Veiga Simão, que abordou o papel da Química na modernização da sociedade Portuguesa. Apresentámos cinco comunicações neste Encontro, todas com a afiliação ao “Laboratório de Catálise e Materiais”.

O INIC foi extinto a 27 de Agosto de 1992 (DL nº 188/92), mas o financiamento do CEQ continuou a ser assegurado pela JNICT até final de 1993.

⁴² O artº 11º dos Estatutos estabelecia a duração de dois anos para os mandatos dos Órgãos Sociais.

⁴³ A Divisão de Catálise da SPQ foi criada em 1991, a meu pedido, com o apoio de outros colegas da área da Catálise. A partir de 2002 passou a designar-se “Divisão de Catálise e Materiais Porosos” (DCMP). O Perfil da DCMP está publicado na revista *ChemCatChem* 9 (2017) 902 – 903. DOI: 10.1002/cctc.201700268.

⁴⁴ O 1º Encontro da Divisão de Catálise da SPQ decorreu no Departamento de Química da Universidade de Aveiro em 17 de Dezembro de 1993, reunindo 54 participantes de 18 grupos de investigação das Universidades de Aveiro, Coimbra, Évora, Lisboa e Porto, e ainda do INETI. Dois anos depois, a SPQ registava já 196 associados inscritos na Divisão de Catálise.

⁴⁵ Cf. QUÍMICA (Boletim da SPQ) vol. 41 (n.º 145, abr–jun 2017) pp. 80-84.

Nessa data cessa formalmente a actividade dos Centros do INIC e das respectivas linhas de investigação.

Em dezanove anos de actividade (1975-1993) publicaram-se na Linha 3 do CEQ 38 artigos em revista, 4 livros, 16 capítulos em livros e 19 textos didáticos, além de uma centena de comunicações em Congressos. Até 1990, a maior parte desta produção científica foi da minha exclusiva autoria, com os meus doutorandos e com a colaboração ocasional (mas preciosa) do Carlos Bernardo. Só a partir de 1988 passámos a ter o contributo efectivo de outros doutorados, com trabalhos de sua iniciativa que depois resultaram em publicações.

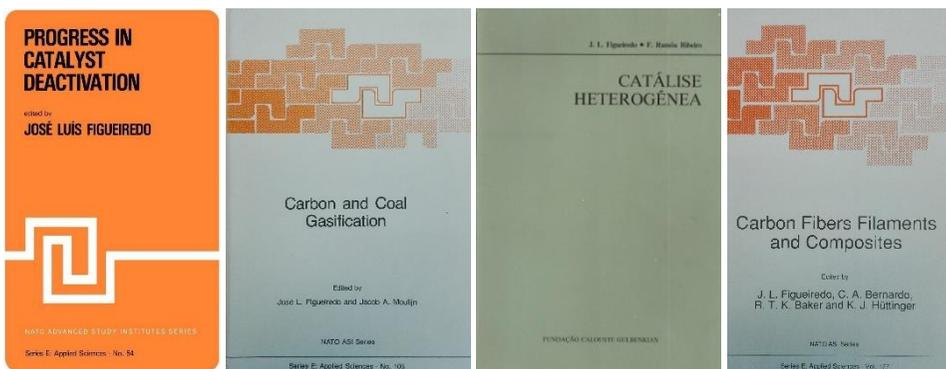


Figura 11 - Os quatro livros publicados na década de 1980: *Progress in Catalyst Deactivation* (1982); *Carbon and Coal Gasification* (1986); *Catálise Heterogénea* (1989); *Carbon Fibers Filaments and Composites* (1990).

O financiamento da Linha 3 nos últimos 5 anos da sua actividade atingiu montantes consideráveis, tendo em vista a reduzida dimensão do grupo: cerca de 10 milhões de escudos/ano (≈ 50.000 €/ano) para despesas correntes, e um total de cerca de 80 milhões de escudos (cerca de 400.000 €) para despesas de capital (equipamentos). Deve referir-se que o financiamento-base do INIC representou menos de 13% das despesas correntes e apenas 7% das despesas de capital da Linha 3 neste período. Foram particularmente relevantes os financiamentos obtidos nos dois projectos europeus (BRITE e BRITE-EURAM) e no Programa CIÊNCIA.

4. LABORATÓRIO DE CATÁLISE E MATERIAIS (LCM)@IMAT–NÚCLEO FEUP (UNIDADE Nº 118/94) [1994-1999]

Após a extinção do CEQ, a Linha 3 dá origem ao **Laboratório de Catálise e Materiais (LCM)**, integrando cinco docentes doutorados do DEQ (José Luís Figueiredo, Manuel Jerónimo, José Inácio Martins, José Órfão e Joaquim Faria)⁴⁶, seis bolseiros de doutoramento (Luís Silva, Madalena Freitas, Angelina Santos, Carlos Alves, Ana Queirós da Silva, Ana Margarida Fonseca⁴⁷) e um técnico auxiliar de laboratório contratado por verbas próprias (Teresa Cardoso Martins). Em Fevereiro de 1994, o IMAT-Núcleo FEUP, constituído pelo LCM e pelo Grupo de Materiais Metálicos do Departamento de Eng^a Metalúrgica (GMM), candidata-se ao Programa de Financiamento Plurianual de Unidades de I&D com o objectivo de preservar e desenvolver a infra-estrutura criada no âmbito do Programa Ciência. Originalmente, o GMM incluía também cinco doutorados, pelo que o IMAT-Núcleo FEUP pretendia candidatar-se a este financiamento como uma unidade de média dimensão (mínimo de 10 doutorados); mas a saída de dois elementos do GMM inviabilizou esta opção.

Os objectivos científicos propostos consistiam sobretudo na execução dos projectos entretanto iniciados, que constavam do Programa Base da candidatura do IMAT ao Programa CIENCIA. No que se refere ao LCM, o plano de trabalhos incluía o desenvolvimento de materiais de carbono para aplicações em catálise e adsorção; a produção de filamentos e fibras de carbono a partir de metano para utilização em materiais compósitos; a deposição de filmes metálicos por via electroquímica sobre substratos condutores e não condutores; e a produção de silício por via hidrometalúrgica.

A candidatura do IMAT-Núcleo FEUP foi aprovada, e a **Unidade nº 118/94** foi financiada com 1.600.000 escudos (\approx 8.000 €) em 1994, mais uma verba de 220.000 escudos para apoiar o funcionamento em rede. Em 1995 e 1996 o financiamento foi de 2.732.000 escudos e 3.828.000 escudos, respectivamente. Estas verbas foram sempre repartidas na proporção de 2/3 para o LCM e 1/3 para o GMM.

Entretanto, o Programa PRAXIS XXI (1994-1999) sucedeu ao Programa CIENCIA. Contemplava, entre outras medidas, o apoio a programas e projectos de

⁴⁶ O colega Manuel Alves dos Reis faleceu em 14 de Janeiro de 1992; o Joaquim Faria incorporou-se na equipa em Setembro de 1993.

⁴⁷ Esta doutoranda era orientada pelo colega Romualdo Salcedo, sendo co-orientador o José Órfão.

I&D e a formação avançada de recursos humanos, atribuindo bolsas de vários tipos. O LCM conseguiu bolsas e projectos deste Programa que foram importantes para o desenvolvimento de novas áreas estratégicas.

Além dos trabalhos que já estavam em curso, correspondentes aos temas de doutoramento dos bolseiros da Unidade, iniciaram-se neste período vários projectos nacionais e internacionais, alguns dos quais merecem destaque pelas repercussões que tiveram no desenvolvimento do LCM.

No segundo semestre de 1994 foi iniciado o projecto INTAS 93-812, "*Molecular sieve supported transitional metal complexes - Preparation, characterization and applications in catalysis*", de que fui coordenador, com a participação de *Moscow State University*, *University of Leicester* e FCUP. Este projecto resultou de um conjunto de circunstâncias acidentais e imprevisíveis (*serendipity*, mais uma vez). Tudo começou em 1992, quando o Dr. Alexander Nikolaevitch Zakharov, Professor Associado da Universidade Lomonossov de Moscovo, escreveu uma carta ao Reitor da U.P., em excelente português, perguntando se havia possibilidade de vir trabalhar para a Universidade, pois queria praticar a língua. Oferecia-se para leccionar na área da Cinética e Catálise, pelo que esta missiva acabou por chegar até mim para informar. Naquela altura não havia nenhum programa que permitisse enquadrar este pedido e suportar as despesas inerentes. Mas em 1993 fui nomeado pelo Secretário de Estado da Ciência e Tecnologia como Delegado nacional à Assembleia Geral da *International Association for the Promotion of Cooperation with Scientists from the Independent States of the Former Soviet Union* (INTAS). Esta Associação foi criada por vários países na Europa para apoiar os cientistas dos Estados independentes que resultaram da dissolução da União Soviética, financiando projectos de colaboração. Logo que tive conhecimento deste programa contactei o Dr. Zakharov para saber se ainda estava interessado em vir a Portugal, para o que teríamos que submeter um projecto de investigação conjunto. O tema que ele propôs era muito interessante, e consistia em heterogeneizar catalisadores homogéneos por imobilização de complexos de metais de transição nas cavidades dos zeólitos do tipo FAU. Esta metodologia é conhecida por síntese "*ship-in-the-bottle*". Como não tínhamos no LCM competências na área dos complexos metálicos, resolvi envolver no projecto o grupo do colega Baltazar de Castro, da FCUP, ao qual associámos também um colega da Universidade de Leicester. A Dr^a Isabel Correia Neves foi admitida para trabalhar neste tema em Dezembro de 1994, com uma bolsa de pós-Doutoramento do PRAXIS XXI. A Isabel tinha completado o seu Doutoramento na Universidade de Poitiers no ano anterior, no grupo de Michel Guisnet, pelo que tinha uma boa formação na área

dos zeólitos. Este projecto (1994 - 1997) teve uma enorme influência no percurso subsequente do LCM, apesar de não ter sido muito relevante, quer em termos financeiros⁴⁸ quer em número de publicações⁴⁹. Com efeito, foi daqui que nasceu uma colaboração muito frutuosa com o grupo da FCUP (Baltazar de Castro e Cristina Freire), focada na imobilização de complexos metálicos em materiais de carbono, colaboração que ainda hoje se mantém muito activa, passados 25 anos.

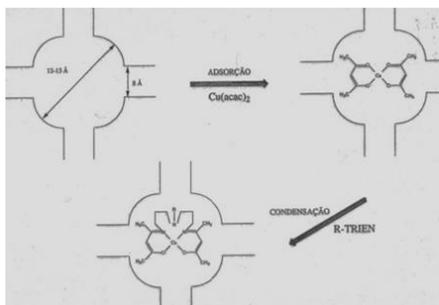


Figura 12 - Em Maastricht (Holanda) com o Sasha (A.N. Zakharov), durante o Congresso EuropaCat II (3 a 8 de Setembro de 1995). Esquema da síntese “ship-in-the-bottle” e certificado de patente.

Em Outubro de 1994, Manuel Fernando Ribeiro Pereira obteve uma bolsa de Doutoramento (PRAXIS XXI/BD/3265/94) e iniciou o seu projecto de tese no tema “Desidrogenação oxidativa do etilbenzeno”, usando carvões activados como

⁴⁸ O financiamento dos projectos INTAS destinava-se maioritariamente aos parceiros da ex-URSS.

⁴⁹ Publicou-se um artigo em revista, uma patente, e várias comunicações em Congressos.

catalisadores⁵⁰. No âmbito deste trabalho desenvolvemos uma metodologia para caracterizar os grupos funcionais oxigenados em materiais de carbono baseada na análise dos perfis de TPD. Desta forma foi possível correlacionar a actividade catalítica dos materiais de carbono com a concentração dos centros activos para a reacção (neste caso, os grupos carbonilo/quinona), permitindo pela primeira vez determinar a “frequência de rotação” (*turnover frequency, TOF*), que traduz a actividade intrínseca dos centros activos e que permite comparar diferentes tipos de catalisadores. Este trabalho pioneiro originou várias publicações importantes, uma das quais ultrapassou já as 2000 citações (Scopus, Setembro de 2019)⁵¹, posicionando o LCM como grupo de referência nesta área.

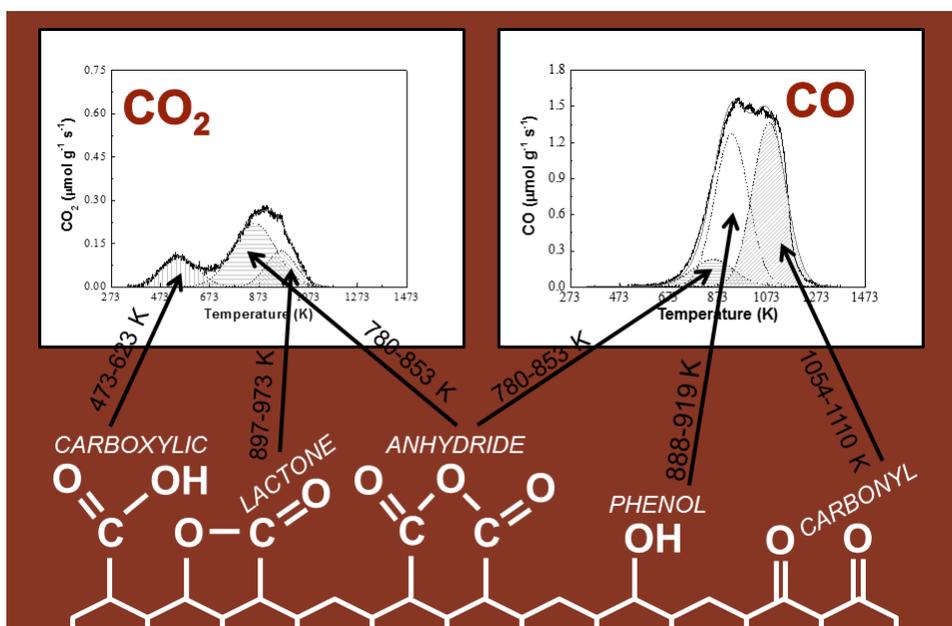


Figura 13 - Representação esquemática dos grupos oxigenados na superfície de materiais de carbono, e desconvolução dos perfis de TPD.

⁵⁰ O Fernando tinha já colaborado com o LCM no âmbito do Projecto de Investigação (disciplina do 5º ano curricular) sobre “Análise cinética de espectros de TPD em catalisadores de níquel”, em 1993/1994.

⁵¹ J.L. Figueiredo, M.F.R. Pereira, M.M.A. Freitas, J.J.M. Órfão, *Modification of the surface chemistry of activated carbons*, *Carbon* 37(1999) 1379-1389. Entre 2008 e 2010, este foi o *Top Paper for Portugal in Chemistry (ISI Web of Knowledge, Essential Science Indicators)*; e em 2012, por ocasião do 50º aniversário da revista *Carbon*, este artigo ocupava a 4ª posição no TOP 50 dos trabalhos mais citados desta revista.

O Projecto CYTED V.3, “Desenvolvimento de adsorventes para separação de gases”, foi também iniciado em Outubro de 1994, sendo coordenado pelo Paco Reinoso (Univ. Alicante)⁵². A nossa participação focou a preparação de peneiros moleculares de carbono por modificação da estrutura porosa de carvões activados, tendo em vista a sua utilização na separação de gases (produção de azoto a partir de ar, e de metano a partir de biogás) por PSA (*Pressure-swing adsorption*)⁵³. Este foi o tema da tese de Doutoramento de Madalena Freitas (concluída em 1998). Em particular, obteve-se um material com excelente selectividade para a difícil separação O₂/N₂ promovendo a deposição de carbono por CVD em regime de forte limitação difusional do precursor (*pore mouth carbon deposition*). No âmbito da Rede Temática V.A, colaborámos no 2º Curso Iberoamericano sobre Peneiros Moleculares (São Carlos, Brasil, 22-26 de Maio, 1995) e participámos no 3º Curso (Caracas, Venezuela, 23-26 de Março, 1998).

Em Junho de 1994 recebemos o Dr. Solomon A. Adeyemi (Universidade de Ife, Nigéria; bolseiro da UP), que desenvolveu trabalho sobre “Preparação de carvão activado a partir das cascas de sementes de palma”. Na sequência das colaborações estabelecidas com a UFBA, Brasil, estagiaram no LCM: Renato Gomes Filho, (da empresa CARBAT- Carbono Ativado do Brasil, Lda., Camaçari, BA, Brasil), sobre “Fabrico e Caracterização de Carvões Activados” (Março - Abril de 1994); e Jaílides Marques Britto (da empresa COPENE, S.A., Camaçari, BA, Brasil) sobre “Catalisadores de Reforma de Nafta” (Setembro - Outubro de 1994).

Em Setembro de 1994 foi assinado o contrato referente ao projecto europeu “*Production and applications of vapour grown carbon and other ceramic fibers and filaments*” (ERB-CHRX-CT94-0457), do programa *Human Capital & Mobility*. Esta rede envolvia a participação de 9 grupos de investigação⁵⁴, estando prevista

⁵² Participaram investigadores de Portugal (J.L. Figueiredo e Carlos Costa), Espanha (F. Rodriguez-Reinoso, J. Pajares e E. Rodriguez Castellón), Chile (R. Arriagada), Colombia (J. Rincón), Venezuela (Carlos Scott), Argentina (Enrique Pereira, Elena Basaldella e A. Alvarez), Cuba (Carlos de las Pozas) e México (Ana Maubert e G. Aguilar). A JNICT também me nomeou coordenador nacional deste projecto.

⁵³ Cf. J.L. Figueiredo, M.M.A. Freitas, in: “*Desarrollo de adsorbentes para la separación de gases*”, F. Rodríguez-Reinoso, P. Andreu, Eds., *Informe Final, CYTED, Proyecto V.3, 1998*, pp. 67-88.

⁵⁴ *Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas*, CENIM/CSIC, Madrid (A. Madroñero), coordenador; *Institut National Polytechnique de Grenoble*, INPG (P. Gadelle); *Fachhochschule Gelsenkirchen* (W. Brandl); Univ. Minho (Carlos Bernardo); Univ. Porto (J.L. Figueiredo); *Katholieke Univ. Leuven* (L. Froyen); *Univ. Catholique de Louvain*, Louvain-la-Neuve (J.P. Issi); *Univ. Strathclyde*, Glasgow (A. Hendry); *Instituto Murciano de Tecnologia* (J.M. Salinas Leandro). O projecto teve início em 1/10/1994 e terminou em 30/9/1998. O LCM recebeu 75.000,00 €.

a contratação de um bolseiro de pós-Doutoramento no primeiro trimestre de 1995. Eu estava sem saber onde iria encontrar um investigador competente para este projecto quando o acaso interveio mais uma vez, e de forma muito positiva. Eu tinha conhecido o Carlo Mazzocchia⁵⁵ em Budapeste, durante o Congresso Internacional de Catálise de 1992. Ficámos amigos desde então, e o Carlo fazia questão de me visitar sempre que vinha a Portugal, no âmbito de uma colaboração que tinha com o IST. Foi numa dessas visitas que eu mencionei que precisava de um pós-Doc para aquele projecto. Acontece que o Carlo tinha a solução perfeita para me oferecer: o Philippe Serp tinha justamente concluído o Doutoramento em Toulouse, no contexto de um projecto europeu em que o Carlo também tinha participado, e procurava um novo desafio pós-doutoral. Após um telefonema ficou tudo combinado, e o Philippe foi contratado como bolseiro em Abril de 1995, por um período de 2 anos, tendo-se revelado um investigador de excepcional craveira.

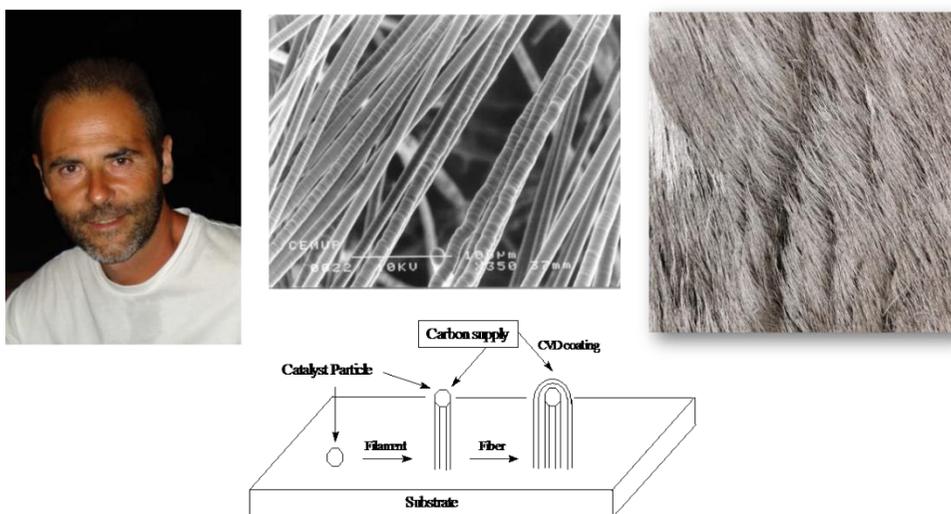


Figura 14 - Philippe Serp: Produção de fibras de carbono a partir de metano (*Vapor-Grown Carbon Fibers, VGCF*). Imagem de microscopia electrónica (SEM); tapete de fibras sobre uma superfície de Grafoil; e mecanismo de formação [Reproduzido de P. Serp, J.L. Figueiredo, *Carbon*, 34 (1996) 1452-1454, Copyright Elsevier].

É curioso que, sendo originário de um grupo de referência em catálise homogénea (Professor Philippe Kalck), tenha realizado o seu Doutoramento em catálise heterogénea e um pós-Doutoramento sobre materiais de carbono! O Philippe acabou por ficar no Porto apenas 18 meses, tendo passado os 6 meses

⁵⁵ Professor de Engenharia Química no Politécnico de Milão.

restantes em Louvain-la-Neuve, no grupo do Professor Jean-Paul Issi, que também fazia parte do consórcio. Além de um bom número de publicações muito relevantes⁵⁶, este projecto proporcionou-nos novas colaborações, nomeadamente com o grupo de Toulouse, onde o Philippe viria a ser contratado como Professor e onde se tornou uma referência incontornável na área dos nanotubos de carbono (CNT), nomeadamente nas suas aplicações em Catálise. Esta colaboração científica continua activa até hoje⁵⁷.

Foi também com a colaboração do Carlo Mazzocchia que em 1995 submeti ao Programa Joule da CE um projecto sobre “*Development and optimization of catalysts for isobutene production from the C4 fraction*”, envolvendo a GALP e vários parceiros europeus. Este projecto não foi aprovado, mas recuperámos o tema para uma rede de formação avançada sobre desidrogenação oxidativa de hidrocarbonetos (ODH), que acabaria por ser aprovada no âmbito do Programa ALFA (Europa-América Latina) em Janeiro de 1996, envolvendo a Universidade do Porto (LCM, coordenador), Universidade de Estrasburgo, Politécnico de Milão, Universidade da República (Uruguai), Universidade de San Luís (Argentina), Universidade Federal da Bahia (Brasil) e Universidade Nacional (Colômbia). Numa primeira fase (Catálise-ALFA Network, contrato ALR/B7-3011/94.04-1.507) desenvolveram-se actividades preliminares para preparar a mobilidade de estudantes de pós-graduação (Mestrado e Doutoramento em co-supervisão), e desenvolver projectos conjuntos no tema ODH. Esta fase ficou concluída em Janeiro de 1997. A segunda fase (contrato ALR/B7-3011/94.04-6.0108.9) consistiu na mobilidade de estudantes entre os distintos parceiros, e foi executada entre Abril de 1998 e Abril de 2001. Eu orientei os estágios no LCM de Hugo Zea Ramírez (Mestrado; de Março de 1999 a Janeiro de 2000) e de José J Díaz Velásquez (Doutoramento; de Março de 2000 a Janeiro de 2001), que posteriormente defenderam as suas teses em Bogotá. Além deste intercâmbio com a Universidade Nacional da Colômbia, foi particularmente relevante a colaboração estabelecida com a Universidade de San Luís, com a qual desenvolvemos mais tarde um projecto bilateral no contexto da eliminação de compostos orgânicos voláteis.

⁵⁶ O nosso trabalho “*A microstructural investigation of vapor-grown carbon fibers*” [*Carbon*, 34 (1996) 1452] foi o primeiro publicado em Portugal a referir os nanotubos de carbono [Cf. *Química*, 116 (2010) 33-40].

⁵⁷ O Philippe integra a Comissão de Aconselhamento do Laboratório Associado LSRE-LCM desde 2017.

Em Janeiro de 1995 foi assinado o contrato referente ao projecto “Integração de Processos - Biocatálise Extractiva” (PRAXIS/2/2.1/BIO/34/94), liderado pelo Joaquim Sampaio Cabral (IST), e no qual participaram também colegas do Instituto de Tecnologia Química e Biológica (ITQB, UNL), da Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica (ESBUC), da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Univ. Coimbra (FCTUC) e o LCM. A nossa tarefa consistiu na preparação de materiais de carbono para suporte de enzimas, tendo sido executada pela Madalena Freitas e posteriormente pelo António Manuel Pacheco, que para o efeito foi admitido em Novembro de 1996 com uma bolsa para técnicos de laboratório (BTL). O financiamento do LCM foi de 10.400 contos (\approx 52.000 €). Em Janeiro de 1996 tínhamos já admitido Márcia Carvalho (também com uma BTL) para apoio aos trabalhos em curso no LCM, nomeadamente a preparação e caracterização de catalisadores e adsorventes.

O 2º Encontro da Divisão de Catálise da SPQ foi organizado pelo Francisco Lemos em 22 de Junho de 1995, no IST. Este Encontro merece aqui destaque por ter sido especificamente dedicado ao ensino da Catálise. Na abertura, o Professor Jorge Calado (IST) apresentou uma interessante alocução intitulada “A sorte universal da Catálise”, a que se seguiu uma palestra do Professor Michel Guisnet (Univ. Poitiers) sobre “*La Catalyse dans l’enseignement de la Chimie et du Génie Chimique à l’Université*”. Foram depois apresentadas diversas comunicações focando o ensino da Catálise na FEUP, no IST, na FCT/UNL, na FCUL, no ITQB, e ainda no ISEP e no ISEL. Foram também apresentadas as perspectivas da Indústria Química e da Refinação de Petróleos, e várias comunicações sobre métodos inovadores no ensino da Catálise.

Em Outubro de 1995 iniciámos uma linha de investigação em hidrogenação catalítica para aplicações em química fina, focando nomeadamente a hidrogenação selectiva de compostos de carbonilo α,β -insaturados com catalisadores bimetálicos suportados em carvões activados. Este tema foi também objecto de um projecto conjunto com o Mário Mendes (UNICAMP, SP, Brasil), ao abrigo do Convénio JNICT/CAPES (009/96).

O Curso de Mestrado em Engenharia dos Processos Químicos voltou a funcionar, sob minha direcção, nos anos lectivos 1994/95, 1995/96 e 1996/97. Embora mantendo a estrutura original (áreas científicas e respectivas unidades de crédito), o elenco de disciplinas apresentava algumas diferenças relativamente à primeira edição. No caso particular da disciplina de Catálise Heterogénea, o programa incluía os seguintes tópicos: Conceitos básicos em Catálise Heterogénea. Mecanismos das reacções catalíticas. Estrutura e propriedades dos catalisadores. Métodos de preparação e caracterização. Reactividade das

superfícies: aspectos estruturais, morfologia das cristalites, estruturas adsorvidas, reacções interfaciais, propriedades de superfície. Selectividade: factores determinantes, promotores, controlo e modificação da selectividade. Desactivação de catalisadores: mecanismos de desactivação e sua inibição; regeneração. Processos catalíticos e *design* de catalisadores: exemplos de processos industriais. Entre os poucos alunos que conseguiram completar o Curso e defender tese encontrava-se uma colaboradora do LCM orientada pelo José Inácio Martins: Cândida Maria Duarte Manuel, bolseira da JNICT (PRAXIS XXI/BM/7046/95).

A candidatura conjunta do LCM e do GMM ao Programa de Financiamento Plurianual fora justificada numa perspectiva de colaboração entre as várias unidades do pólo do Porto do IMAT que, no entanto, nunca se concretizou. Não se realizou nenhum projecto ou programa de investigação conjunto, nem se desenvolveram quaisquer sinergias entre as duas unidades. Em 1996, a avaliação da Unidade nº 118/94 resultou numa classificação global de “Fair”, reflexo da heterogeneidade dos dois grupos, e levou o Painel de Avaliação a sugerir a sua reestruturação:

*“This unit is composed of two research groups, one working on catalysis and another on metallurgy. It was therefore difficult to evaluate them as a unit. The catalysis group has a higher quality output with international collaborations. The activity of the metallurgy group could be improved from the scientific point of view. This could give a sound support to the many industrial contacts the group has in the foundry practice. **Consideration should be given to restructure the unit in order that the two groups can find partners with similar interests**”.*

Esta recomendação teve bom acolhimento por parte dos investigadores da Unidade, que de facto sempre funcionaram como dois grupos independentes. Contudo, entre a data em que foram conhecidos os resultados da avaliação (Dezembro de 1996) e a data de pré-candidatura de novas unidades (Fevereiro de 1997) não houve tempo suficiente para implementar aquela recomendação do Painel de Avaliação. Assim, o LCM e o GMM continuaram a executar o Plano de Actividades da Unidade 118/94 proposto para o triénio 1997-1999, procurando simultaneamente criar condições para a sua reestruturação, visando a submissão de candidaturas independentes. O financiamento atribuído para este triénio foi de 6.560.000 escudos/ano (≈ 32.800 €), repartido na proporção de 2/3 para o LCM e 1/3 para o GMM. A separação do IMAT-Núcleo FEUP em duas unidades de investigação distintas seria formalizada apenas em Março de 1999, por ocasião da Avaliação Trienal das Unidades de I&D.

Depois do Congresso FunCatCoGas (Rolduc, Maio de 1986) voltei a encontrar o Jacob Moulijn em várias ocasiões, nomeadamente em Cursos NATO organizados pelo Yuda Yürüm na Turquia, sobre “*Coal Science and Technology*” e tópicos afins. Mas em 1990 o Jacob deixou Amsterdão para assumir o lugar de Professor de Catálise Industrial na Universidade de Delft, onde criou um grupo de investigação em “*Catalysis Engineering*”. Reatámos contacto durante o Congresso EuropaCat II, em 1995, e no ano seguinte convidéi-o para uma Lição Plenária no XV Encontro Nacional da SPQ, que se realizou no Porto, de 22 a 25 de Maio⁵⁸.

Entretanto, fui convidado para participar no XV Simpósio Ibero-americano de Catálise (Córdoba, Argentina, 16-20 de Setembro, 1996), onde apresentei uma comunicação sobre “Desidrogenação Oxidativa de Hidrocarbonetos” (TI-29, publicado no Vol. 1 das respectivas Actas). Além desta conferência convidada apresentámos mais 3 trabalhos neste Simpósio. A nossa candidatura para organizar no Porto o XVII Simpósio, no ano 2000, foi aprovada na Assembleia Geral que se realizou no final do evento.

Em 1997 participei no 1º Congresso Europeu de Engenharia Química (Florença, 4-7 de Maio), onde fui apresentar o trabalho “*Oxidative dehydrogenation of ethylbenzene on modified carbon catalysts*”. Cheguei a Florença ao fim da tarde, e quando entrei num restaurante para jantar deparei com o Jacob Moulijn! Eu estava com a Maria Amélia, e ele estava com a esposa, Floor, que visitava Florença pela primeira vez. A Maria Amélia, que conhecia muito bem Florença, ofereceu-se para cicerone da Floor, enquanto nós os dois participávamos no Congresso. Foi o início de uma bela amizade. Passei a convidar o Jacob para vários eventos que se realizaram em Portugal, e ainda para integrar a Comissão de Aconselhamento do Laboratório de Catálise e Materiais (e, mais tarde, do Laboratório Associado LSRE-LCM). E eu também passei a ir a Delft com alguma frequência (nomeadamente para participar em júris de Doutoramento e reuniões científicas). Alguns anos depois, o grupo de “*Catalysis Engineering*” da TU Delft tornar-se-ia um destino de eleição para alguns dos nossos melhores colaboradores, que aí fizeram estadias pós-doutorais, e posteriormente partiram para uma carreira de sucesso na indústria.

A investigação na área da Química Fina foi reforçada com a admissão de um bolseiro de pós-Doutoramento em 1997 (José Alberto Conceição Alves). Recebemos ainda o Marco Fraga (pupilo do Mário Mendes na UNICAMP, Brasil)

⁵⁸ Esta Plenária, *Catalysis in fine chemicals production*, está publicada na Rev. Port. Quím. 3 (1996) 23-34.

para um “doutoramento sanduíche” ao abrigo de uma bolsa CAPES. O Marco ficou um ano no LCM (Março de 1997 a Março de 1998), e depois regressou a Campinas onde veio a defender a sua tese em Maio de 2000 sobre o tema “Hidrogenação enantioselectiva de piruvato de metilo com catalisadores de platina modificados com cinconidina”. Foram também implementados dois projectos bilaterais, nomeadamente com o grupo de Philippe Kalck em Toulouse (projecto JNICT/Embaixada de França nº 97/003 B3, “Preparação de catalisadores de elevada dispersão por OMCVD sobre carvões activados de elevada área específica”) e com Antal Tungler na Universidade de Budapest (projecto ICCTI/OMFB, “*Asymmetric heterogeneous catalytic hydrogenations*”). E em 1998 foi admitido outro bolseiro de pós-Doutoramento (Ahmet Erhan Aksoylu⁵⁹) para desenvolver a preparação de catalisadores metálicos suportados em carvões activados.

A síntese “*ship-in-the-bottle*” foi retomada no projecto “Controlo molecular da reactividade química em materiais nanoestruturados: Aplicações em catálise” (PRAXIS/3/3.1/MMA/1780/95)⁶⁰, liderado pela Universidade de Aveiro e iniciado em Abril de 1997, em que também participaram os colegas Baltazar de Castro e Cristina Freire. A Mónica Silva iniciou o seu Doutoramento no âmbito deste projecto em Janeiro de 1998. Mas foi sobretudo o projecto PRAXIS/PCEX/C/QUI/98/96 “Preparação de nanocompósitos por imobilização de complexos metálicos em carvões activados - Desenho de novos catalisadores”, liderado pelo LCM, que nos permitiu desenvolver a colaboração com o grupo da FCUP, explorando diferentes metodologias de funcionalização dos materiais de carbono de forma a permitir a imobilização de complexos metálicos com actividade catalítica, conduzindo assim à heterogeneização de catalisadores homogéneos⁶¹. Esta viria a ser uma linha de investigação muito gratificante e altamente produtiva.

De acordo com o Regulamento do Programa de Financiamento Plurianual, as Unidades de I&D deviam ter uma Comissão Permanente de Aconselhamento

⁵⁹ O Erhan veio da Universidade do Bósforo, em Istanbul, onde se doutorou sob orientação da Ilse Önsan, que foi minha colega no grupo do David Trimm (*Imperial College*, Londres) entre 1970 e 1974. Eu tivera já oportunidade de o conhecer durante um NATO ASI organizado pelo Ramôa, em Vilamoura, em 1997.

⁶⁰ Além da UA (coordenador), participaram neste projecto: IST, FCUP e FEUP (LCM). De 14/4/1997 a 30/06/2000. O financiamento do LCM foi de 11.250 contos (≈ 56.250 €).

⁶¹ Este projecto foi iniciado a 1 de Novembro de 1997 e terminou em Abril de 2000. O financiamento global foi de 6.000 contos (≈ 30.000 €), repartido em partes iguais pelas duas equipas.

Científico. A Comissão do IMAT-Núcleo FEUP foi constituída em 1997, e incluía as seguintes individualidades:

Dr. Jesús Pajares Somoano, Director do Instituto Nacional del Carbón (INCAR) - CSIC, Oviedo;

Dr. Jacob A. Moulijn, Professor da Delft University of Technology (TU Delft);

Dr. Carlos A. A. Bernardo, Vice-Reitor da Universidade do Minho;

Dr. Eng^o José J. Romão de Sousa⁶², Administrador da PROHOLDING SGPS, S.A., e posteriormente Presidente do Conselho de Administração da PROBOS – Químicos e Plásticos, S.A.

Esta Comissão foi chamada a pronunciar-se pela primeira vez sobre o Relatório de Actividades de 1997 e Plano de Actividades proposto para 1998, tendo salientado em particular a enorme actividade realizada pelo LCM e a sua elevada produtividade, em face do modesto orçamento atribuído. Por outro lado, foi notada uma dispersão demasiado elevada dos temas de investigação abordados pelos investigadores da Unidade. Procurei então corrigir esta situação, proporcionando condições para que os membros doutorados do LCM⁶³ se pudessem integrar melhor nas actividades nucleares do grupo, ou seja, a Catálise e o Carbono. O Joaquim Faria já tinha entretanto começado a colaborar nos projectos de Química Fina, mas entreguei-lhe também o meu *dossier* sobre Fotocatálise⁶⁴, uma área que ele de facto veio a desenvolver mais tarde com grande sucesso. Quanto ao Inácio, procurei incentivá-lo a implementar projectos na área da Electrocatálise, mas os resultados obtidos neste período limitaram-se a uma tese de mestrado e não tiveram sequência.

O acaso bateu-nos de novo à porta em 1997, sob a forma de um inesperado convite do Angelo Vaccari, da Universidade de Bolonha, para participar na *European Research Conference (ERC) "Natural Waters and Water Technology: Catalytic Science and Technology for Water"*, que se realizaria em Acquafredda di Maratea, em Outubro de 1998. Eu tinha conhecido o Angelo em 1982, durante o 8^o Simpósio Ibero-americano de Catálise (SIAC), onde me calhou ser *chairman* da

⁶² O Romão de Sousa foi meu colega no *Imperial College*, em Londres, onde obteve o Doutoramento sob orientação do Professor H. Sawistowski, tal como o Manuel Jerónimo.

⁶³ Refiro-me em particular ao Joaquim Faria, que se tinha incorporado no LCM em Setembro de 1993, e ao José Inácio, cuja actividade focava sobretudo a electroquímica e a hidrometalurgia; o Jerónimo, por seu lado, sempre teve uma participação muito residual no LCM, devido à sua actividade profissional.

⁶⁴ Nomeadamente os textos do NATO ASI *"Fundamentals and Developments of Photocatalytic and Photoelectrochemical Processes"*, organizado pelo Mario Schiavello em 1984 (Erice, Sicília), no qual participei.

sessão em que ele fez a sua primeira apresentação oral. Ficámos amigos desde então, e voltámos a encontrar-nos no México por ocasião do 11º SIAC (1988), depois do qual tivemos oportunidade de visitar juntos as pirâmides de Teotihuacan e outros sítios arqueológicos. Dez anos depois, o Angelo resolveu convidar-me para a sua ERC como *chairman* de uma sessão sobre “Oxidação húmida” (*Wet oxidation processes*). Eu devo confessar que, naquela época, não estava familiarizado com este tópico; mas depois de ler um artigo de revisão apercebi-me da sua relevância, e pensei que poderia ser apropriado para o Joaquim Faria desenvolver, já que os processos de “*wet oxidation*” conduzem à formação de radicais livres, espécies com que ele tinha lidado na sua tese de Doutoramento. O Joaquim acabou por pegar muito bem neste tema, que propôs para o Doutoramento do Helder Gomes (iniciado em Novembro de 1997; bolseiro do PRAXIS XXI desde Janeiro de 1998). Vinte anos depois, os Processos Avançados de Oxidação tornar-se-iam numa das áreas mais relevantes da actividade do LCM.

No período entre 1994 e 1999, o LCM (LCM @ Unidade nº 118/94) apresentou um conjunto de indicadores de desempenho de muito bom nível, face à sua dimensão:

- Concluíram-se as Teses de Doutoramento de Maria Leonor Pinto (Desactivação de catalisadores de *cracking*, Outubro de 1995), Paula Cristina Pereira da Silva (Produção de *whiskers* de SiC, Julho de 1996), Maria Madalena Freitas (Produção de peneiros moleculares de carbono, Junho de 1998)⁶⁵, Manuel Fernando Ribeiro Pereira (Desidrogenação oxidativa do etilbenzeno, Outubro de 1998), Luís Manuel Sousa Silva (Técnicas termoanalíticas na caracterização de catalisadores, Novembro de 1999)⁶⁶ e Ana Maria Queiroz da Silva (Produção de silício por via hidrometalúrgica, Dezembro de 1999)⁶⁷, além das teses de Mestrado de Luísa Maria Fernandes⁶⁸ (Fibras de carbono a partir de metano: Produção e caracterização, Dezembro de 1998), Cândida Maria Duarte Manuel⁶⁹

⁶⁵ A Madalena foi contratada pelo Instituto Piaget de Viseu no ano lectivo 1998/99, mas manteve vínculo ao LCM. De 1 de Outubro de 1999 até 31 de Janeiro de 2001, foi bolseira no LCM sobre “Produção e aplicações de carbono nanotubular e filamentar” (PRAXIS/BPD/20134/99). Foi depois contratada como Assistente do ISEP, mantendo-se como colaboradora do LCM.

⁶⁶ O Luís foi depois contratado como Assistente do ISEP, mas manteve-se como colaborador do LCM até 31 de Dezembro de 2010.

⁶⁷ A defesa desta tese realizou-se em 24 de Janeiro de 2000; orientação de José Inácio Martins.

⁶⁸ Mestrado em Engenharia dos Materiais, FEUP; orientação de J.L. Figueiredo.

⁶⁹ Mestrado em Engenharia dos Processos Químicos, FEUP; orientação de José Inácio Martins.

(Estudo electroquímico da oxidação metanol, formaldeído e ácido fórmico sobre um catalisador de platina, Dezembro de 1998), e Ana Margarida L. F. Sousa⁷⁰ (Uso da exergia para avaliação da poluição e recursos naturais, 1997); e das Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica de José Manuel Ribeiro de Sousa⁷¹ (O carvão activado – produção e caracterização física e química, Julho de 1997) e de Olinda Coelho Monteiro⁷² (Catalisadores metálicos suportados em carvão activado para reacções de química fina, Julho de 1997). A doutoranda co-orientada pelo José Órfão (Ana M. Fonseca) também defendeu tese em 1999.

- O LCM participou em numerosos projectos nacionais e internacionais, incluindo 2 projectos financiados pela UE (sendo coordenador de um deles), 3 projectos INTAS (sendo coordenador de um), 4 projectos bilaterais, 1 projecto ibero-americano (Programa CYTED), e 3 projectos nacionais do Programa PRAXIS XXI (coordenando um deles); investigadores do LCM colaboraram ainda em diversos projectos de outras unidades (em temas não relacionados com o carbono ou a catálise).

- Publicaram-se 30 artigos em revista⁷³, 11 capítulos de livros, e 88 comunicações em congressos nacionais e internacionais. Dois dos trabalhos publicados neste período destacam-se pelo elevado número de citações que vieram a receber: além do já mencionado artigo, campeão absoluto de citações no LCM [*Carbon* 37(1999) 1379-1389], há ainda a referir um trabalho desenvolvido pelo José Órfão com um aluno da Licenciatura em Engenharia Química, [*FUEL* 78 (1999) 349-358], que já superou as 600 citações (Scopus).

- No âmbito das actividades da SPQ, o LCM esteve envolvido activamente na organização do XV Encontro Nacional (Porto, 22 a 25 de Maio de 1996), e ainda de três Encontros Luso-Galegos de Química, nomeadamente o VIII, dedicado à “Química e Ambiente” (Vairão, 23 a 25 de Novembro de 1994), o X, focado no tema “Química Fina e Aplicada” (Matosinhos, 27 a 29 de Novembro de 1996), e o XII (Matosinhos, 11 a 13 de Novembro de 1998). Além destes eventos, fomos co-organizadores (com o Professor H.J. Grabke) de um *Workshop* da *European*

⁷⁰ Mestrado em Energia e Ambiente, Universidade do Minho; orientação de Manuel Jerónimo.

⁷¹ Assistente da UTAD; orientação de José Inácio Martins.

⁷² Assistente da Universidade da Madeira; orientação de J.L. Figueiredo.

⁷³ Não se contabilizam aqui os artigos publicados neste período por colaboradores do LCM referentes a trabalhos realizados noutras instituições.

Federation of Corrosion sobre “*Coking and Decoking*”, que se realizou no Porto de 6 a 7 de Maio de 1999⁷⁴.

Em 30 de Março de 1999, a Comissão Permanente de Aconselhamento Científico visitou o LCM e produziu um parecer que acompanhou a sua candidatura ao Programa de Financiamento Plurianual, submetida agora como Unidade independente. As sugestões desta Comissão constituíram uma ajuda preciosa para a reformulação dos objectivos do LCM, focados em particular na área interdisciplinar “Carbono e Catálise”, com aplicações em Materiais Avançados, Química Fina e Ambiente. Foi também muito importante a recomendação para que nos fosse atribuído um “Financiamento Programático Especial”, destinado à contratação de bolseiros de pós-Doutoramento e ao financiamento de projectos interdisciplinares.



Figura 15 – Almoço de Natal dos colaboradores do LCM (7 de Dezembro de 1998).

⁷⁴ As comunicações apresentadas neste *Workshop* foram publicadas no volume 50, nº 12 (Dezembro de 1999) da revista *Materials and Corrosion* (ISSN: 0947-5117).

5. LABORATÓRIO DE CATÁLISE E MATERIAIS - LCM (UNIDADE Nº 12/1181) [2000-2004]

No dealbar do século XXI, o LCM assume-se como uma Unidade de I&D do Departamento de Engenharia Química da FEUP cuja actividade se desenvolve principalmente na área dos Processos Químicos (focando em particular a Catálise e os Materiais de Carbono) tendo em vista aplicações em Materiais Avançados, Química Fina, Energia e Ambiente.

As actividades de investigação no ano 2000 foram condicionadas por dois acontecimentos com forte impacto na equipa do LCM, nomeadamente o XVII Simpósio Ibero-americano de Catálise, que decorreu no Porto de 16 a 21 de Julho e que foi organizado pelo LCM; e a mudança das instalações da FEUP para o novo *campus* da Asprela, que decorreu no 2º semestre. Apesar do transtorno inevitável, a mudança de instalações foi muito positiva, tendo o LCM ocupado os Laboratórios E-301 (105 m²), E-302A (29 m²) e E-306 (45 m²), e ainda um gabinete de apoio (E-318) com 13 m².

O XVII Simpósio Ibero-americano de Catálise foi organizado sob a égide da Sociedade Portuguesa de Química, e em particular da sua Delegação do Porto e da Divisão de Catálise. Eu fui o presidente da Comissão Organizadora⁷⁵, enquanto o Joaquim Faria presidiu à Comissão Executiva, na qual se incluíam ainda o José Órfão e o Helder Gomes. Praticamente todos os membros do LCM colaboraram na organização do evento, que reuniu 318 participantes, e no qual foram apresentadas 407 comunicações. O Programa Científico⁷⁶ incluiu ainda 4 lições plenárias, apresentadas por Michael W. Anderson, Jens Rostrup-Nielsen, Jacob A. Moulijn e Michel Guisnet, e 6 lições convidadas, a cargo de Eduardo Falabella, Gustavo Fuentes, Carlos Apesteguia, Mercedes Álvaro (em substituição de Hermenegildo García), Mireya Goldwasser e José Soares Mota.

O processo de avaliação de 1999 sofreu um atraso considerável; o LCM só foi visitado pelo Painel de Avaliação em Setembro de 2000, e os resultados só foram conhecidos em Janeiro de 2001⁷⁷. O financiamento de base anual atribuído ao

⁷⁵ Integrei ainda o Conselho Directivo da Federação Ibero-americana de Sociedades de Catálise (FISOCAT).

⁷⁶ Actas do 17º Simpósio Ibero-americano de Catálise (J.J.M. Órfão, J.L. Faria, J.L. Figueiredo, editores), FEUP Edições, Porto, 2000. ISBN: 972-752-036-7.

⁷⁷ A classificação de *Good* inicialmente atribuída ao LCM foi contestada de imediato, pois foi evidente que os critérios de avaliação e as escalas de classificação previamente definidos não tinham sido correctamente aplicados. O recurso interposto mereceu parecer favorável em Agosto de 2002, sendo a classificação do LCM alterada para *Very Good*.

LCM (Unidade nº 12/1181) para 2000, 2001 e 2002 foi de 5.467.000 escudos/ano (\approx 27.335,00 €/ano), e o financiamento programático para este período (2000-2002) foi de 15 milhões de escudos (\approx 75.000,00 €).

Em 31 de Dezembro de 2000, a equipa do LCM incluía os seguintes membros: José Luís Figueiredo, José Inácio Martins⁷⁸, José Órfão, Joaquim Faria e Manuel Fernando Pereira⁷⁹ (docentes da FEUP); Manuel Jerónimo (Univ. Lusíada); Luís Silva (IPP); Maria Madalena Freitas (Bolsista de pós-Doutoramento); Helder Gomes, Mónica Silva, Paulo Aloísio Augusto, Joana Tsou, Filomena Gonçalves e José de Jesús Díaz Velázquez (doutorandos); João Luís Santos e Sandra Teixeira Trindade (mestrandos); Maria Teresa Reis e Sara Cristina Ferreira (técnicos de investigação); H. Sousa Vale (técnico auxiliar); e Clotilde Polónia (Secretária de Direcção).

De 2 a 5 de Maio de 2001, eu e o Joaquim Faria participámos no *3rd European Workshop on Environmental Catalysis*, Maiori, Itália, organizado pelo Paolo Ciambelli (Univ. Salerno), onde apresentámos trabalhos sobre CWAO e deNOx. Logo depois realizou-se o 5º Encontro da Divisão de Catálise da Sociedade Portuguesa de Química (Leiria, 18-19 de Maio de 2001), que foi organizado pela equipa do LCM. O programa do encontro incluiu 2 Conferências Plenárias, a cargo de Jacques Védrine (*Acidic and catalytic properties of sulfated zirconia*) e Hermenegildo García (*Zeolites containing photoactive guests as photocatalysts*) e quatro Lições Convidadas (Carlos Romão, F. Ramôa Ribeiro, José Cavaleiro, Pedro Brito Correia). E de 23 a 25 de Outubro participei pela primeira vez numa *Reunión del Grupo Español del Carbón (VI Reunión*, que decorreu em Cáceres), onde apresentei uma Conferência convidada sobre os nossos temas de investigação em materiais de carbono. A Madalena Freitas apresentou também uma comunicação referente ao seu trabalho pós-Doutoral.

A Conferência Internacional Carbon'01 decorreu em Lexington, Kentucky, de 14 a 19 de Julho de 2001, e incluía no seu Programa um Simpósio em memória de Frank Derbyshire. O Frank tinha sido meu colega de Doutoramento no grupo do David Trimm; a sua tese focava também a deposição de carbono em metais, que ele estudou usando sobretudo a microscopia electrónica de transmissão. O Frank tornou-se um cientista conceituado na área dos materiais de carbono e era o Director do *Center for Applied Energy Research (CAER)* na Universidade de

⁷⁸ O José Inácio desvinculou-se do LCM em 15 de Abril de 2002.

⁷⁹ Após o Doutoramento, o Fernando trabalhou no CITEVE – Centro Tecnológico das Indústrias Têxtil e do Vestuário de Portugal, onde foi coordenador da Unidade de Planeamento e Controlo de I&DT, até ser contratado como Professor Auxiliar convidado da FEUP em Outubro de 2000, integrando desde então a equipa do LCM.

Kentucky. Era também senhor de um fino humor; algumas das suas intervenções antológicas em Congressos ficaram indelevelmente na nossa memória. O seu inesperado e prematuro desaparecimento a 17 de Agosto de 1999 foi um choque para todos os seus colegas e amigos, e este foi um dos motivos que me levaram a participar na Carbon'01, da qual ele deveria ter sido o organizador. Durante este Congresso fui desafiado pelo Ljubisa Radovic a escrever com ele um artigo de revisão sobre “*Carbon as a Catalyst*”, para publicação na prestigiada série *Chemistry and Physics of Carbon* (CPC), da qual ele era então editor. Havia já um trabalho do Ljubisa com o Paco Reinoso, de 1997⁸⁰, que focava sobretudo a utilização dos materiais de carbono como suporte de catalisadores. O desenvolvimento posterior das aplicações como catalisador (sem fases activas suportadas) justificava já um *update*. Com a ajuda do Fernando comecei a fazer uma actualização da bibliografia relevante e a escrever mais algumas secções do artigo, para juntar à Introdução escrita pelo Ljubisa. Entretanto, a publicação da série CPC foi interrompida durante alguns anos por motivo de mudança de editora (passou da Marcel Dekker para a CRC Press), e o seu índice de impacto diminuiu bastante. Por esse motivo, esta tarefa ficou em *stand-by* e só foi retomada em 2005.

O Plano de actividades para o triénio 2000-2002 (submetido em Fevereiro de 2001) contemplava novos temas de investigação, relativamente ao plano que tinha sido apresentado em 1999. Em particular, introduziu-se a nova área da Catálise Ambiental, na qual o LCM investiu em força, incluindo o desenvolvimento de catalisadores para eliminação de óxidos de azoto (deNOx) e para oxidação de compostos orgânicos voláteis (COVs). Nesta área, iniciou-se em 2000 o projecto europeu “*Catalytic abatement of N₂O and NOx from combustion power plants (CADENOX)*”, ENK5-CT-1999-00001⁸¹, do 5º Programa Quadro da UE, Subprograma Energia, Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (1/3/2000 a 28/2/2003; o LCM foi financiado com 150.000,00 €), bem como o “Projecto e optimização de catalisadores de carbono para protecção ambiental” (POCTI/33331/EQU/2000). Este projecto (focado na redução selectiva de óxidos

⁸⁰ L.R. Radovic and F. Rodríguez-Reinoso, *Carbon Materials in Catalysis*; in *Chemistry and Physics of Carbon*, ed. P. A. Thrower, Marcel Dekker, New York, 1997, vol. 25, pp. 243–358.

⁸¹ O projecto CADENOX foi liderado pelo *Centro de Investigaciones Energeticas Medioambientales y Tecnologicas* (CIEMAT, Madrid). Participaram ainda: *Univ. Castilla-La Mancha* (Ciudad Real); *Chemical Process Engineering Research Institute* (CPERI, Thessaloniki); *Univ. Essex* (Colchester); *Technische Universität Dresden*. O LCM voltaria a colaborar com CPERI e UCLM no projecto SIPROHYM (ERA-Net ACENET), em 2009.

de azoto sem adição de hidrocarbonetos) foi executado entre 2/10/2000 e 1/10/2003, tendo o LCM recebido 44.892 €. O Doutoramento de Filomena Ribeiro Gonçalves enquadrou-se neste tema, e foi iniciado em 01/03/2000 com bolsa do Projecto CADENOX, e com bolsa da FCT a partir de 01/09/2000 (SFRH/BD/858/2000). O desenvolvimento de catalisadores para eliminação de COVs foi proposto como tema de doutoramento de Joana Coelho Tsou (PRAXIS_XXI/BD/21815/99), iniciado em 01/01/2000 em colaboração com o *Laboratoire de Catalyse en Chimie Organique (LACCO)*, da Universidade de Poitiers (Michel Guisnet e Patick Magnoux)⁸². Para continuar a desenvolver este tema foi iniciado em Abril de 2003 o projecto POCTI/48021/EQU/2002, “Catalisadores selectivos para a destruição de compostos orgânicos voláteis” (executado entre 7/4/2003 e 6/4/2006, com um financiamento de 30.000 €). Ainda neste contexto, o LCM participou em diversas redes temáticas do Programa CYTED (subprograma V: Catalisadores e adsorventes para o ambiente e qualidade de vida), nomeadamente: V-C “Catalisadores para protecção ambiental”⁸³, V-E “Caracterização de catalisadores e adsorventes”, e V-F “Adsorventes para protecção ambiental”.

Na área dos Processos Avançados de Oxidação, além do trabalho sobre oxidação catalítica por via húmida (CWO), enquadrado pelo projecto POCTI/EQU/33401/99 “Processos de oxidação para o tratamento de águas residuais” (orientado pelo Joaquim Faria e executado entre 1/11/2000 e 31/10/2003, com financiamento de 44.892 €), implementou-se em 2002 uma nova linha de investigação, focada em processos de fotocatalise heterogénea, em que se desenvolveram materiais compósitos de TiO₂/C para a oxidação fotocatalítica e degradação de poluentes orgânicos. Foi particularmente relevante o trabalho iniciado em Abril de 2003 por Wendong Wang (bolseiro de pós-Doutoramento orientado pelo Joaquim Faria, SFRH/BPD/11598/2002), que explorou a sinergia entre o dióxido de titânio e os nanotubos de carbono preparando os compósitos por um processo sol-gel modificado. Os resultados deste trabalho deram origem a duas publicações em colaboração com o

⁸² Esta colaboração com o LACCO foi distinguida com a atribuição do Prémio APDF-2004 (Prémio da Associação Portuguesa de Doutorados em França) aos coordenadores do projecto (Michel Guisnet e J.L. Figueiredo).

⁸³ J.L. Faria, H.T. Gomes, J.L. Figueiredo, “Oxidação catalítica por via húmida no tratamento de águas residuais”, in: *Catalizadores y adsorbentes para la protección ambiental en la región Iberoamericana*, J. Blanco, P. Avila, Eds. CYTED, pp. 241-246. 2ª Edição, 2001, ISBN: 84-931538-5-0.

ENSIACET, Toulouse, uma das quais [*J. Mol. Catal. A*: 235 (2005) 194-199] ultrapassou já as 420 citações (Scopus, 11 de Outubro, 2019).

No que respeita aos materiais de carbono, o Plano de Actividades focava a produção de nanofibras (CNF) e nanotubos (CNT) por CVD de hidrocarbonetos em presença de catalisadores, bem como o desenvolvimento de materiais nanoestruturados para catálise. Para a execução destas novas actividades contrataram-se duas bolsseiras Doutoradas (Ana Maria Méndez Lázaro, 01/11/2001 a 30/09/2002; e Purnakala Vasant Samant, 10/12/2001 a 09/12/2003) para o que se usou o Financiamento Programático atribuído ao LCM.

A Ana Maria veio continuar o trabalho pós-Doutoral da Madalena Freitas, que se tinha desenvolvido em colaboração com o INP Grenoble (Patrice Gadelle), e que posteriormente envolveu o INCAR (Juan Tascón), originando 2 trabalhos em revista e 2 comunicações em Congressos (Carbon 2003 e Carbon 2006).

A Purnakala fazia parte da equipa de Julio Fernandes⁸⁴, na Universidade de Goa, com quem estávamos a tentar implementar um projecto de colaboração sobre Electrocatálise. A nossa candidatura, submetida ao Convénio GRICES/DST (India) em Setembro de 2001, só foi aprovada em Maio de 2003; mas a Purnakala estava disponível e aproveitou logo a bolsa de pós-Doutoramento aberta pelo LCM. O seu trabalho sobre “Materiais de carbono mesoporosos – Aplicações em catálise” focou em particular a síntese e modificação de xerogéis de carbono. Não foi possível realizar ensaios de electroquímica no LCM, pois não tínhamos equipamento adequado; mas estabelecemos uma colaboração com o grupo de Electroquímica de Materiais do INETI (Carmen M. Rangel), onde a bolsseira estagiou durante algumas semanas. Este trabalho originou 8 publicações em revista e abriu uma nova área de actividade do grupo, pois os xerogéis de carbono passaram a ser usados por toda a equipa do LCM como suportes ou catalisadores, para as mais variadas aplicações.

As metodologias que tinham sido desenvolvidas para modificar a química superficial de carvões activados para aplicações em catálise foram também implementadas tendo em vista a adsorção selectiva de poluentes em fase líquida, nomeadamente em efluentes da indústria têxtil. Este trabalho, orientado pelo Fernando, merece destaque por ter originado dois artigos muito citados: *Carbon* 41 (2003) 811–821, com 367 citações; e *Water Research* 38 (2004) 2043-2052,

⁸⁴ Julio Baptista Fernandes foi um dos muitos colegas que solicitaram *reprints* do nosso artigo de 1999 sobre a química superficial dos carvões activados; como achei o nome curioso, guardei o seu endereço postal. E quando mais tarde foi anunciado o convénio com a Índia, desafiei-o para um projecto conjunto.

com 509 citações (Scopus, 11 de Outubro, 2019). O trabalho laboratorial foi executado pela minha filha Samanta (bolseira de investigação de 07/08/2002 a 28/02/2003), e depois pela Patrícia Faria, no âmbito do Mestrado em Engenharia do Ambiente. Foi também implementado o projecto “ANOXITRATA- Tratamento integrado de efluentes têxteis por processo anaeróbio/aeróbio com aplicação de métodos de oxidação avançada” (Projecto de investigação em consórcio, ADI/FCT, orientado no LCM pelo Fernando Pereira), iniciado em Novembro de 2003⁸⁵. Neste projecto foi usada uma metodologia inovadora, combinando a adsorção em carvão activado com a ozonização para a eliminação de corantes nos efluentes. Desta forma, o carvão activado é regenerado *in situ*. A ozonização catalítica seria posteriormente tema de várias teses de Doutoramento e Mestrado orientadas pelo Fernando.

A colaboração com os colegas Baltazar de Castro e Cristina Freire no tema “Complexos metálicos imobilizados em carvões activados” continuou a desenvolver-se a bom ritmo, enquadrada pelo trabalho de Doutoramento da Ana Rosa Silva (orientada pela Cristina na FCUP). Novas colaborações internacionais foram também implementadas, nomeadamente: "*Chemoselective, stereoselective heterogeneous catalytic hydrogenations and characterisation of their catalysts*", ICCTI/OMFB (Hungria), Programa 2002-2003, com a Universidade de Budapeste (Antal Tungler); "*Surfaces and Catalysis*", no âmbito do Protocolo Académico de Cooperação entre a FEUP e a Universidade Maria Curie-Sklodowska, Lublin, Polónia (J. Ryzkowski), com início em Fevereiro de 2002; "Oxidação catalítica por via húmida e fotocatalítica no tratamento de efluentes líquidos", Acções Integradas Luso-Espanholas (E-29/01), com a Universidade Politécnica de Valência (Hermenegildo García); "Preparação selectiva de nanotubos de carbono por deposição química catalítica em fase de vapor", Acções Integradas Luso-Francesas 2003-2004 (F-12/03), com o *Laboratoire de Catalyse, Chimie Fine et Polymères* de Toulouse (Philippe Serp)⁸⁶; "*New Approach to Waste Recovery into Selective Adsorbents of Heavy Metals*", projecto nº 977984 do Programa *NATO Science for Peace*, em colaboração com UNL, LSRE, e investigadores da Ucrânia (*Institute of Physical-Organic and Coal Chemistry; Institute of Applied Problems of Physics and Biophysics*) e da Rússia (*Ioffe Physico-Technical Institute; Russian Scientific Centre of Applied Chemistry*), iniciado em

⁸⁵ Participaram ainda: INTERAGUA-Tecnologia e Gestão de Água, Lda (coordenador), CITEVE e Univ. Minho (Madalena Alves, Dep. Eng. Biológica). O LCM foi financiado com 23.288 €.

⁸⁶ Esta colaboração foi distinguida com o Prémio APDF-2005, atribuído a Philippe Serp e Joaquim Faria.

Dezembro de 2002; e “*Synthesis and characterization of carbon supported Pt-M (M = Ru, Sn, Ni, MnOx) catalysts for use in direct methanol fuel cells*”, GRICES/DST (India), Programa 2003-2005, com a Universidade de Goa (Julio B. Fernandes).

O LCM foi novamente avaliado em 2003, tendo a visita do Painel de Avaliadores ocorrido em 30 de Junho. O Plano de Actividades que tinha sido apresentado para o triénio 2002-2004 estava subdividido em duas áreas, nomeadamente: “Novas tecnologias catalíticas para processos químicos sustentáveis, energia e protecção ambiental”; e “Materiais de carbono nanoestruturados”. Apesar do Relatório de Avaliação destacar a actividade do LCM na área dos materiais de carbono, “*clearly of excellent quality, positioning the laboratory at the forefront of international research*”, a classificação atribuída foi apenas *Very Good*. Este resultado não foi bem aceite, pois havia unidades com desempenho objectivamente inferior ao do LCM que tiveram melhor classificação. Com efeito, relativamente ao critério Resultados, o LCM destacava-se como uma das duas Unidades da UP (a outra era o LSRE) com melhor desempenho na área das Ciências de Engenharia e Tecnologia no período 1999-2001, em termos do nº de publicações/investigador doutorado e nº de publicações/investigador sénior da UP⁸⁷. O segundo critério de avaliação, Relevância das actividades de investigação, poderia ser aferido com objectividade pelo nº de citações dos trabalhos publicados. Considerando todos os artigos publicados em revista com afiliação FEUP no período 1993-2003, encontravam-se 2 do LCM entre os cinco mais citados, com 45 e 23 citações, ambos publicados em 1999 (havia também 2 do LSRE, com 26 e 21 citações). Se considerássemos apenas os artigos publicados no período da avaliação (1999-2001), os dois mais citados eram do LCM⁸⁸. O terceiro critério, Internacionalização, era avaliado pelas publicações conjuntas, participação em projectos com investigadores estrangeiros e interacção com unidades de investigação no exterior. No período em causa, o LCM tinha participado num projecto europeu, em duas redes internacionais (sendo coordenador de uma delas) e em cinco convénios bilaterais, que deram origem a um elevado nº de publicações com investigadores estrangeiros, representando 32% do total de publicações, claramente à frente das outras Unidades do DEQ. Estes argumentos foram invocados no recurso apresentado pelo LCM, que desta vez não teve provimento.

⁸⁷ Cf: *University of Porto – Advanced Research Opportunities*, Reitoria da UP, 2003.

⁸⁸ Dados obtidos por consulta de *ISI Web of Science* em 26/06/2003.

Em resultado da avaliação, o financiamento plurianual atribuído ao LCM para o triénio 2003-2005 foi de 175.350,00 €, dos quais 66.000,00 € correspondiam a financiamento programático (para aquisição de equipamento)⁸⁹.

Em 2003 participámos (José Órfão, Fernando Pereira e eu) na Carbon'03 (*International Conference on Carbon*, Oviedo, 6 a 10 de Julho), onde apresentámos seis trabalhos (uma comunicação oral e cinco em painel). Na comunicação oral apresentámos o nosso primeiro trabalho sobre xerogéis de carbono, posteriormente publicado em revista [*Carbon* 42, (2004) 1321-1325].

Foi também neste ano que resolvemos investir na imagem do LCM. Contratámos uma *designer* profissional, a quem indicámos vários temas que poderiam servir de mote para um logótipo: materiais porosos estruturados; isotérmicas de adsorção; e o padrão hexagonal característico dos materiais com estrutura grafítica. Sugerimos também que fosse usada a cor de tijolo tradicionalmente associada à Engenharia. O resultado deste exercício está representado na Figura seguinte, e passou a ser usado nas nossas publicações, relatórios e correspondência:



Figura 16 – Logotipo do Laboratório de Catálise e Materiais.

No final de 2003 realizei a minha primeira visita à Universidade de Goa, no âmbito do convénio GRICES/DST. Encontrei um Departamento de Química com grande carência de recursos materiais, mas com bons recursos humanos. Em particular, o grupo do Júlio Fernandes contava com uma dezena de colaboradores motivados e capazes, incluindo dois Doutorados (Purnakala Samant, e Sajo Naik), quatro doutorandos (Jeanette Rebello, Sabina Martins, Sachin Kakodkar e Aditi Gandhe), e vários alunos de mestrado. O Júlio organizou um Seminário sobre “*Advances in Catalysis & Nanostructured Materials*” (no dia 20 de Dezembro), no qual todos os colaboradores apresentaram os seus temas de investigação. Eu

⁸⁹ Projecto POCI/1181 “*LCM – Development of catalysts and carbon materials for clean chemical processes, energy and environmental protection*”.

apresentei uma palestra sobre “*Modification of Surface Chemistry of Activated Carbons: Applications in Catalysis*”, e o Júlio encerrou a sessão com uma apresentação sobre “*Advances in Fuel Cells*”. O Sajo Naik, que estava a fazer um pós-Doutoramento no Japão e tinha vindo a Goa passar as férias de Natal, foi surpreendido com o anúncio do seu casamento, que tinha sido agendado para a semana seguinte! A noiva, que ele ainda não conhecia, foi escolhida pela Mãe durante a sua ausência. E assim tivemos oportunidade de assistir à cerimónia de um casamento hindú, trajados a rigor! Durante a estadia em Goa também travámos conhecimento com o Dr. Sérgio Mascarenhas, Delegado da Fundação Oriente em Panjim, que nos prestou os esclarecimentos necessários para a candidatura da Jeanette a uma Bolsa daquela Fundação. Acabámos por fazer amizade com o Sérgio, com quem passámos o *réveillon* no Hotel Cidade de Goa e no Clube Nacional.



Figura 17 – Na Universidade de Goa, com Júlio B. Fernandes e colaboradores (Dezembro de 2003).

Em Junho de 2004 foi a nossa vez de receber a visita do Júlio Fernandes e da sua colaboradora Aditi Gandhe, a quem oferecemos uma bolsa de pós-doutoramento de 6 meses para realizar investigação sobre a oxidação catalítica de COVs oxigenados. Aliás, este trabalho foi pioneiro na utilização de óxido de manganês com estrutura de criptomelano (OMS-2) como catalisador para oxidação de COVs, e constituiu um importante resultado colateral da nossa colaboração com a Universidade de Goa, que mais tarde seria explorado no LCM [*Appl. Catal. B: Environmental*, 72 (2007) 129-135]. Aproveitando a visita do Júlio, organizámos um Seminário sobre o tema “*Catalysis for sustainable development*”

(29 de Junho, 2004), para o qual também convidámos o César Sequeira (IST)⁹⁰. Além da apresentação das actividades em curso no LCM, este evento serviu ainda para proporcionar aos nossos colaboradores uma introdução à electrocatálise e às pilhas de combustível, temas em que os dois convidados eram especialistas. Em Outubro chegou também a Jeanette Rebello (como bolsista da Fundação Oriente) para uma estadia de 2 meses, parte da qual seria passada no INETI, no grupo da Carmen Rangel.

O 6º Programa-Quadro da União Europeia (2002-2006) introduziu as chamadas ERA-NETs (*European Research Area Networks*) com o objectivo de promover a cooperação entre as entidades financiadoras da investigação nos diferentes países e fomentar a colaboração transnacional entre investigadores. O Ramôa (que era então Presidente da FCT) desempenhou um papel determinante na criação da ERA-Net “*ACENET - European Network on Applied Catalysis*”, para a qual me nomeou como delegado da FCT na Comissão Executiva. Após várias reuniões preparatórias em 2003 e 2004, esta ERA-Net iniciou actividades em Outubro de 2004.

Além de um protocolo de colaboração com a empresa QUIMIGAL SA, para realizar um estudo preliminar da degradação, por CWO, de compostos modelo com catalisadores existentes⁹¹, iniciaram-se ainda dois novos Convénios bilaterais: “*Valorisation du méthane par oxydation et réformage en présence de CO₂, sur des catalyseurs métalliques supportés sur apatites et phosphates naturels*”, GRICES/CNRST (Marrocos), Programa 2004-2005, com *Faculté des Sciences, Rabat* (M. Kacimi); e “*Modificação superficial de xerogéis de carbono mediante plasma*”, GRICES/CSIC (Espanha), Programa 2004-2005, com o Instituto Nacional del Carbón, Oviedo (J.M.D. Tascón).

O 13º Congresso Internacional de Catálise decorreu em Paris, de 11 a 16 de Julho de 2004; aí apresentámos uma comunicação oral (catalisadores de Ru/MWCNT para CWAO) e duas comunicações em painel, igualmente sobre catálise ambiental (VOCs e NOx). Na semana seguinte (18-20 de Julho) teve lugar em Lausanne o *International Symposium on Carbon for Catalysis, CarboCat-2004*, onde apresentámos duas comunicações orais e três comunicações em painel⁹². Este foi o primeiro de uma série de Simpósios focando especificamente o tema

⁹⁰ O César foi meu contemporâneo no *Imperial College*, onde se Doutorou no Departamento de Metalurgia e Ciência dos Materiais em 1974.

⁹¹ O valor deste contrato, assinado em Maio de 2004, foi de 12.000 €.

⁹² Estes trabalhos foram posteriormente publicados no número especial da revista *Catalysis Today* dedicado ao evento (volume 102-103, de 2005).

nuclear da nossa investigação (Carbono & Catálise), em que o LCM passou sistematicamente a marcar presença.

Em 2004 organizámos mais um evento internacional, desta vez em colaboração com o REQUIMTE (FCUP), nomeadamente a XXIX Reunião Ibérica de Adsorção, que decorreu no Porto, de 15 a 17 de Setembro, sob os auspícios da Delegação do Porto da Sociedade Portuguesa de Química. Eu presidi à Comissão Organizadora, da qual também faziam parte o Joaquim Faria, o Fernando Pereira e o Helder Gomes; eu e o José Órfão integrávamos ainda a Comissão Científica. Toda a equipa do LCM colaborou na organização deste evento, que reuniu 108 participantes. As Lições Plenárias estiveram a cargo de Ljubisa Radovic (Pennsylvania State University) e de Sofia Calero (Univ. Pablo de Olavide, Sevilha). Foram apresentadas 24 comunicações orais e 69 comunicações em painel⁹³.

No último trimestre de 2004 iniciaram-se novos projectos: “*Development of nanostructured carbon catalysts for fine chemicals production*”, para o qual foi admitido um bolseiro de pós-Doutoramento (Nagendranath Mahata, SFRH/BPD/14804/2003); “*Novel catalytic systems for the selective hydrogenation of α,β -unsaturated aldehydes*”, tema de Doutoramento de Bruno Machado (SFRH/BD/16565/2004); “*Synthesis, spectroscopy and characterization of titanium dioxide based photocatalysts for the degradative oxidation of organic pollutants*”, tema de Doutoramento de Cláudia Silva (SFRH/BD/16966/2004); “*Hydrogen production by catalytic decomposition of methane*”, tema de Doutoramento de Filipe Cunha (SFRH/BD/16035/2004); e “*Catalytic ozonation of effluents from the textile industry*”, tema de Doutoramento de Patrícia Faria (SFRH/BD/18169/2004).

Em 25 de Novembro de 2004, o Ministério da Ciência e da Tecnologia atribuiu o Prémio “Estímulo à Excelência” a 73 cientistas, entre os quais estávamos incluídos eu e o Alírio⁹⁴. O Boletim Informativo da FEUP dedicou-nos a capa do seu número de Março de 2005, sob o título “Excelência na FEUP”.

O Laboratório de Processos de Separação e Reacção (LSRE) e o Laboratório de Catálise e Materiais (LCM) tinham já assinado (em 19 de Junho de 2002) um Protocolo de Colaboração tendo em vista a sua candidatura a Laboratório Associado, cuja proposta foi então submetida ao Ministério da Ciência e do Ensino Superior. Em 3 de Dezembro de 2004, o estatuto de Laboratório Associado

⁹³ XXIX Reunião Ibérica de Adsorção, Livro de Actas (J.L. Faria, J.L. Figueiredo, eds.). Edição da Sociedade Portuguesa de Química, Porto; 2004. ISBN: 972-99080-1-X.

⁹⁴ Cf: Jornal “Público”, 26 de Novembro, 2004, p.37; Boletim Informativo da FEUP nº 31, Março, 2005, pp. 7-9.

foi atribuído ao LSRE em parceria com o LCM, para o período 2005-2009. Foi aprovada a contratação (faseada no tempo) de 7 investigadores doutorados e 2 técnicos, e atribuído um financiamento programático no valor de 1.785.000,00 €. Entretanto, as duas unidades continuaram a desenvolver as actividades que tinham sido programadas, com o financiamento que lhes tinha sido atribuído para o período 2003-2005.



Figura 18 - José Luís Figueiredo e Alírio Rodrigues com Maria da Graça Carvalho (Ministra da Ciência, Inovação e Ensino Superior) e Fernando Ramôa Ribeiro (Presidente da FCT) na assinatura do contrato de Laboratório Associado, no Palácio das Laranjeiras, em 3 de Dezembro de 2004.

Os resultados obtidos pelo LCM no período 2000-2004 são seguidamente resumidos:

- Publicaram-se 59 artigos em revista, 2 patentes, 12 capítulos em livros, e apresentaram-se 99 comunicações em congressos nacionais e internacionais.

- Concluíram-se as Teses de Doutoramento de: Marco A Fraga (*Preparation, characterization and evaluation of Pt based heterogeneous catalysts for the enantioselective hydrogenation of methyl pyruvate in the presence of cinchonidine*, UNICAMP, Campinas/SP, Brasil, em colaboração com o LCM, Maio de 2000) ; Paulo Aloísio Augusto (Um novo separador e classificador magnético, Julho de 2001) ; Helder Teixeira Gomes⁹⁵ (Oxidação catalítica por via húmida de poluentes orgânicos, Junho de 2002) ; Mónica Silva (Imobilização de complexos de metais de transição em zeólitos: Aplicações em catálise, Julho de 2002) ; José J Díaz Velásquez (*Modificación de las características superficiales de un carbón activado y su aplicación como catalizador en la deshidrogenación oxidativa de isobutano*”, Univ. Nacional de Colombia, Bogotá, em colaboração com o LCM no âmbito do Programa ALFA, Abril de 2004) ; Joana Tsou (Desenvolvimento de

⁹⁵ Depois do Doutoramento, o Helder foi contratado pelo Instituto Politécnico de Bragança, mas manteve-se como colaborador do LCM.

catalisadores para eliminação de compostos orgânicos voláteis, Abril, 2004)⁹⁶; Filomena Gonçalves (Desenvolvimento de catalisadores para redução selectiva de óxidos de azoto, Novembro, 2004)⁹⁷.

- Concluíram-se os Mestrados de Hugo Zea Ramírez (*Estudio cinético para la deshidrogenación oxidativa de propano sobre catalizador de Pd/Al₂O₃ promovido con molibdeno*, Univ. Nacional de Colômbia, Bogotá, no âmbito do Programa ALFA, Maio de 2000); João Luís Santos (Fotodegradação de corantes em suspensão de dióxido de titânio, Engenharia do Ambiente, FEUP, Julho de 2001); Sandra Trindade (Desenvolvimento de catalisadores para a redução selectiva de óxidos de azoto, Tecnologia Ambiental, Univ. Minho, Junho de 2002); Cláudia Gomes Silva (Processos avançados de oxidação fotoquímica na descoloração de soluções aquosas fortemente coradas, Julho de 2003) e Patrícia Celeste Curval Faria (Descoloração de efluentes por ozonização na presença de carvão activado, Março de 2004), Engenharia do Ambiente, FEUP.



Figura 19 - Membros do LCM e colaboradores, em 10 de Dezembro de 2004.

⁹⁶ A Joana fez um pós-Doutoramento com o Jacob Moulijn, em Delft, tendo depois seguido uma carreira na indústria (BASF, Ludwigshafen e Antuérpia; e posteriormente na Akzo Nobel, Holanda).

⁹⁷ A Filomena fez um pós-Doutoramento com o Philippe Serp em Toulouse, voltando ao Porto em 2006, como Investigadora do LSRE/LCM. Posteriormente foi contratada pela Johnson Matthey (UK).

6. LABORATÓRIO DE CATÁLISE E MATERIAIS LCM @ LABORATÓRIO ASSOCIADO LSRE/LCM

6.1. [2005-2008]

O Laboratório Associado (LA) foi constituído com a missão de contribuir para o desenvolvimento científico e tecnológico da Engenharia Química, a nível nacional e europeu, nas áreas de Processos de Separação e Processos de Reacção. O LA ficou sediado na FEUP, mas incluía também um pólo no Instituto Politécnico de Bragança (IPB). Do ponto de vista científico, o LA foi organizado em duas Linhas Temáticas (RL) e cinco Grupos de Investigação (RG): RL I. – Novas tecnologias cíclicas de separação e reacção, incluindo RG 1 (Processos cíclicos de adsorção e reacção), RG 3 (Ciência e engenharia do ambiente), e RG 4 (Termodinâmica); RL II – Síntese e formulação de produtos de alto valor acrescentado, incluindo RG 2 (Engenharia do produto) e RG 5 (Catálise e materiais). Como facilmente se percebe, o RG5 correspondia ao LCM, que assim manteve a sua integridade. Embora os investigadores estivessem organizados em 5 grupos, tinha ficado estabelecido que o RG5 (ou seja, o LCM) representava 1/3 do LA. Mas efectivamente as coisas não se passaram assim, quer na distribuição de verbas, quer na contratação de investigadores, pelo menos até 2013.

Em Janeiro de 2005, a equipa do LCM incluía 4 docentes da FEUP (José Figueiredo, José Órfão, Joaquim Faria e Fernando Pereira), 4 docentes de outras Instituições de Ensino Superior (Manuel Jerónimo, Luís Silva, Madalena Freitas e Helder Gomes), 2 bolseiros doutorados (W. Wang e N. Mahata) e 5 bolseiros de doutoramento e/ou mestrado (Cláudia Silva, Patrícia Faria, Filipe Cunha, Bruno Machado e Salomé Soares). O Financiamento Base atribuído ao LCM foi de 44.550 € em 2006, 42.525 € em 2007, e 22.275 € no 1º semestre de 2008; o financiamento correspondente ao 2º semestre de 2008 foi “esquecido” pela FCT...

A gestão corrente do LA era assegurada por uma Comissão Executiva (CE), presidida pelo Coordenador Científico do LSRE (A.E. Rodrigues), da qual também faziam parte o Coordenador Científico do LCM (J.L. Figueiredo), dois membros permanentes do LSRE (M.M. Dias e L.S. Pais) e um do LCM (J.L. Faria). A Comissão de Aconselhamento do LA ficou constituída por: G. Eigenberger, D. Tondeur, J. Moulijn⁹⁸. À CE competia elaborar os orçamentos, planos de actividades e

⁹⁸ Numa primeira fase, esta Comissão incluía ainda dois outros membros: J. Lerou e J. Romão de Sousa.

relatórios científicos, a submeter à aprovação do Conselho Científico do LA, constituído por todos os membros permanentes do LSRE e do LCM.

Uma das primeiras prioridades do LA foi o lançamento dos concursos para a contratação de 7 Investigadores Auxiliares e de 2 técnicos. Ao LCM foram atribuídos 2 Investigadores Auxiliares, que foram contratados em 2006, após concurso público: Filomena Gonçalves (em 1 de Março) e Adrián Silva (em 1 de Outubro).

A estes dois investigadores foi atribuída a missão de participar nos projectos correntes e em tarefas gerais do grupo, nomeadamente a nível da gestão e manutenção de equipamentos de uso geral, prestação de serviços, orientação de doutorandos e outros colaboradores, além da organização de eventos e actividades de promoção e divulgação científica do LA. Pretendia-se ainda que colaborassem na elaboração de candidaturas de projectos nacionais e internacionais, e que desenvolvessem novos catalisadores para aplicações em processos de protecção ambiental, química fina e produção de energia.

A Filomena desenvolveu a sua actividade de investigação sobretudo na área dos materiais de carbono nanoestruturados para aplicações em adsorção e catálise⁹⁹. O Adrián focou a sua investigação principalmente na área dos Processos Avançados de Oxidação, nomeadamente CWAO e fotocatalise.

Em 17 de Dezembro de 2007 foi também contratada a Sónia Carabineiro, no âmbito do Programa Ciência 2007¹⁰⁰. O seu trabalho centrou-se no desenvolvimento de catalisadores de ouro suportado em óxidos e materiais de carbono, para aplicação na oxidação catalítica do CO e noutras reacções de oxidação. A imobilização de complexos metálicos em materiais de carbono foi outro tema de investigação a que posteriormente se dedicou.

A equipa de investigadores foi adicionalmente reforçada com alguns bolseiros doutorados. Honória de Fátima Gorgulho (Professora Associada da Universidade Federal de São João del Rei, MG, Brasil) iniciou os seus trabalhos de pós-Doutoramento como bolseira do CNPq em Fevereiro de 2007, sobre “Funcionalização de materiais de carbono”. A sua estadia de 12 meses no LCM deu origem a duas publicações na revista *Carbon*, em que se destaca a síntese de xerogéis de carbono dopados com azoto; as propriedades catalíticas destes materiais têm vindo a ser investigadas no grupo desde então. Junjiang Zhu iniciou

⁹⁹ A Filomena solicitou a rescisão do seu contrato a partir de 1 de Outubro de 2008, a fim de aceitar emprego na empresa Johnson Matthey, UK.

¹⁰⁰ O contrato da Sónia terminou em Novembro de 2012. Foram contratados mais 9 investigadores no âmbito dos Programas Ciência 2007 e Ciência 2008, todos para o LSRE.

o seu trabalho de investigação sobre “*Selective catalytic oxidation of alcohols and carbohydrates*” em Abril de 2007 (Bolsa da FCT SFRH/BPD/28390/2006). O Junjiang rescindiu a bolsa no final de Março de 2009, para continuar a sua formação pós-Doutoral no Max-Plank Institute, mas continuou a colaborar com o LCM. Do seu trabalho publicaram-se 8 artigos em revista no período 2008-2012. Mais tarde continuaria a publicar com a Sónia Carabineiro, sobretudo no tema da oxidação aeróbica selectiva de alcoóis com óxidos do tipo perovskite e nitreto de carbono gráfico ($g-C_3N_4$).

Foram também admitidos novos doutorandos: Vera Santos (SFRH/BD/23731/2005), “Oxidação catalítica de compostos orgânicos voláteis”, em Janeiro de 2006; Olívia Salomé Soares (SFRH/BD/30328/2006), “Remoção de nitratos por redução catalítica com hidrogénio”, em Dezembro de 2006; Elodie Rodrigues (SFRH/BD/45280/2008), “Valorização catalítica do glicerol”, em Outubro de 2008.

Neste período, foram aprovados os projectos de investigação: “*Nanostructured carbon catalysts*” (POCI/EQU/57369/2004)¹⁰¹, em colaboração com Cristina Freire e Baltazar de Castro (REQUIMTE/ICETA), de 1/1/2005 a 31/12/2007 (financiamento LCM: 50.990 €); “Catalisadores nanoestruturados para aplicações de engenharia química” (POCI/EQU/58252/2004), 2005-2008 (financiamento LCM: 72.000 €); “Eliminação de compostos orgânicos voláteis em emissões gasosas industriais por oxidação catalítica” (PTDC/AMB/69065/2006)¹⁰², de 1/11/2007 a 31/1/2011 (financiamento LCM: 182.340 €); “Estudo da decomposição de correntes processuais de base fenólica”, projecto de colaboração com a CUF-Químicos Industriais, S.A., 2006/2007, iniciado em 1 de Julho de 2006 (financiamento LCM: 31.000 €). Foram ainda executados dois projectos do Programa de Investigação UP/CGD: “Ozonização catalítica de poluentes orgânicos usando complexos de metaloporfirinas ancorados em materiais de carbono mesoporosos” (IPG 58/07) e “Têxteis funcionalizados com materiais nanoestruturados de carbono e argilas” (IPG 63/07).

¹⁰¹ Bruno Jarrais, bolseiro de investigação desde 15 de Setembro de 2005, desenvolveu parte da sua tese de mestrado no âmbito deste projecto. Concluiu provas na FCUP (orientação de Cristina Freire) em 2007.

¹⁰² Sandra Teixeira Bastos foi admitida como bolseira de investigação em Dezembro de 2007, e desenvolveu a sua tese de mestrado no âmbito deste projecto. Concluiu provas no ISEP (orientação de Madalena Freitas e José Figueiredo) em Julho de 2009. Rescindiou a bolsa a partir de 28/02/2010, data em que foi contratada pela BIAL.



Figura 20 - Instalação para ensaio de catalisadores de oxidação de compostos orgânicos voláteis, construída no âmbito do projecto PTDC/AMB/69065/2006.

Iniciaram-se novas colaborações internacionais, incluindo os projectos: “Eliminação de compostos orgânicos voláteis: Oxidação catalítica”, em colaboração com INTEQUI, Universidad Nacional de San Luis, Argentina (Convénio GRICES/SECYT, Programa 2005-2006), e “Tratamento de emissões

gasosas industriais de solventes para a protecção ambiental”, do sub-programa V do Programa Ibero-Americano CYTED, ambos com início em Março de 2005; “*Catalytic and electrocatalytic reductive abatement of nitrogen oxides by the simultaneous oxidation of unburned hydrocarbons in the exhausts of stationary power plants*”, em colaboração com University of West Macedonia, Kozani, Grécia, iniciado em Julho 2005 (GSRT PENED 2003)¹⁰³; “*Synthesis and characterization of nanostructured catalytic materials*” (FCT/DREBM/Slovenia) 2007/2008; “*Preparation of nanodispersed catalysts for the selective hydrogenation of unsaturated carbonyl compounds by means of surface controlled reactions*” (FCT/DREBM/Argentina) 2008/2010; “*Development of catalysts supported on nanostructured carbon materials for environmental applications*” (Acção Integrada Luso-Espanhola E-31/08) 2008/2009, com a Universidade de Alicante (coordenada pelo Fernando). Em 2005 recebemos um pedido de colaboração da Nathalie Job (que então preparava o seu doutoramento na Univ. de Liège, sob orientação do Professor Jean-Paul Pirard)¹⁰⁴. Realizámos alguns testes catalíticos (hidrogenação do benzeno) com as suas amostras (catalisadores de Pt em xerogéis de carbono), cujos resultados foram incluídos na sua Tese e originaram um artigo publicado no *Journal of Catalysis*. Voltámos a colaborar no mesmo tema em 2008 (donde resultou mais um artigo publicado no *Journal of Catalysis*), e desde então temos mantido contacto regular, já que a Nathalie tem a sua actividade de investigação focada na electroquímica (*fuel-cells*, baterias, supercondensadores), uma área em que o LCM também decidiu apostar.

Recebemos também alguns alunos e investigadores estrangeiros em programas de intercâmbio, nomeadamente: Zouhair Boukha (doutorando da Universidade de Rabat, no âmbito do Programa bilateral GRICES/CNRST - Marrocos), de 15 de Outubro a 12 de Dezembro de 2004, e de 15 de Junho a 15 de Julho de 2005; Purnakala V. Samant (Pós-Doutoramento), no âmbito do Programa bilateral GRICES/DST (India), de 19 de Outubro a 14 de Novembro de 2005; Fabiola Nerina Agüero, de Novembro a Dezembro de 2005, e Nora A.

¹⁰³ Esta foi uma colaboração pontual com o George Marnellos, que eu conhecia do projecto CADENOX, pois ele integrava então a equipa de investigadores do CERTH/CPERI. Actualmente é Professor Associado na *Univ. of Western Macedonia* (Kozani), mas mantém colaboração com o CERTH/CPERI.

¹⁰⁴ Eu tinha conhecido a Nathalie no Simpósio CarboCat (Lausanne), no ano anterior; os seus trabalhos sobre a síntese de xerogéis de carbono com textura controlada são uma referência incontornável nesta área. A Nathalie é actualmente Professora Associada no Dep^o de Eng^a Química da Universidade de Liège.

Merino, de Novembro a Dezembro de 2006, doutorandas da Univ. San Luís, no âmbito do Programa bilateral GRICES/SECYT - Argentina; María Mestanza Mateos, doutoranda da Universidade Complutense de Madrid, 1-31 de Outubro, 2007; Dimitris Memtsas (aluno de Licenciatura da *Technical University of Crete*, Chania), de Outubro 2007 a Fevereiro 2008; Sérgio Morales Torres (doutorando da Universidade de Granada), de Setembro a Dezembro de 2007.

Entretanto, a candidatura que o LCM tinha submetido em 2002 ao Programa Nacional de Re-equipamento Científico, com o título “Projecto e desenvolvimento de novos catalisadores e adsorventes para aplicações ambientais”, foi aprovada e o respectivo contrato assinado em Julho de 2005. A despesa elegível foi de 342.100 €, sendo o financiamento da FCT de 306.100 €. Ao abrigo deste projecto (REEQ/1106/QUE/2005) foi adquirido um sistema automatizado de caracterização de catalisadores (ALTAMIRA AMI-200) com um espectrómetro de massa acoplado (AMETEK Dymaxion), permitindo a realização de ensaios de TPR/TPD/TPO¹⁰⁵; e um espectrómetro infravermelho SFG (*Sum Frequency Generation*), com resolução temporal ao nível do nanosegundo (EKSPILA PL2140), destinado ao estudo de superfícies e interfaces. Em Dezembro de 2005 adquirimos também o nosso primeiro cromatógrafo HPLC, equipado com um detector *Diode Array*. O sucesso foi tal que o equipamento ficou rapidamente saturado pelos utentes, mesmo após a aquisição de um amostrador automático (em Novembro de 2007). O “velho” *Omnisorp* (para a caracterização textural de materiais porosos por adsorção de azoto a 77 K) também já não dava para as encomendas e estava em fim de vida; foi substituído por um aparelho *Quantachrome NOVA 4200e*, adquirido em Março de 2008. E em Maio de 2008 adquirimos também um equipamento de termoanálise *Netsch STA 409 PC Luxx*[®] (TG-DSC e TG-DTA), para substituir o equipamento *Mettler* (de 1988).

Em 2005 participámos na *4th International Conference on Environmental Catalysis* (Heidelberg, 5-8 de Junho) e na *1st International Conference on Carbon for Energy Storage and Environmental Protection*, CESEP’05 (Orléans, 2-6 de Outubro) onde apresentámos diversas comunicações. Os dois trabalhos apresentados na CESEP’05 foram depois publicados na revista *Carbon* (vol. 44). Marcámos também presença na *VIII Reunión del Grupo Español del Carbón* (Baeza, 6-9 de Novembro). Em 2006 participámos no *10th International Symposium on Catalyst Deactivation* (Berlim, 5-8 de Fevereiro), no *2nd Int. Symposium on Carbon for Catalysis, CARBOCAT-II* (St. Petersburg, 11-13 de Julho),

¹⁰⁵ Este equipamento veio substituir o sistema adquirido em 1991 (*Spectramass*) no âmbito do Programa Ciência.

na *Carbon 2006* (Aberdeen, 16-21 de Julho), na *1st European Conference on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes, EAAOP-1* (Chania, 7-9 de Setembro), e na XXXI Reunião Ibérica de Adsorção (Tarragona, 27-29 de Setembro).

Por esta altura, o LCM tinha já logrado um elevado reconhecimento a nível internacional, fruto do trabalho pioneiro desenvolvido sobre a caracterização dos grupos funcionais oxigenados na superfície dos materiais de carbono e também dos resultados obtidos com materiais de carbono como catalisadores, sem qualquer fase activa suportada (“*metal-free catalysis*”). Foram particularmente relevantes os trabalhos da tese do Fernando sobre a desidrogenação oxidativa do etilbenzeno, que fizeram escola e serviram de termo de comparação para outros investigadores, nomeadamente Dangsheng Su, do grupo de Robert Schlögl (*Fritz Haber Institute, Max Planck Society, Berlim*), que usou nanomateriais de carbono como catalisadores para esta mesma reacção e que sempre referiu o nosso trabalho nas suas publicações.

Em resultado do prestígio alcançado pelo LCM, comecei a receber (e mais tarde também os meus colaboradores) diversos convites para *Key-Note Lectures* e Conferências Plenárias em Congressos nacionais e internacionais, dos quais se destacam neste período: *The role of surface chemistry in the preparation of carbon catalysts, 2nd International Conference CESEP'07, Carbon for Energy Storage and Environmental Protection* (Cracóvia, 2-6 de Setembro de 2007); *Catalytic Properties of Carbon Materials, XXXI Reunión Biental de la Real Sociedad Española de Química* (Toledo, 9-14 de Setembro de 2007); *Materiais de Carbono em Catálise, 8º Encontro da Divisão de Catálise e Materiais Porosos da SPQ* (Lamego, 21-23 de Setembro de 2007); *Síntese e funcionalização de materiais de carbono mesoporosos para adsorção de corantes, XXXIII Reunión Ibérica de Adsorción* (Madrid, 22-24 de Setembro de 2008); *The role of surface chemistry in catalysis with carbons, 3rd International Symposium on Carbon for Catalysis - CarboCat-III* (Berlim, 9-12 de Novembro de 2008). Esta última Lição Convidada foi depois publicada no número especial da revista *Catalysis Today* dedicado ao evento, qualificando-se mais tarde como “*Highly cited paper*” da base de dados “*Essential Science Indicators*” (Thomson Reuters).

As actividades da ERA-Net “*ACENET - European Network on Applied Catalysis*” foram sobretudo dirigidas para o lançamento de um programa transnacional de investigação em catálise para a sustentabilidade, no âmbito do qual foram seleccionados para financiamento, numa primeira fase, 6 projectos interdisciplinares envolvendo empresas e universidades de, pelo menos, três países. O LCM ficou integrado na equipa do projecto “*Simultaneous production of*

hydrogen and C₂ hydrocarbons in solid oxide membrane reactors” (SIPROHYM), liderado por M. Stoukides (CPERI/CERTH, Thessaloniki, Grécia) e no qual participavam também a Universidade de Twente (Holanda) e a Universidade de Castilla-La-Mancha (Espanha), a que se associaram duas empresas: SHELL Global Solutions International BV (Holanda) e CERECO (Grécia). O projecto foi iniciado em Janeiro de 2009, sendo atribuído ao LCM um financiamento de 109.000 € (O Joaquim Faria ficou como coordenador da nossa equipa).

A formação de jovens investigadores na área da Catálise foi objecto de uma tarefa específica do plano de trabalhos da “ACENET”, na qual colaborei activamente. Interessou-me, em particular, o conceito de “Curso Integrado de Catálise”, desenvolvido nesta tarefa. Com o apoio institucional da FCT (e do seu Presidente, F. Ramôa Ribeiro) e da SPQ (nomeadamente da Delegação do Porto e da Divisão de Catálise e Materiais Porosos), e com a colaboração preciosa da colega Mariette Pereira da Universidade de Coimbra, organizámos então o CURSO INTEGRADO DE CATÁLISE (CIC2006), com o objectivo de oferecer aos estudantes de pós-graduação e doutoramento um programa de ensino abrangente no domínio da Catálise Aplicada. O Curso foi implementado segundo o modelo alemão: os alunos reuniam-se com os docentes do Curso num mesmo local (neste caso, no Departamento de Química da Universidade de Coimbra) todas as sextas-feiras durante várias semanas, onde recebiam formação abrangendo as diferentes vertentes da Catálise: heterogénea, homogénea, enzimática, fotocátalise e electrocátalise. Participaram seis Universidades (Coimbra, Porto, Aveiro, Lisboa –UTL e UNL- e Évora) e quatro empresas industriais (CIRES, GALP Energia, Quimigal, Hovione). As três sessões dedicadas aos métodos de caracterização e ensaio de catalisadores decorreram em Aveiro (Departamento de Química), Porto (CEMUP) e Lisboa (IST). No final foi realizado um Simpósio no IST, para o qual foram convidados vários cientistas estrangeiros. O Curso decorreu de 21 de Abril a 30 de Junho de 2006 (11 sextas-feiras), e foi frequentado por 50 participantes provenientes de várias Universidades e Institutos Politécnicos, maioritariamente doutorandos, mas incluindo também alguns investigadores já doutorados. O programa incluiu 45 lições e 3 sessões práticas, com um total de 55 horas de aula. As lições do Curso foram posteriormente coligidas e publicadas em livro¹⁰⁶.

Aliás, este período foi particularmente fértil na produção de textos didáticos: além do livro acima referido, foi publicada a 2ª edição revista e actualizada da

¹⁰⁶ “*Catalysis from theory to application*”, J.L. Figueiredo, M.M. Pereira, J. Faria (eds.), Coimbra University Press, 2008 (587 páginas). ISBN: 978 989 8074 35 5.

obra “Catálise Heterogénea”¹⁰⁷, enriquecida com contribuições de José Órfão, Francisco Lemos, Michel Guisnet, Isabel Fonseca, Filipa Ribeiro, José Madeira Lopes e Ricardo Ramos Pinto; e ainda um novo livro sobre “Desactivação e Regeneração de Catalisadores”¹⁰⁸.

No âmbito da minha Licença Sabática em 2004/2005, aproveitei uma estadia em Delft para dar mais um avanço no capítulo “*Carbon as a Catalyst*”, completando a pesquisa bibliográfica já iniciada. Mas em Janeiro de 2006 o Philippe Serp propôs-me a edição de um livro sobre “*Carbon Materials for Catalysis*”. Uma vez definido o conteúdo e os autores dos diferentes capítulos, decidi incluir aqui o trabalho de revisão originalmente destinado à série “*Chemistry and Physics of Carbon*”. A edição da obra (15 capítulos) ficou concluída em 2008, e o livro foi publicado no início de 2009¹⁰⁹.

Voltei a Delft em 2007, para participar no Simpósio Internacional “*Catalysis Engineering*” e na cerimónia de jubilação do Jacob Moulijn (14 e 15 de Junho). Submetemos também um artigo que foi incluído no *Festschrift* que lhe foi dedicado (*Industrial and Engineering Chemistry Research*, Vol. 46, nº 12, Junho de 2007). O tema que escolhi para este trabalho foi a caracterização dos centros activos em catalisadores de carbono, uma extensão do trabalho publicado em 1999 na revista *Carbon*, e que já tínhamos apresentado parcialmente na *Carbon’03*, em Oviedo.



Figura 21 – Jubilação de Jacob Moulijn, Universidade de Delft, 15 de Junho de 2007.

¹⁰⁷ J.L. Figueiredo, F. Ramôa Ribeiro, “Catálise Heterogénea”, 2ª Edição revista e actualizada, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 2007 (548 páginas). ISBN 978-972-31-1204-7.

¹⁰⁸ M. Guisnet, H.S. Cerqueira, J.L. Figueiredo, F. Ramôa Ribeiro, “Desactivação e Regeneração de Catalisadores”, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 2008 (377 páginas). ISBN: 978-972-31-1241-2.

¹⁰⁹ *Carbon Materials for Catalysis*, P. Serp, J.L. Figueiredo, Eds.; John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, 2009 (579 páginas). ISBN: 978-0-470-17885-0.

No final do mês (28-30 de Junho) participei também no Simpósio “*Hydrocarbon Catalysis and Catalytic Engineering: Present Status and Perspectives*”, que decorreu na ilha de Sifnos (Grécia), em homenagem ao Professor Iacovos Vasalos por ocasião da sua jubilação. O evento foi organizado pelos seus colaboradores da *Aristotle University of Thessaloniki* e do Centro de Investigação CERTH/CPERI, liderados respectivamente por Angeliki Lemonidou e Angelos Lappas. O Professor Vasalos era o representante da Grécia na Comissão Executiva da ERA-Net ACENET, enquanto que a Angeliki participou na tarefa dedicada à formação pós-graduada em Catálise. Todos os membros da ACENET foram convidados para este Simpósio, juntamente com renomados cientistas da área da Catálise e colaboradores do homenageado. O George Marnellos também esteve presente, e foi ele que me apresentou o Michalis Konsolakis (*Technical University of Crete, Chania*), com quem mais tarde estabeleceríamos uma colaboração bastante profícua. Também foi em Sifnos que conheci o Michael Stoukides, que seria o coordenador do projecto SIPROHYM.



Figura 22 – Jubilação de Iacovos Vasalos, na ilha de Sifnos, Grécia, em 30 de Junho de 2007.

Entretanto, fui eleito Presidente da Sociedade Portuguesa de Química para o triénio 2007-2009. Entre outras tarefas, competiu-me finalizar o protocolo de colaboração com a Real Sociedade Espanhola de Química (RSEQ)¹¹⁰, que tive o prazer de assinar juntamente com o Professor Nazario Martín (Presidente da RSEQ) durante o XXI Encontro Nacional da SPQ (Porto, 11 a 13 de Junho, 2008). Este evento decorreu nas instalações da FEUP sob o tema “Química e Inovação”,

¹¹⁰ A concretização deste acordo fica a dever-se, em grande parte, à perseverança do colega José María Guil Pinto (*Instituto de Química Física Rocasolano, CSIC, Madrid*), companheiro de longa data das Reuniões Ibéricas de Adsorção. Foi ele quem redigiu a proposta inicial do acordo, ainda no tempo do anterior Presidente da RSEQ.

e foi organizado com uma forte contribuição do LCM (a Comissão Organizadora, presidida pelo Joaquim Faria, incluía 8 colaboradores do LCM)¹¹¹.

O XXI Simpósio Iberoamericano de Catálise (XXI SICAT) decorreu em Benalmádena (Málaga), de 22 a 27 de Junho de 2008, no qual participei juntamente com o Joaquim e o Fernando. Apresentámos 5 comunicações (3 orais e 2 posters). Fomos ainda co-autores de duas outras apresentações orais, uma em colaboração com a Univ. de Granada e outra com o INTEQUI (San Luis, Argentina). Eu tinha levado alguns exemplares do livro de Catálise (2ª edição), pois já calculava que ia receber pedidos dos colegas brasileiros. O Ramôa, por seu lado, levou duas caixas com exemplares do novo livro “Desactivação e Regeneração de Catalisadores”, acabadinho de sair da tipografia. O Eduardo Falabella improvisou uma eloquente apresentação do livro no intervalo entre duas sessões do Congresso, e em menos de meia hora esgotámos o *stock*. Os nossos livros de texto sobre Catálise sempre tiveram uma excelente aceitação no Brasil, mas desta vez o sucesso alargou-se aos Países de língua castelhana.

Em 25 e 26 de Setembro participámos ainda no Simpósio em homenagem a Eric Derouane (que faleceu em 17 de Março de 2008, na sua residência na Praia da Luz, Lagos), organizado no IST pelos colegas Jacques Védrine e Fernando Ramôa Ribeiro, onde apresentámos uma comunicação que foi integrada no número especial da revista *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical* dedicado à sua memória [volume 305 (1-2), Junho de 2009].

Os membros da Comissão de Aconselhamento do LA (G. Eigenberger, D. Tondeur e J. Moulijn) visitaram o LSRE/LCM em 10 e 11 de Setembro de 2008, tendo elaborado um Relatório no qual se pode ler: *“The combination of the Laboratory of Separation and Reaction Engineering (LSRE) with the Laboratory of Catalysis Materials (LCM) to an Associated Lab in 2004 has further strengthened the scientific standing and the international visibility of both institutions. The Advisory Committee was impressed by their strong national and international connectivity with leading partner institutions, by the progress made in different working areas and in particular by the number, the scientific qualification and the enthusiasm of the many young researchers in all groups. These young researchers, with different scientific backgrounds, most of them with international experience and all fluent in English, can be considered a most valuable asset for the further successful development of the Associated Lab.”*

¹¹¹ J.L. Faria, J.L. Figueiredo, B.F. Machado (editores), XXI Encontro Nacional da Sociedade Portuguesa de Química, Livro de Resumos. © Sociedade Portuguesa de Química, Porto; 2008. ISBN: 978-989-8124-03-6.

Os resultados obtidos pelo LCM no período 2005-2008 foram os seguintes:

- Publicaram-se 4 livros, 66 artigos em revista ISI e 7 capítulos em livros, e apresentaram-se 115 comunicações em congressos internacionais e 69 em congressos nacionais.

- Concluíram-se as Teses de Doutoramento (PDEQB, FEUP) de: Patrícia Curval Faria, "*Catalytic ozonation of effluents from the textile industry*", Setembro de 2008¹¹²; Cláudia Silva, "*Synthesis, spectroscopy and characterization of titanium dioxide based photocatalysts for the degradative oxidation of organic pollutants*", Novembro de 2008¹¹³; e Bruno Machado, "*Novel catalytic systems for the selective hydrogenation of alpha, beta-unsaturated aldehydes*" (as provas realizaram-se em Janeiro de 2009)¹¹⁴.

- Concluíram-se as Teses de Mestrado de Olívia Salomé Soares, "Tratamento em contínuo de efluentes corados por ozonização catalítica", Mestrado em Engenharia do Ambiente, FEUP, Junho de 2006, e de Maria José Sampaio, "Produção de biodiesel por catálise heterogénea" Mestrado em Engenharia Química, IPB, Julho de 2008; e as dissertações do Mestrado Integrado em Engenharia Química da FEUP de: Alexandra Gonçalves, "Incorporação de nanomateriais em substratos têxteis"; Carla Orge Fonseca, "Desenvolvimento de novos materiais de carbono mesoporosos para a ozonização de poluentes orgânicos"; Elodie Rodrigues, "Valorização do glicerol por oxidação catalítica"; Juliana Sousa, "Preparação, caracterização e modificação estrutural de materiais de carbono mesoporosos para aplicações em adsorção"; Fernando Antunes, "Produção de combustíveis e de energia eléctrica a partir de biomassa lenhocelulósica"; Sónia Martins, "Remoção de Nitrofenóis de uma Corrente de

¹¹² A Patrícia foi depois contratada pela UNICER.

¹¹³ A Cláudia obteve então uma bolsa da FCT (SFRH/BPD/48777/2008) para realizar um pós-Doutoramento sobre "*Hydrogen production by photocatalytic water splitting*", que envolveu uma estadia no *Instituto de Tecnología Química (ITQ), Universidad Politecnica de Valencia*, de Janeiro a Dezembro de 2009, e que prosseguiu no LCM até Abril de 2014. Em Maio de 2014 foi contratada como Investigador Auxiliar do Laboratório Associado LSRE-LCM (Projecto NORTE-07-0124-FEDER-000015). É Investigadora FCT desde Julho de 2015 (IF/00514/2014).

¹¹⁴ O Bruno ficou no LCM como bolseiro do projecto SYPROHIM de Março de 2009 a Novembro de 2010. Realizou depois um pós-Doutoramento sobre "*Synthesis of nanostructured architectures with catalytic activity for sustainable development and smart growth applications*" no *Laboratoire de Chimie de Coordination, CNRS, ENSIACET – Toulouse*, de Dezembro de 2010 a Maio de 2012 (como bolseiro da FCT: SFRH/BPD/70299/2010). Foi depois contratado como investigador em projectos do INP-ENSIACET com empresas (ARKEMA; CELANESE) até Outubro de 2016. É Investigador FCT no LSRE-LCM desde Dezembro de 2016 (IF/00301/2015).

Efluente Rico”; Nuno Veiga, “Optimização de Soluções Químicas e das Actividades do Laboratório de Análises Químicas”; Maria José Machado, “Activação e funcionalização de superfícies têxteis através de descargas plasmáticas”, todas em 2008.

- A medalha Vicente Seabra, instituída pela Sociedade Portuguesa de Química, foi atribuída ao Fernando Pereira em 2008. A correspondente conferência convidada, apresentada durante o XXI Encontro Nacional da SPQ, focou o tema “Química superficial de materiais de carbono: aplicações ambientais”.

A brochura “*Shaking the presente, shaping the future*”, editada pelo LSRE-LCM (2008), contém uma descrição resumida dos principais trabalhos que estavam em curso neste período.

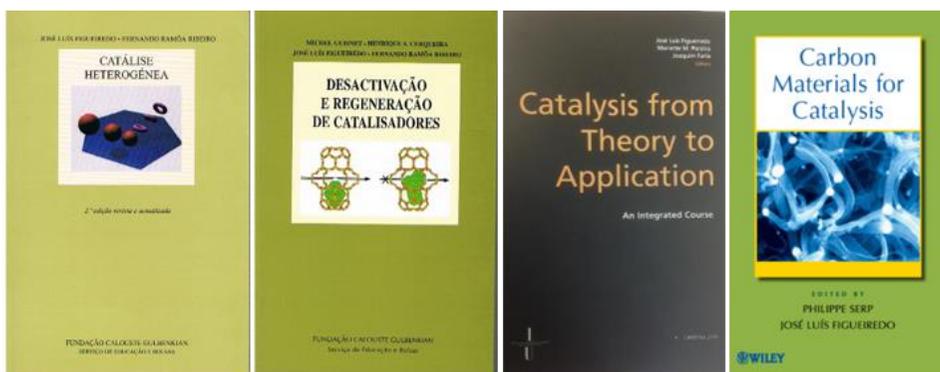


Figura 23 - Os quatro livros do período 2005-2008: *Catálise Heterogénea (2ª Edição)*; *Desactivação e Regeneração de Catalisadores*; *Catalysis from Theory to Application*; *Carbon Materials for Catalysis*.

6.2. [2009-2013]

Este foi um período de grande desenvolvimento e afirmação do Grupo (LCM), tendo sido aprovados diversos projectos importantes, incluindo vários projectos internacionais.

A FCT tinha lançado em 2007 um concurso na área da nanotecnologia, para assinalar o arranque do Laboratório Ibérico Internacional de Nanotecnologia (INL). Estes projectos deviam incluir a participação de investigadores de várias Instituições de Portugal e Espanha. O LCM submeteu quatro candidaturas, três das quais foram seleccionadas para financiamento e arrancaram em 2009: i) *Nanostructured catalysts based on carbon nanofibers for environmental applications*, NANO/NTec-CA/0122/2007¹¹⁵, coordenado por mim, em parceria com a Universidade do Minho (Pier Parpot), e com a colaboração de: *Instituto Nacional del Carbón* (CSIC, Oviedo: Juan M.D. Tascón), *Instituto de Catálisis y Petroleoquímica* (CSIC, Madrid: Inmaculada Rodríguez-Ramos), *Universidad Nacional de Educación a Distancia* (UNED, Madrid: Antonio Guerrero-Ruiz); ii) *Development of photocatalytic nanomaterials for pollution control*, NANO/NTec-CA/0046/2007, coordenado pelo Joaquim Faria (LCM)¹¹⁶; O consórcio incluía também o Instituto de Carboquímica (CSIC, Saragoça: María Teresa Martínez), a Universidade da Corunha (Moisés Canle), a Universidade do Minho (Carlos Tavares), e a empresa Poceram, Produtos Cerâmicos S.A., de Coimbra; iii) *Smart joint implants using bionanocomposites-(SIMBIO)*, NANO/NMED/SD/0156/2007, coordenado por S. Lanceros-Méndez (U. Minho) e envolvendo mais 12 grupos de Portugal e Espanha¹¹⁷. A equipa do LCM que participou neste projecto incluía o Fernando Pereira e a Sónia Carabineiro.

O LCM participou também em 2 projectos do FP7 da UE: “*Monolithic reactors structured at the nano and micro levels for catalytic water purification (MONACAT)*”, envolvendo 9 parceiros, iniciado em Maio de 2009 (Fernando Pereira, coordenador da equipa do LCM)¹¹⁸; e “*Water detoxification using*

¹¹⁵ De 01-10-2009 a 31-12-2011. Orçamento do LCM: 56.000 €. A Raquel Rocha foi admitida como bolseira de investigação deste projecto em 01-01-2010.

¹¹⁶ De 01-07-2009 a 31-12-2011. Orçamento do LCM: 90.000 €. A Maria José Sampaio foi admitida como bolseira de investigação deste projecto em Novembro de 2009.

¹¹⁷ De 01-10-2009 a 31-12-2011. Orçamento do LCM: 46.500 Euros.

¹¹⁸ MONACAT (GA nº 226347 - FP7, 2009-2012). Em colaboração com *University of Warwick* (inicialmente era a Univ. Bath que participava), *Universidad Politecnica de Valencia*, *Norta Ltd.*, *Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne*, *MEL Chemicals*, *Consejo Superior de Investigaciones Científicas*, *Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet*, *Anjou Recherche* (centro de investigação da Veolia). Orçamento do LCM: 319.507 €.

innovative nanocatalysts (CLEAN WATER)”, com 7 parceiros, incluindo 2 empresas e vários utilizadores finais, iniciado em Junho de 2009 (Adrián Silva, coordenador da equipa do LCM)¹¹⁹. O já referido projecto SIPROHYM (no âmbito da ERA-Net “ACENET”) foi iniciado em Janeiro de 2009. Foram ainda implementadas duas Acções Integradas Luso-Espanholas, de que fui coordenador: “*Nanostructured bi- and tri-metallic Pt based catalysts supported on mesoporous carbons for high performance direct methanol fuel cells*”, E-25/09-NANOCATS, em colaboração com o Instituto de Carboquímica (CSIC), Zaragoza (María Jesús Lázaro), Universidade de La Laguna, Tenerife (Elena Pastor), e INETI (Carmen Rangel); e “*Activação Supercrítica e Funcionalização da Superfície de Materiais de Carbono para Adsorção e Degradação Catalítica de Poluentes Orgânicos*”, E-26/09-SUPERCARBONS, com a Universidade de Salamanca (Francisco Salvador).

Em Janeiro de 2009 tiveram início as bolsas de doutoramento de Juliana Sousa (SFRH/BD/45720/2008), “Preparação e modificação de materiais de carbono para o controlo das emissões de NOx”; Carla Orge (SFRH/BD/45809/2008), “Ozonização catalítica para o tratamento terciário de efluentes”; e Alexandra Gonçalves (SFRH/BD/45826/2008), “Eliminação de poluentes orgânicos emergentes por ozonização promovida por materiais de carbono”. Em Outubro iniciaram-se os Doutoramentos do João Restivo (bolseiro do projecto “MONACAT”) sobre “Sistemas estruturados catalíticos para a purificação de água”, e do Victor Ferreira (SFRH/BD/33647/2009), “Desenvolvimento de catalisadores nanoestruturados para a conversão oxidativa do metano”. Fomos também contactados pela CIPAN – Companhia Industrial Produtora de Antibióticos, SA (Castanheira do Ribatejo) que solicitou a nossa colaboração para a caracterização de catalisadores de Rh/C e identificação das causas da sua desactivação. Os resultados das análises realizadas forneceram pistas importantes que nos permitiram propor um estudo mais detalhado e focado na optimização da preparação do catalisador, mas tal colaboração não se concretizou.

De 24 a 29 de Maio de 2009 decorreu em Porto Carras (Chalkidiki, Grécia) a Escola de Verão “*Catalysis Lectures for Environmental Applications &*

¹¹⁹ CLEAN WATER (GA nº227017 - FP7, 2009-2012). Em colaboração com *National Center for Scientific Research "Demokritos"* (Grécia), *Association pour la Recherche et le Développement des Méthodes et Processus Industriels* (França), *Universidad de Las Palmas de Gran Canaria* (Espanha), *University of Cincinnati* (USA), *Innovative Research & Technology Ltd* (UK), *Osmo Sistemi* (Itália). Orçamento do LCM: 325.580 €

Renewables” (CLEAR)¹²⁰, na qual dei uma Lição sobre “*Carbon Based Catalysts*”. A Elodie, a Alexandra, a Juliana e a Carla Orge participaram como estudantes, e apresentaram os seus trabalhos em *poster*. A Carbon’2009 (*The Annual World Conference on Carbon*) realizou-se em Biarritz, de 14 a 19 de Junho, onde apresentei a comunicação “*Synthesis and characterization of nitrogen-doped carbon xerogels*”. Foram ainda apresentados dois trabalhos em *poster*, resultantes das nossas colaborações com a FCUP e com a Universidade de Granada. O Congresso EuropaCat IX teve lugar em Salamanca, de 30 de Agosto a 4 de Setembro, sob o tema “*Catalysis for a Sustainable World*”¹²¹. O LCM apresentou aí 5 comunicações em *poster*. O Philippe Serp desafiou-me também a participar na *International Conference on Carbon Nanostructured Materials, Cnano’09*, que se realizou em Santorini, de 4 a 8 de Outubro, onde apresentei o trabalho “*Functionalization of multi-walled carbon nanotubes with organosilanes*” (colaboração com a Cristina Freire). Participei ainda no 11^o Simpósio Internacional “*Catalyst Deactivation*”, em Delft (25-28 de Outubro), onde apresentei uma comunicação oral e um *poster*.

O Programa Doutoral em Engenharia da Refinação, Petroquímica e Química (Eng IQ) arrancou no ano lectivo de 2009/2010. O seu Plano de Estudos inclui uma Unidade Curricular sobre Catálise Industrial e Reactores Químicos, na qual têm participado vários colaboradores do LCM¹²².

Em Dezembro de 2009 viajei até Granada, a fim de participar no júri de Doutoramento do Sérgio Morales Torres (as provas realizaram-se no dia 18). O Sérgio voltou ao Porto em Janeiro de 2010 (onde ficou até 31 de Março), a fim de concluir alguns ensaios e escrever os artigos resultantes do trabalho realizado no LCM.

O Laboratório Associado LSRE/LCM integrou o consórcio formado pelo INESC e pela FEUP para criação da “Infraestrutura Tecnológica para a Energia Sustentável” (ITES), projecto submetido em 2009 ao “Sistema de Apoio a Infra-estruturas Científicas e Tecnológicas – Infra-estruturas Tecnológicas – Infra-estruturas Físicas e Equipamentos – (SAIECT–IETIEFE)” e aprovado em 2010 pelo

¹²⁰ Organização conjunta da ERA-Net ACENET e da EFCATS (Federação Europeia de Sociedades de Catálise).

¹²¹ Organização conjunta da Sociedade Espanhola de Catálise e da Divisão de Catálise da SPQ.

¹²² Participei na 1^a Edição do EngIQ (Desactivação de Catalisadores) e o José Órfão também (Mecanismo e Cinética de Reacções Catalíticas Heterogéneas). Mais recentemente, tem sido o Fernando a participar neste Programa Doutoral, onde lecciona um módulo sobre caracterização de catalisadores.

ON-2 (NORTE-01-0162-FEDER-000020). O edifício “FEUP-INESC TEC” ficou concluído em 2012, tendo o LA ocupado todo o piso 3, onde foram disponibilizados vários gabinetes e postos de trabalho (não laboratoriais)¹²³.

Em 2010 iniciaram-se mais dois projectos de doutoramento: Tiago Lopes (SFRH/BDE/33882/2009) em Janeiro, “Catalisador sólido para alquilação de isobutano e mistura de butilenos”¹²⁴, e Rita Ruivo Marques (SFRH/BD/65425/2009) em Fevereiro, “*Photocatalytic activity of nanostructured carbon-nanotube/TiO₂ films for near UV-visible water treatment*”. Foram também aprovados três projectos financiados pela FCT: “Oxidação selectiva de substratos orgânicos renováveis” (PTDC/EQU-ERQ/101456/2008)¹²⁵; “Heterogeneização de complexos de ouro e seu uso em catálise” (PTDC/QUI-QUI/100682/2008)¹²⁶; e “Novos têxteis funcionais obtidos por incorporação de nanopartículas de sílica, nanoargilas e nanotubos de carbono: produção, caracterização e aplicações” (PTDC/CTM/108820/2008). Este último projecto foi liderado pelo Fernando Pereira, e envolveu a participação do Centro de Nanotecnologia e Materiais Técnicos, Funcionais e Inteligentes (CeNTI) e do ICETA (Cristina Freire, FCUP)¹²⁷. O Adrián e o Joaquim Faria colaboraram em dois projectos liderados por outros investigadores do LSRE: “AIRPHOTOXI – Destoxificação solar de ar interior: bioaerossóis e COVs” (PTDC/EQU-EQU/100554/2008)¹²⁸, e “Equilíbrio, estrutura e dinâmica de interfaces líquido-líquido envolvendo líquidos iónicos” (PTDC/EQU-FTT/104195/2008)¹²⁹.

Com o objectivo de reforçar as nossas competências na área da Electrocatálise, iniciámos uma colaboração com o César Sequeira (IST) sobre o

¹²³ As unidades de investigação sediadas no DEQ (CEFT, LCM, LEPAE e LSRE) tinham já apresentado à FEUP (em Setembro de 2008) uma proposta de alargamento dos espaços para I&D, que foi enquadrada nesta candidatura.

¹²⁴ Bolsa de Doutoramento em Empresa, no âmbito do Programa Doutoral em Engenharia da Refinação, Petroquímica e Química – EngIQ, tendo como empresa de acolhimento a Petrogal - Petróleos de Portugal, SA, (representada pelo Eng^o José Inverno), e como orientadores J.L. Figueiredo (FEUP) e Isabel Fonseca (FCT/UNL).

¹²⁵ Iniciado em 1/4/2010, e concluído em 31/7/2013. Financiado com 160.000 €. Responsável: J.L. Figueiredo.

¹²⁶ Iniciado em 1/5/2010, e concluído em 30/4/2013. Financiado com 118.272 €. Responsável: Sónia Carabineiro.

¹²⁷ Iniciado em 1/6/2010, e concluído em 31/7/2013. Financiado com 170.000 € (45.862 € para o LCM).

¹²⁸ Iniciado em 1/5/2010, e concluído em 30/10/2013. Orçamento Global:189.186 € (140.811 € para a FEUP).

¹²⁹ Iniciado em 1/3/2010, e concluído em 31/3/2013. Orçamento Global: 116.952 € (76.848 € para a FEUP).

desenvolvimento de catalisadores para a descarga de hidrogénio (*Hydrogen Evolution reaction*, HER) durante a electrólise da água em meio alcalino. Em particular, eu aceitei a orientação pós-Doutoral do Diogo Miguel Franco dos Santos, sobre “*Novel electrocatalysts for hydrogen production*” (SFRH/BPD/63226/2009), ficando o César como co-orientador. Em resultado desta colaboração publicámos 3 artigos em revista no período 2010 – 2013. Posteriormente continuámos a trabalhar com o Diogo e com a Biljana Šljukić, que também fazia parte da equipa do IST e que mais tarde regressou à Sérvia (Universidade de Belgrado). Por outro lado, convidámos o Júlio Fernandes para dar um curso sobre “*Electrochemistry: concepts & applications*”, focando aplicações em electrocatálise e *Fuel-Cells*. O curso funcionou entre 22 de Fevereiro e 24 de Março de 2010 (4 horas por semana, perfazendo 20 horas de aula)¹³⁰, e nele participaram doutorandos do PDEQB bem como investigadores e bolsiros do DEQ e do LSRE-LCM.

Fui apanhado completamente de surpresa pelo evento que os meus colegas e colaboradores organizaram por ocasião do meu 65º aniversário (29 de Março). Coligiram uma série de testemunhos (mensagens e vídeos) enviados por ex-doutorandos e pós-Docs (Philippe Serp, Fátima Gorgulho, José Díaz, Hugo Zea, Erhan Aksoylu, Sebastião Alves) e por vários colegas (David Trimm, Ilse Önsan, Juan Tascón, Eduardo Falabella, Manuel Jerónimo) que não puderam estar presentes, mas que assim se associaram à festa.

No âmbito do Programa Operacional Regional do Norte 2007/2013, “ON.2 - O Novo Norte”, abriu em Março um concurso destinado a apoiar infra-estruturas científicas (SAIECT-IEC/2/2010), ao qual o Laboratório Associado LSRE/LCM submeteu a candidatura “Reforço e Requalificação da Infra-estrutura de Engenharia Química da Universidade do Porto”, que veio a ser aprovada em 2011. Participámos ainda na candidatura “Reforço e Requalificação da Infra-estrutura de Micro/Nanofabricação da Universidade do Porto”, submetida pelo CEMUP, que também foi aprovada.

O LSRE/LCM foi submetido a nova avaliação (documental) pela FCT, na sequência do pedido de renovação do estatuto de Laboratório Associado (que tinha terminado em Dezembro de 2009). O Painel de Avaliação das áreas Química, Bioquímica, Biologia e Biotecnologia foi constituído por Julio E. Celis (CERN; Chair), Marc van Montagu (Univ. Gent) e Brian F.C. Clark (Univ. Aarhus). O parecer deste Painel, divulgado em 24 de Abril de 2010, concluía da seguinte forma: “*We agree with the Steering Committee’s positive statement that the*

¹³⁰ O Curso foi organizado e financiado conjuntamente pelo PDEQB e pelo LCM.

Associated Laboratory has achieved international status. The quality of the research is high and the fact that many young scientists choose the Laboratory to develop their careers testifies to its high standing. Their future plan of activities is sound and deserves support.” Na sequência desta avaliação positiva, o estatuto de Laboratório Associado foi renovado por um período de 10 anos, com efeitos a partir de 1 de Janeiro de 2011¹³¹.

Em 31 de Outubro de 2010 chegou ao fim a bolsa atribuída pela FCT ao Nagendranath Mahata (“Nagen”). Em face da avaliação muito positiva da sua actividade, o LCM atribuiu-lhe uma nova bolsa pelo período de 1 ano (iniciada em 2 de Novembro), a fim de executar o projecto “*Carbon-supported metal catalysts for selective hydrogenation*”¹³². A equipa do LCM foi ainda reforçada com mais dois investigadores Doutorados: o Sérgio Morales Torres, que chegou em 3 de Novembro, e a Luísa¹³³ em Dezembro, ambos como bolseiros do projecto *Clean Water*.

O volume de trabalho sobre AOPs e outros processos de tratamento de águas justificou a aquisição (em Outubro de 2010) de mais um cromatógrafo HPLC, desta vez equipado com detectores de UV e RI (índice de refacção). O protocolo assinado com a GALP para a realização do Doutoramento do Tiago previa uma comparticipação da empresa nas despesas, que foi negociada após a chegada do bolseiro à FEUP, no final de 2010¹³⁴. A comparticipação acordada para o LCM foi de 24.000 euros, recebida em duas prestações durante o ano de 2011. Em 30 de Setembro de 2010 foi também assinado um protocolo de colaboração entre a FEUP e a empresa *Adventech – Advanced Environmental Technologies*, de São João da Madeira, com o objectivo de enquadrar as actividades de investigação desenvolvidas com o LCM na área do tratamento de efluentes.

Em 2010 o LCM marcou presença em diversos Congressos, sendo de destacar o *4th International Symposium on Carbon for Catalysis*, CARBOCAT IV (Dalian, China, 7-10 de Novembro) onde o Joaquim Faria apresentou uma *Key-Note Lecture*, o XXII Congresso Ibero-americano de Catálise (Viña del Mar, Chile, 5-10 de Setembro), onde o Fernando apresentou uma comunicação (colaboração com o Marco Fraga), e a *16th International Conference on Advanced Oxidation*

¹³¹ Despacho do Ministro da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior, datado de 23 de Março de 2011.

¹³² O *Nagen* regressou à Índia em Novembro de 2011, tendo sido depois contratado como docente na Universidade Sidho-Kanho-Birsha, Purulia, West Bengal.

¹³³ Luisa María Pastrana Martínez, doutorada na Univ. de Jaén (em 25 de Junho de 2010), e noiva do Sérgio.

¹³⁴ Durante o primeiro ano, o Tiago esteve inscrito como doutorando da UNL.

Technologies for Treatment of Water, Air and Soil (San Diego, California, USA, 15-18 de Novembro) onde o Adrián apresentou uma *Key-Note*. Participámos ainda no *2nd International Symposium on Air Pollution Abatement Catalysis*, APAC 2010 (Cracóvia, Polónia, 8-11 de Setembro), no *10th International Symposium on the Scientific Bases for the Preparation of Heterogeneous Catalysts* (Louvain-la-Neuve, Bélgica, 11-15 julho), no *9th Congress on Catalysis Applied to Fine Chemicals* (Saragoça, Espanha, 13-16 de Setembro) e na Reunião Ibérica de Adsorção (Lisboa, 8-10 de Setembro), além de outros eventos em áreas diferentes.

No dia 3 de Dezembro de 2010 organizámos um Seminário sobre as actividades, projectos e principais realizações do LCM, para o qual convidámos o Jacob Moulin e o José Romão de Sousa (membros da nossa Comissão de Acompanhamento). Depois de várias apresentações sobre os trabalhos em curso e de uma visita aos laboratórios, o Seminário terminou com uma palestra do Jacob intitulada “*Structuring of carbon based catalytic reactors, an avenue to superior precision*”. Este evento ajudou-nos a fazer a nossa “auto-avaliação”, e a perspectivar as actividades futuras. Em 9 e 10 de Dezembro realizou-se no Porto o 10º Encontro Nacional de Fotoquímica, mais uma organização da equipa do LCM, presidida pelo Joaquim Faria¹³⁵. As Plenárias estiveram a cargo de N. Armaroli (CNR, Itália), J.M. Doña Rodríguez (Univ. Las Palmas de Gran Canaria) e J.M. Gaspar Martinho (IST). Houve ainda 7 Conferências Convidadas, 14 comunicações orais e 46 apresentações em painel.

O ano de 2010 ficou marcado pela inesperada notícia do falecimento do David Trimm (em *Hamilton Island*, Austrália, no dia 17 de Outubro). Em Janeiro de 2011 recebi um convite do Jens Rostrup-Nielsen e do Julian Ross para contribuir com um artigo para o número especial da revista *Catalysis Today* dedicado à sua memória¹³⁶. O Carlos Bernardo recebeu um convite idêntico, mas nós pensámos que faria mais sentido apresentar uma contribuição conjunta dos três portugueses que se doutoraram com o David no *Imperial College* (no período 1969-1977), incluindo o Luís Sousa Lobo, que aceitou o desafio. Após aprovação dos Editores começámos a tratar do artigo, tendo o Luís preparado uma primeira

¹³⁵ 10º Encontro Nacional de Fotoquímica, Book of Abstracts, A.M.T. Silva, C.G. Silva, J.L. Faria, M.J. Sampaio, R. Segundo, R.R.N. Marques (Eds.), Sociedade Portuguesa de Química, 2010. (ISBN: 978-989-8124-05-0).

¹³⁶ “*Catalysis for Energy and a Clean Environment – Dedicated to the Memory of David Trimm*”, Jens Rostrup-Nielsen, Julian Ross (*Guest Editors*), *Catalysis Today*, vol. 178, issue 1, 15 December 2011, que inclui também um resumo da carreira profissional do David e algumas notas de apreciação escritas por amigos e colaboradores.

versão que discutimos durante uma reunião (no Círculo Universitário da UP) no início de Março. O artigo foi finalmente submetido em finais de Abril, tendo sido publicado *online* em Agosto e no número especial em Dezembro¹³⁷. Este artigo teve um efeito colateral muito curioso e imprevisto, pois o Luís, que já não assinava qualquer artigo desde 1999, retomou o gosto pela ciência e começou de novo a publicar sobre os temas da sua predilecção (formação e gasificação de carbono em presença de catalisadores)¹³⁸.

Em Janeiro de 2011 teve início o projecto “Degradação de poluentes orgânicos por oxidação catalítica com peróxido de hidrogénio sobre materiais de carbono” (PTDC/AAC-AMB/110088/2009), liderado pelo Helder Gomes (IPB), no qual participou também o Joaquim Faria¹³⁹. A Salomé iniciou o seu trabalho pós-doutoral sobre “*Structured catalysts for the catalytic oxidation of volatile organic compounds*”, como bolseira da FCT (SFRH/BPD/80435/2011). Em 1 de Abril de 2011 o Sérgio iniciou um novo trabalho sobre membranas com nanotubos de carbono para dessalinização e purificação de águas, como bolseiro da FCT (ref. SFRH/BPD/74239/2010). Em Julho arrancou um novo projecto de I&DT em co-promoção, financiado pela Agência de Inovação: “Desenvolvimento de protótipo para despoluição gasosa de COVs por adsorção/oxidação catalítica - GASCLEAN”, (SI IDT 21616/2011)¹⁴⁰. A equipa do LCM incluiu, além de mim, o Fernando (Investigador responsável), o José Órfão e a Raquel (bolseira deste projecto desde 9/1/2012 até 30/6/2013). Colaborámos também no projecto “Desenvolvimento de complexos metálicos suportados derivados do binaftilo. Sistemas multicatalíticos cooperativos para transformações assimétricas tandem ortogonais” (PTDC/QUIQUI/112913/2009), cordenado pela colega Mariette Pereira da Universidade de Coimbra¹⁴¹.

¹³⁷ L.S. Lobo, J.L. Figueiredo, C.A. Bernardo, *Carbon formation and gasification on metals. Bulk diffusion mechanism: a reassessment*, *Catal. Today*, 178 (2011) 110-116.

¹³⁸ Além do artigo referido acima, publicou mais oito trabalhos no período 2011-2018, três dos quais em co-autoria com a Sónia Carabineiro, e os restantes como único autor.

¹³⁹ O orçamento global foi de 168.480 €, sendo 52.560 € para o LCM. O projecto terminou em 30 de Junho de 2014. Foram admitidos como bolseiros Maria Teresa Pinho (na FEUP) e Rui Ribeiro (no IPB).

¹⁴⁰ Além da FEUP, participaram neste projecto: Bandipur, Lda (coordenador), ISEP, Centro Tecnológico das Indústrias do Couro e MARSIPEL - Indústria de Curtumes S.A. O orçamento global foi de 380.889 €, sendo o orçamento do LCM 99.106,63 € (financiado em 75%).

¹⁴¹ O projecto foi iniciado em 1 de Novembro de 2010 e terminou em 31 de Outubro de 2013. O LCM colaborou sem orçamento, mas a Madalena Freitas integrou a equipa deste projecto.



Figura 24 - Protótipo desenvolvido no âmbito do projecto GASCLEAN.

No âmbito do Centenário da Universidade do Porto, o Vice-Reitor para a I&D+i (Professor Jorge Gonçalves) promoveu um ciclo de conferências e debate à volta do conhecimento científico dos investigadores das diversas unidades de I&D sediadas na instituição. Este ciclo, designado por “Conhecimento na U. Porto”, teve lugar nas instalações do Curso de Ciências da Comunicação da U.P., tendo sido transmitido pela web e gravado pela TVU. Como representante do LCM, participei com uma palestra intitulada “Carbono e Catálise: O melhor de dois mundos para um mundo melhor”, que foi gravada no dia 2 de Junho de 2011, e que está acessível através do link <https://tv.up.pt/videos/bc012spb>. O LCM participou também no 1º Encontro de Unidades de Investigação da UP, que decorreu no Hotel Rural Vale do Rio, em Palmaz, Oliveira de Azeméis, nos dias 23 e 24 de Setembro de 2011.

Em Junho foi anunciado um novo concurso no âmbito do Programa ON-2, destinado a apoiar Programas Integrados de IC&DT (SAESCTN-PIIC&DT/1/2011), ao qual submetemos a candidatura intitulada “*LSRE/LCM LA: Shaping the Future of Chemical Engineering and Technology*”. Esta candidatura estava organizada de acordo com a estrutura do LA, nomeadamente duas linhas de investigação com quatro projectos em cada linha. O projecto do LCM recebeu a designação de

“RL2_P4 – *Catalysis and Materials*”, e tinha como objectivo consolidar as competências da equipa em materiais de carbono e catálise, e estender a aplicação dos materiais nanoestruturados (de carbono e óxidos) a novas áreas, incluindo compósitos, membranas, têxteis funcionalizados, conversão e armazenamento de energia.

Entretanto, a operação "Reforço e Requalificação da Infra-estrutura de Engenharia Química da Universidade do Porto" (Projeto NORTE-07-0162-FEDER-000050) foi iniciada em Outubro de 2011, após a assinatura do respectivo contrato¹⁴². Numa primeira fase, o LCM adquiriu os seguintes equipamentos: Aparelho para caracterização de catalisadores ALTAMIRA, AMI-300; Espectrómetro de massa para acoplar a equipamentos de testes catalíticos ou de análise, Dymaxion 200 amu; Equipamento para determinação de áreas superficiais e tamanho de poros (*volumetric adsorption analyzer*), Quantachrome Autosorb-IQ2; Reactor de leito fixo para ensaio de catalisadores, *Micro Activity Reference*, PID ENG & TECH. O valor global de aquisição destes equipamentos foi cerca de 368.000 €. Numa segunda fase¹⁴³, adquiriu-se ainda um sistema UHPLC-MS, constituído por um detector de massas do tipo triplo Quadrupolo (Shimadzu LCMS-8040) acoplado a um cromatógrafo líquido de ultra elevada performance (UHPLC Nexera), no valor global de 189.420 €; e uma mufla com controlo automático de gases NABERTHERM, modelo L15/11 (capacidade de 15 litros, para temperaturas até 1100 °C, com controlador P330), no valor de 5.995 €. O sistema UHPLC-MS dotou o LCM com a capacidade de analisar micropoluentes em diversas matrizes ambientais, com concentrações da ordem dos ng/L. Foi ainda adquirido mais um HPLC convencional, equipado com detectores de fluorescência e *Diode Array*.

Em 29 de Agosto de 2011 faleceu o meu colega e querido amigo Fernando Ramôa Ribeiro. O seu contributo para o desenvolvimento científico do País, em particular na área da Catálise, foi notável. A revista *Applied Catalysis A: General* publicou um obituário [vol. 409 – 410 (2011) 1–2], e eu escrevi uma nota biográfica para o boletim da SPQ [Química 123 (2011) 14-16]. Os seus colegas e colaboradores, juntamente com a Embaixada de França, organizaram em sua homenagem o Simpósio Internacional “*Catalysis: From the Active Site to the Process*”, que decorreu no IST, em Lisboa, de 8 a 9 de Outubro de 2012, onde apresentei uma *keynote lecture* sobre “*Carbon as a catalyst*”, tendo sido ainda apresentadas duas outras comunicações do LCM. Foi também publicado um

¹⁴² O custo total elegível da operação foi de 1.549.664,33€, financiado a 80%.

¹⁴³ A segunda fase foi executada durante o ano de 2014.

número especial da revista *Catalysis Today*, editado por M. Filipa Ribeiro, Michel Guisnet e Jacques C. Vedrine [Volumes 218–219, pp. 1-172, Dezembro de 2013], para o qual contribuímos com um artigo.

Em Outubro de 2011 terminou o contrato de trabalho celebrado entre a FEUP e o Adrián, como Investigador Auxiliar (Projeto POCI/N010/2006). O Adrián voltou a ser contratado para as mesmas funções em Julho de 2012. A Maria José Sampaio iniciou o seu Doutoramento sobre “*Nanostructured films of metal oxides with direct wide band-gap for the engineering of photocatalytic reactors*” em Janeiro de 2012 (SFRH/BD/79878/2011), e em Fevereiro arrancou o trabalho de pós-Doutoramento de Iwona Anna Pelech (docente da *West Pomeranian University of Technology, Szczecin*, Polónia) sobre “*Investigation of the active sites of carbon catalysts in the oxidative dehydrogenation of hydrocarbons*” (SFRH/BPD/71559/2010). Esta bolsa terminou em 31 de Janeiro de 2013, data em que a Iwona regressou à Polónia

O Fernando colaborou no projecto “Dessulfurização do gasóleo por processos heterogéneos de oxidação catalítica sustentáveis” (PTDC/EQU-EQU/121677/2010), iniciado em Março de 2012 e liderado pela Cristina Freire (FCUP)¹⁴⁴. Em Abril iniciaram-se dois novos projectos: “*Carbon nanotube membranes for water desalination and purification*” (PTDC/AAC-AMB/122312/2010), dirigido pelo Adrián¹⁴⁵; e o projecto europeu “*FREECATS - Doped carbon nanostructures as metal-free catalysts*” (ref. 280658, FP 7, 2012-2015)¹⁴⁶, sendo a equipa do LCM liderada pelo Fernando.

The Annual World Conference on Carbon, Carbon 2012, decorreu em Cracóvia, de 17 a 22 de Junho, coincidindo com o 50º aniversário da revista CARBON. Apresentei aí uma comunicação intitulada “*Carbon, a versatile catalyst*”. A Monika Lipinska (REQUIMTE, FCUP) apresentou também uma comunicação oral de que eu e o Fernando fomos co-autores, e que foi integrada no *Festschrift* dedicado ao Peter Thrower, *Editor-in-Chief* da CARBON no período

¹⁴⁴ O projecto terminou em 28 de Fevereiro de 2015. O orçamento do LCM foi de 14.940,00 €.

¹⁴⁵ O projecto terminou em 30 de Setembro de 2014, e o orçamento foi de 93.840,00 €. Eu e o Sérgio também participámos na equipa; a Luísa foi bolsreira do projecto no período 18/6/2012 – 31/1/2013, e a Tânia Santos Silva durante o mês de Setembro de 2014.

¹⁴⁶ Em colaboração com a Universidade de Trondheim (NTNU, coordenador), CSIC (Espanha), CNRS (França), CNR (Itália), Univ. Estrasburgo, Univ. Warwick, FCUP, e as empresas Adventech (Portugal), Prototech AS (Noruega) e SICAT SARL (França). O projecto encerrou em 31 de Março de 2015, e o orçamento da FEUP foi de 365.590,40 €, financiado a 78,1 %.

1972-2012 [Carbon 50 (9) 2012]. O LCM esteve ainda representado no 15º Congresso Internacional de Catálise (Munique, 1-6 de Julho), onde foi apresentada uma comunicação oral (Elodie Rodrigues) e dois trabalhos em *poster*, assim como no 5º Simpósio Internacional *Carbon for Catalysis*, CARBOCAT V (Brixen, Itália, 28-30 de Junho), onde o Fernando apresentou uma comunicação oral e um *poster*, e na *18th International Conference on Advanced Oxidation Technologies for Treatment of Water, Air and Soil* (Jacksonville, Florida, USA, 11-15 Novembro), onde o Adrián apresentou uma *Key-Note*. Apresentámos também diversas comunicações na *7th International Conference on Environmental Catalysis*, (Lyon, 2-6 de Setembro).

O “7th European Meeting on Solar Chemistry and Photocatalysis: Environmental Applications”, SPEA 7, decorreu no Porto de 17 a 20 de Junho de 2012, tendo sido organizado pela equipa do LSRE/LCM. A Comissão Organizadora foi presidida pelo Joaquim Faria, sendo Co-organizadores o Adrián e a Cláudia¹⁴⁷. As Lições Plenárias estiveram a cargo de M. Grätzel (EPFL, Suíça), S. Malato (Plataforma Solar de Almeria), B. Ohtani (Hokkaido Univ, Japão), E Oliveros (Univ. Toulouse III), V. Nadtochenko (RAS, Moscovo) e D.F. Ollis (North Carolina State Univ., USA). Houve ainda 4 Conferências Convidadas, 40 comunicações orais e 242 apresentações em painel.

No âmbito do seu projecto sobre heterogeneização de complexos metálicos com actividade catalítica, a Sónia Carabineiro iniciou uma colaboração com o grupo do Armando Pombeiro (IST) que se veio a revelar muito profícua. Usaram-se complexos de Fe, Co, Ni, Cu e V com ligandos do tipo escorpionato fornecidos pelo grupo do IST, assim como complexos de ouro sintetizados no LCM com os ligandos preparados no IST, que depois foram ancorados em diversos materiais de carbono adequadamente funcionalizados. Daqui resultou a publicação de três artigos em revista (em 2013), além de várias comunicações em Congressos. Mas a colaboração com o grupo do IST continuou nos anos seguintes, com excelentes resultados.

O colega Michalis Konsolakis (*Technical University of Crete, Chania, Greece*) visitou o LCM no período de 22 a 29 de Julho de 2012, no âmbito do programa de cooperação bilateral entre os dois países. Estabelecemos então um programa de investigação conjunto focando o desenvolvimento de catalisadores à base de óxidos mistos para oxidação de compostos orgânicos voláteis. A Sónia

¹⁴⁷ SPEA 7, *Abstract Book - Graphical Abstracts*, A. Silva, C.G. Silva, J.L. Faria, R. Segundo, V.J.P. Vilar (editors), SPQ, 2012. ISBN: 978-989-97667-3-0.

Carabineiro foi destacada para dar apoio a esta colaboração, que originou várias publicações.

A Comissão de Aconselhamento (G. Eigenberger, D. Tondeur, J. Moulijn) visitou o LA em 6 e 7 de Dezembro de 2012, para discutir os resultados de 2008-2012 e auxiliar a preparação do programa estratégico da unidade para o período 2015-2020, tendo em vista que as Unidades de Investigação seriam avaliadas de novo em 2013. Para o efeito foi elaborada uma nova brochura “2008-2012 Activity Report – *Shaking the present. Shaping the future*”. O Alírio aproveitou a ocasião para anunciar que cessava funções como Coordenador Científico do LA, e “passou a pasta” para a Madalena Dias. A Comissão fez uma avaliação muito positiva da nossa actividade (“*In the reporting period LA has again strongly increased its scientific output and its international scientific visibility*”), mas manifestou alguma preocupação com a ausência de uma estratégia para assegurar a “sucessão” dos membros permanentes cuja jubilação estava iminente (Alírio em Julho de 2013 e eu em Março de 2015). Mas como é óbvio, as estratégias que podem ser evidentes na Alemanha ou na Holanda não seriam exequíveis no nosso País....

Entretanto, abriu o “Concurso Nacional para Financiamento Competitivo de Programas de Doutoramento - FCT”, ao qual o DEQ resolveu candidatar-se. Esta foi mais uma ocasião em que as três Unidades de Investigação sediadas no DEQ (LSRE-LCM, LEPAE e CEFT) conseguiram por-se de acordo. A candidatura foi submetida em Fevereiro de 2013 com o título de “Programa de Doutoramento em Engenharia Química e Biológica” (Referência: PD/00242/2012), tendo eu ficado como Director do Programa. A proposta foi aprovada com uma classificação global de 8/9 (“*Extremely strong with negligible weaknesses*”), tendo-nos sido atribuídas 24 bolsas para 4 edições do programa¹⁴⁸.

A Carla Orge iniciou o seu trabalho pós-doutoral sobre “Ozonização fotocatalítica para remoção de micropoluentes presentes nas águas e nas águas residuais” em Janeiro de 2013, como bolseira da FCT (BPD/90309/2012) e com orientação conjunta do Joaquim Faria e do Fernando. Nesta mesma data assumi a co-orientação (com a Mariette Pereira) do trabalho de pós-Doutoramento de

¹⁴⁸ Os resultados foram conhecidos em Abril de 2013, mas o Contrato-Programa só foi assinado no final do ano. Foram aprovadas 51 candidaturas de um total de 238; na área das Ciências Exactas e Engenharia foram aprovadas 22 candidaturas, de um total de 90 submetidas. Posteriormente, foram-nos atribuídas mais 6 bolsas para uma 5ª edição do PD. Do total de 30 bolsas, 6 foram atribuídas ao LCM. Na mesma altura, foi aprovado no IST o PD “*Catalysis and Sustainability (CATSUS)*”, coordenado pelo colega Armando Pombeiro.

Carlos Monteiro, sobre o tema “Desenvolvimento de catalisadores imobilizados em nanotubos de carbono - Uma alternativa para a produção industrial sustentável de produtos de química fina” (SFRH/BPD/86525/2012). Em Fevereiro, a Luísa iniciou um novo projecto sobre “*Graphene based nanocomposite materials for solar fuels*” (SFRH/BPD/88964/2012), de que fui orientador juntamente com o Joaquim. Iniciaram-se também as bolsas de Doutoramento da Lucília Ribeiro, “*Lignocellulosic Biomass Conversion by Catalytic Hydrolysis/Hydrogenation*” (SFRH/BD/86580/2012), e do João Restivo, “*Structured Catalytic Systems for Water Purification*” (SFRH/BD/85751/2012).

O Projecto RL2_P4 “Catálise e Materiais” (Programa ON2) foi aprovado em Janeiro de 2013, com um orçamento global de 387.878,82 € (324.795,59 € para a FEUP, o restante para o IPB), financiado à taxa de 92,5% (refª: NORTE-07-0124-FEDER-000015). Esta operação (que terminou em 30/6/2015) permitiu o reforço da nossa equipa. Numa primeira fase foram contratados para o LCM/FEUP: Sónia Carabineiro (investigadora auxiliar, em 1/10/2013); Katarzyna Eblagon (BPD, em 2/9/2013); Marina Enterría (BPD, em 2/9/2013); Alexandra Gonçalves (BPD, em 1/10/2013); e Helena Gonçalves (BPD, 9/10/2013) para a equipa do LCM/IPB. A Sónia rescindiu o contrato em 17 de Dezembro, já que obteve um lugar de Investigadora Principal do Programa Investigador-FCT. Foi substituída pela Cláudia Silva em 2/5/2014. A Alexandra cessou funções em 31/5/2014, data em que iniciou o projecto “*New metal-free catalysts for the advanced oxidation process of emergent organic pollutants*”, como bolseira da FCT (SFRH/BPD/95538/2013). Foram posteriormente contratadas: Anna Malaika (BPD, em 14/7/2014), Rita Ruivo Marques (BPD, em 16/9/2014) e Tânia Santos Silva (BI, em 1/10/2014). No IPB, a Helena Gonçalves saiu em 30/11/2014 e foi substituída por María Martin Martínez (a partir de 22/1/2015). No âmbito deste projecto desenvolveram-se catalisadores nanoestruturados para aplicações ambientais e implementaram-se novas linhas de investigação, nomeadamente: membranas à base de carbono para dessalinização e purificação de água; processos foto e electroquímicos para produção de hidrogénio; síntese de materiais de carbono com porosidade hierárquica para armazenagem de energia (supercondensadores); e conversão de matérias primas derivadas da biomassa em produtos de elevado valor acrescentado.

Nos dias 6 e 7 de Maio de 2013, o LCM organizou o 9º Encontro Nacional da Divisão de Catálise e Materiais Porosos, que decorreu nas instalações da Faculdade de Farmácia da UP. A Comissão Organizadora foi presidida pelo

Joaquim Faria, sendo Co-organizadores a Cláudia e o Adrián¹⁴⁹. As Conferências Plenárias foram proferidas por Armando Pombeiro (IST), Cristina Freire (FCUP) e Philippe Serp (ENSIACET, Toulouse). Foram ainda apresentadas 6 Conferências Convidadas: L. Kollár (U. Pécs, Hungria), Carlos Baleizão (IST), Juan Delgado (U. Cádiz), Patrick da Costa (Sorbonne), Patrícia Horcajada (Univ. Versailles Saint Quentin), e Artur Abreu (Luzitin, Coimbra), 21 comunicações orais e 61 comunicações em painel.

Em Junho teve início o projecto “Uma nova estratégia para têxteis inteligentes sensíveis à luz”, liderado pela UTAD, e no qual participaram também o CENTI, ICETA e FEUP (Fernando Pereira). O financiamento aprovado para o LCM foi de 36.000,00 €. E em Julho, um dos nossos trabalhos foi pela primeira vez destacado na capa de uma revista: “*Nanodiamond–TiO₂ composites for photocatalysis*” [ChemPlusChem 78 (2013) 801-807]. O correspondente “cover profile” pode ser acedido em: <https://doi.org/10.1002/cplu.201300253>.

Tudo se parecia conjugar para que o ano de 2013 terminasse em beleza, já que fui convidado como conferencista para dois Congressos Internacionais de prestígio: uma “*Key-note Lecture*” no EuropaCat-XI (11th European Congress on Catalysis, Lyon, 1-6 de Setembro); e uma Conferência Plenária no CESEP'13 (5th International Conference on Carbons for Energy Storage/Conversion and Environment Protection, Mülheim a. d. Ruhr, 22-27 de Setembro). Infelizmente, a minha saúde não ajudou. Na véspera de partir para Lyon senti umas tonturas e foi-me diagnosticada uma VPPB (Vertigem Paroxística Posicional Benigna), que apesar de “benigna” me impediu de viajar. Valeu-me o Joaquim Faria, que também participava no Congresso, que se encarregou de fazer a minha apresentação “*Carbon materials as metal-free catalysts for advanced oxidation processes*”. Recuperei da VPPB a tempo de poder viajar para a Alemanha, mas no 1º dia do Congresso fiquei com febre, fui ao médico e foi-me diagnosticada uma pneumonia. Tive que ficar em repouso e a tomar antibiótico, confinado ao quarto do Hotel; mas no último dia consegui apresentar a minha Plenária, “*Tuning the surface chemistry of carbon materials for catalytic applications*”.

No que se refere a Congressos de referência, merecem ainda destaque as participações do Fernando na Carbon 2013 (Rio de Janeiro, Brasil, 14-19 de Julho) e do Adrián na 19th International Conference on Advanced Oxidation Technologies for Treatment of Water, Air and Soil (San Diego, USA, 17-21 de Novembro).

¹⁴⁹ Livro de Resumos, 9º Encontro Nacional de Catálise e Materiais Porosos, A. Silva, C.G. Silva, J.L. Faria, R. Segundo (editores), SPQ, Porto, 2013. ISBN: 978-989-97667-7-8.

Em 18 de Dezembro de 2013 iniciaram-se os projectos do Adrián, “*Catalytic carbon membranes with exceptional properties for water treatment*” (IF/01501/2013), e da Sónia, “*Anchoring of organometallic gold complexes on heterogeneous supports and their use in synthesis of high added-value products*” (IF/01381/2013), aprovados no âmbito do Concurso Investigador-FCT. Nesta data, ambos assinaram com a FEUP contratos de trabalho a termo resolutivo incerto para desempenharem funções inerentes à categoria equiparada a Investigador Principal.

O processo de avaliação promovido pela FCT iniciou-se com o registo das unidades (que decorreu de Julho a Setembro de 2013), a que se seguiu a submissão das candidaturas (até 31 de Outubro). O formulário de candidatura incluía uma secção relativa aos principais resultados alcançados e indicadores de desempenho da unidade no período 2008-2012, e uma segunda parte onde se apresentava o programa estratégico da unidade para o período 2015-2020. Resolvemos manter a estrutura de duas Linhas de Investigação, mas passámos a organizar a equipa em quatro grupos (em vez dos 5 grupos originais): RG 1 (Processos cíclicos de adsorção e reacção), RG 2 (Engenharia do produto), RG 3 (Termodinâmica e ambiente) e RG 4 (Catálise e materiais de carbono). Aproveitámos também o ensejo para formalizar a designação “LSRE-LCM” (Laboratório de Processos de Separação e Reacção – Laboratório de Catálise e Materiais)¹⁵⁰.

Os resultados obtidos pelo LCM no período 2009-2013 foram os seguintes:

- Publicaram-se 197 artigos em revista, dois dos quais foram classificados como *Highly cited papers*: [*Catalysis Today*, 150 (2010) 2-7] e [*Applied Catalysis B: Environmental*, 99 (2010) 353-363], com 347 e 313 citações, respectivamente (Scopus, 11 de Outubro, 2019). Publicaram-se também 16 capítulos em livros e apresentaram-se 254 comunicações em congressos internacionais e 90 em congressos nacionais.

- Concluíram-se os doutoramentos (PDEQB, FEUP) de: Adelino Filipe Cunha, “*Hydrogen Production by Catalytic Decomposition of Methane*”, Julho de 2009; Vera Santos, “*Catalytic Oxidation of Volatile Organic Compounds*”, Julho de 2010; Salomé Soares, “*Nitrate removal by catalytic reduction with hydrogen*”, Dezembro de 2010; Elodie Rodrigues, “*Catalytic valorization of glycerol*”, Setembro de 2012; Carla Orge Fonseca, “*Tertiary treatment of effluents by*

¹⁵⁰ Embora fosse uma parceria entre o LSRE e o LCM, o Laboratório Associado estava anteriormente registado na FCT como “Laboratório de Processos de Separação e Reacção (LSRE)”, LA nº 50020.

catalytic ozonation”, Dezembro de 2012; Juliana Sousa, “Preparação e modificação de materiais de carbono para o controlo das emissões de NOx” (Janeiro de 2013); Alexandra Gabriela Gonçalves, “*Elimination of emergent organic pollutants by ozonation promoted by carbon materials*”, (Fevereiro de 2013); Vítor José Ferreira Ferreira, “*Development of nanostructured catalysts for the oxidative coupling of methane*” (Outubro de 2013).

- O prémio da Fundação Engenheiro António de Almeida para a melhor tese de Doutoramento em termos de originalidade, mérito científico e potencial sócio-económico, seleccionada entre os Programas Doutorais de Engenharia Química e Biológica, Engenharia do Ambiente e Engenharia Metalúrgica e de Materiais da FEUP, foi atribuído à Salomé Soares (melhor tese de 2010) e à Alexandra Gonçalves (melhor tese de 2013).

- Concluíram-se as Teses de Mestrado em Engenharia Química de Sandra da Silva Teixeira Bastos, “Preparação de Catalisadores por *Exotemplating* para a Oxidação de Compostos Orgânicos Voláteis”, ISEP, Julho de 2009; Sandra Mendes Miranda, “Tratamento de efluentes corados por oxidação catalítica com peróxido de hidrogénio”, IPB, Julho de 2009; Maria Jacinta Lasota, “*Oxidative degradation of aniline derived compounds over carbon based materials*”, IPB, Setembro de 2010; Jorge Agostinho Ferreira Dias, “Tratamento de efluentes da indústria farmacêutica por oxidação catalítica”, IPB, Dezembro de 2011; e Nuno Miguel Sampaio Pereira, “Desenvolvimento de nanopartículas magnéticas para aplicações biomédicas”, Mestrado em Tecnologia Biomédica, IPB, Outubro de 2012.

- Concluíram-se as dissertações do Mestrado Integrado em Engenharia Química da FEUP de Rita Ruivo Neves Marques, “*Development of hybrid TiO₂/SWCNT photocatalysts*”, FEUP, Ana Rute Sampaio, “Desenvolvimento de Tratamento de Superfície Nanotecnológico para Promoção da Facilidade de Limpeza em Têxteis”, Bruna Mendes Pinto de Moura, “Desenvolvimento de estruturas têxteis com elevado isolamento térmico”, Ana Sofia Santos da Silva, “Desenvolvimento de formulações para acabamentos têxteis inovadores”, Ana Patrícia Cardoso, “Desenvolvimento de um novo processo de branqueamento de fibras de origem proteica utilizando ozono como agente oxidante”, Odete Alves Melo, “Desenvolvimento de metodologias de aplicação e avaliação de aditivos anti-mosquito em substratos têxteis”, em 2009; Lília Pinto de Almeida, “Desenvolvimento de estruturas têxteis com elevado isolamento térmico”, Olívia Afonso Rocha, “Desenvolvimento de um revestimento que mimetize a superfície da pata da osga”, Vera Lobo Mendes, “Desenvolvimento de revestimentos poliédricos funcionais curáveis por radiação UV”, Raquel Rocha Coelho,

“Produção e caracterização de têxteis com propriedades hidratantes”, Ana Raquel Silva, “Desenvolvimento de tratamentos de superfície por *spray* ultrasónico e comparação com processos convencionais de impregnação”, em 2010; Sónia Daniela Batista, “*Formulation of an antifoam agent for the paper making process*”, em 2011; Lucília Sousa Ribeiro¹⁵¹, “Catalisadores suportados em nanotubos de carbono para a oxidação selectiva de glicerol”, Sandra Teixeira Magalhães, “Desenvolvimento de revestimentos poliméricos hidrofóbicos e oleofóbicos curáveis por radiação UV”, José Ricardo Dias, “Estudo e arranque de um sistema de deposição química de vapor assistida por plasma (PECVD)”, António Lopes Leal, “Desenvolvimento de acabamentos têxteis para protecção do vestuário militar contra todas as formas de assinatura: visual, térmica, olfactiva e acústica”, Tânia Marques Terra, “*Manufacturing of gypsum boards on lab scale and evaluation of hydrophobic agents*”, em 2012; Ana Sofia Leite da Costa “Otimização do processo de elaboração de receitas de tingimento em laboratório”, Ana Teresa da Silva Cardoso Brandão, “*Membranes with nanostructured carbon materials for water desalination and purification*”, Fátima Isabel Oliveira Moreira Monteiro, “Estudo de processos reativos em materiais de natureza celulósica”, Gil Pedro da Silva, “*Development of coatings for synthetic materials*”, Irene Maria Duarte Gonçalves, “*Development of hydrophobing agents for wood*”, Patrícia Sofia Ferreira Ramalho, “Desenvolvimento de revestimentos poliméricos curáveis por radiação UV”, Paulo Miguel Rodrigues Ramos, “Desenvolvimento de novos materiais para construção de edifícios energeticamente sustentáveis”, em 2013.

- Concluíram-se também as dissertações do Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente (FEUP) de Carolina Soares Lucas, “Projeto de um sistema de tratamento e valorização dos efluentes líquidos da Bioportdiesel”, em 2012, e de Carlos Manuel Guimarães de Sá Camboa, “Optimização da gestão de resíduos na fábrica de Avanca da Nestlé - estratégias de minimização da deposição de resíduos em aterro”, em 2013.

- Proporcionámos estadias de investigação pré- e pós-doutorais aos seguintes bolsеiros e investigadores: Eliane Forgiarini Schierholt (Univ. Federal de Minas Gerais, Brasil), de Dezembro de 2009 a Junho de 2010; Thanakrit Thavorn-amornsri (estágio IAESTE, PT/2010/49), de Junho a Agosto de 2010; Athanasia Katsoni (Technical Univ. Crete, Grécia) em 2010; Xuemeng Chen

¹⁵¹ A Lucília foi distinguida com o Prémio “Engº Cristiano Spratley-2013”, atribuído ao diplomado do Mestrado Integrado em Engenharia Química que tenha concluído o seu curso com melhor classificação final.

(estágio IAESTE, PT/2011/59) de Agosto a Outubro de 2011 e de Janeiro a Abril de 2012; Saudi Romero (Inst. Tecn. de Ciudad Madero, México, Progr. IAESTE, PT/2012/57) em 2012; Tobias Lauterbach (Univ. Heidelberg), Janeiro-Fevereiro de 2013; Dr. Christoph Hubbert (Univ. Heidelberg), Janeiro-Março de 2013; Beatriz Acevedo Muñoz (INCAR, CSIC, Oviedo), de Setembro a Dezembro de 2013; Bruno Bordoni (Univ. Federal Fluminense, Brasil, Progr. IAESTE, PT/2013/24) em 2013; e Dr. Doan Van Hong Thien (Can Tho University, Vietnam, Progr. Erasmus Mundus) em Setembro de 2013.

- As candidaturas da Sónia e do Adrián ao Concurso Investigador-FCT foram aprovadas, tendo ambos sido contratados como Investigadores Principais em 18 de Dezembro de 2013.

- A FEUP atribuiu-me o Prémio de Excelência Científica-2011 e o Fernando recebeu o mesmo Prémio referente ao ano de 2013. Nesse mesmo ano, o José Órfão foi galardoado com o Prémio de Excelência Pedagógica.



Figura 25 – Membros do LCM e colaboradores em 20 de Outubro de 2011.

6.3. [2014-2019]

O ano de 2014 foi verdadeiramente excepcional. Logo no dia 1 de Janeiro recebi um convite para apresentar uma *Keynote Lecture* na 5ª Conferência Nacional de Catálise (NCC-5) organizada pela Sociedade de Catálise da Turquia. A minha palestra seria inserida numa sessão especial de homenagem à Ilsen Önsan, que fundou aquela Sociedade Científica em 2006, e que recentemente se jubilara. De todos os colegas estrangeiros com quem tive oportunidade de conviver durante a minha estadia no grupo do David Trimm, em Londres, a Ilsen foi sem dúvida a pessoa com quem posteriormente mantive uma relação de amizade mais próxima. Ela visitou Portugal em diversas ocasiões, entre 1978 e 1997, sobretudo para participar em alguns dos nossos cursos NATO; e eu também fui à Turquia com muita frequência, fazendo sempre questão de passar por Istanbul para a visitar. Também nos encontramos noutros eventos científicos em diversos países da Europa, e eu orientei o trabalho pós-Doutoral de um dos seus colaboradores (Erhan Aksoylu, em 1998-1999). Assim, foi com muito prazer e emoção que aceitei participar nesta Conferência e na homenagem à minha querida colega e amiga. O evento decorreu no *campus* da Universidade Çukurova, em Adana, de 23 a 26 de Abril, 2014, onde apresentei a Lição “*Tuning the Surface Chemistry of Carbon Materials for Catalysis*”, e onde voltei a encontrar alguns velhos amigos, como o Jens Rostrup-Nielsen, que aí apresentou uma Lição Plenária.



Figura 26 – Com Ilsen Önsan e Erhan Aksoylu em Istanbul e Adana, Turquia, Abril de 2014.

No dia 8 de Maio tive a satisfação de ver o nosso artigo “*Modification of the surface chemistry of activated carbons*” atingir as 1000 citações na *Web of Science* (na *SCOPUS*, esta marca já tinha sido atingida no final de 2013). A ocasião foi condignamente celebrada pela equipa do LCM no dia seguinte, com bolo,

espumante e reportagem fotográfica. Pouco depois fui surpreendido com a notícia de que tinha sido eleito membro-correspondente da 3ª Secção – Química, da Academia das Ciências de Lisboa. A proposta para a minha nomeação partiu do colega Armando Pombeiro (IST), e foi aprovada em Sessão Plenária de Efectivos da Classe de Ciências da ACL no dia 15 de Maio. Esta é uma distinção de que muito me orgulho, e que também prestigia a minha Escola, até porque sou o único representante da UP na Secção de Química¹⁵². Entretanto recebi mais um convite, desta vez da Sociedade Polaca do Carbono, para apresentar uma Plenária no *9th Torunian Carbon Symposium* (Torún, Polónia, 14-18 de Setembro). O tema que escolhi para essa Lição foi “*Carbon materials for metal-free catalysis*”.



Figura 27 – Os autores do artigo mais citado, celebrando a 1000ª citação em 9 de Maio de 2014.

O Fernando também foi convidado para apresentar uma *Key-Note Lecture* no CarboCat VI, *6th International Symposium on Carbon for Catalysis* (Trondheim, Norway, 22-25 de Junho, 2014). Eu também estava inscrito, mas acabei por não poder participar neste evento. Além da *Key-Note* do Fernando (“*Design of metal free carbon catalysts for advanced oxidation processes in water treatment*”)

¹⁵² A notícia teve destaque adequado a nível do DEQ, mas foi ignorada pela UP...

apresentámos mais duas comunicações orais (a minha oral foi apresentada pelo Fernando; a outra foi apresentada pelo João Restivo) e cinco *posters*.

Em Julho chegou mais uma inesperada prenda: por proposta do Dangsheng Su, o *Institute of Metals Research (IMR) of the Chinese Academy of Sciences* atribuiu-me o Prémio *Lee Hsun Research Award on Materials Science “for outstanding contribution in the field of materials science and engineering”*. Recebi também um convite para visitar o IMR e para proferir uma série de palestras. (http://english.imr.cas.cn/internationalcooperation/leehsunlectureseries/201409/t20140918_128169.html).

Viajei para Shenyang em 29 de Novembro, e dei a minha “*Award Lecture*” sobre “*Carbon materials as metal-free catalysts*” no dia 1 de Dezembro. O prémio foi-me entregue pelo Professor Jian Zhang, Vice-Director do IMR. Fui muitíssimo bem acolhido pelos meus anfitriões, cuja hospitalidade não podia ter sido melhor. Tive oportunidade de discutir os trabalhos em curso no grupo do Dangsheng, e dei uma aula tutorial aos seus colaboradores sobre a caracterização dos grupos funcionais na superfície dos materiais de carbono. Nevava e fazia um frio inóspito em Shenyang (- 8 °C), e o Dangsheng teve que me emprestar roupa apropriada. Da cidade apenas tive tempo para visitar o Palácio Imperial, pois no dia 4 viajei para Pequim a convite do Professor Fei Wei, do Departamento de Eng^ª Química da Universidade de Tsinghua. O Professor Fei Wei e o seu colaborador Dr. Qiang Zhang asseguraram-se de que eu ficasse confortavelmente instalado. No dia 5 dei uma palestra sobre “*Carbon materials for catalysis*”, visitei os laboratórios e a planta piloto para produção de nanotubos de carbono, e participei num “*workshop*” com os colaboradores do grupo. No dia 6 visitei a “Cidade Proibida” e uma das zonas comerciais de Pequim, acompanhado por uma simpática doutoranda (Guili Tian) destacada para me servir de guia. Felizmente, a temperatura estava um pouco mais amena em Pequim (zero °C). Regressei ao Porto no dia 7, e quatro dias depois recebi um telefonema a informar que a SPQ me tinha atribuído o Prémio Ferreira da Silva-2014! “Inatingível”, como diria o nosso amigo *Sasha*... Tudo isto justifica que eu considere 2014 como um “*ano vintage*” muito especial.



Figura 28 - Em cima: Recebendo o Prémio Lee Hsun Research Award on Materials Science. Foto de grupo com Dangsheng Su e colaboradores (IMR, Shenyang). Em baixo: Palestra no Departamento de Eng^a Química da Universidade de Tsinghua, Beijing. (Dezembro de 2014).

Mas não foi só a nível pessoal que o ano de 2014 se notabilizou. A Cláudia foi uma das vencedoras da “2014 Nano Today Cover Competition”, e a sua “SEM image of a flower-like ZnO material” foi seleccionada para a capa do número de Fevereiro da revista NanoToday [vol. 9 (1), 2014]. A descrição do trabalho correspondente foi publicada *on-line* por *Materials Today* em 16 de Abril: <http://www.materialstoday.com/characterization/features/sem-image-of-a-flowerlike-zno-material>.

Iniciaram-se os projectos “Têxteis com elevada incorporação de cortiça” (Cork-a-Tex, Ref: SI IDT - 38418/2012 F3)¹⁵³ e “Compósitos de Material Carbono @Nanopartículas Metálicas Magnéticas como transportadores de electrões para a biodegradação de corantes” (EXPL/AAG-TEC/0898/2013)¹⁵⁴, ambos liderados pelo Fernando; e dois projectos liderados pelo Adrián: “Novo equipamento envolvendo processos catalíticos integrados para tratamento de poluentes

¹⁵³ Participaram as empresas Sedacor-Sociedade Exportadora de Artigos de Cortiça, Lda (proponente) e Têxteis Penedo, S.A., e ainda o CITEVE. O orçamento aprovado para a FEUP foi de 80.466,28 EUR, financiado a 75%.

¹⁵⁴ Em colaboração com a U. Minho. O financiamento da FEUP foi de 21.171,00 €.

orgânicos e desinfeção de águas” (NEPCAT, Ref: SI IDT - 38900/2012 F3)¹⁵⁵ e “*New and emerging challenges and opportunities in wastewater reuse*” (NEREUS, Ref: ES1403PT, no âmbito do Programa COST da Comissão Europeia). Foram também iniciados os Doutoramentos de Raquel Pinto Rocha (SFRH/BD/95411/2013, em Abril); Margarida Rocha e Silva (PD/BD/52620/2014, em Maio) e Maria José Lima (PD/BD/52623/2014, em Junho), ambas com bolsas atribuídas pelo PD-FCT (PD/00242/2012); Rui Ribeiro (SFRH/BD/94177/2013, em Julho); e Raquel de Oliveira Rodrigues (SFRH/BD/97658/2013, em Setembro). A nível pós-Doutoral, foi admitida a Inês Rocha em Abril, no âmbito do projeto “FREECATS”, e a Eliana Sousa da Silva em Novembro, com verbas do LSRE-LCM, para desenvolver aplicações da fotocatalise na área da energia (“*solar fuels*”). O novo projecto pós-Doutoral da Salomé, “*Development of structured catalysts for pollution control*” (SFRH/BPD/97689/2013), teve início em Dezembro. Recebemos também Nicolás Martín Sánchez, doutorando do Departamento de Química-Física da Universidade de Salamanca (orientado por Francisco Salvador e María Jesús Sánchez Montero), que estagiou no LCM de Março a Julho. Daqui resultou uma publicação muito interessante sobre o desempenho catalítico de fibras de carbono preparadas por activação supercrítica na desidrogenação oxidativa de isobutano [*Appl. Catal. A: General* 502 (2015) 71-77].

Concluíram-se neste ano os Doutoramentos de Rita Ruivo Marques (PDEQB), “*Photocatalytic activity of nanostructured TiO₂/carbon-nanotube composites for near-UV to visible water treatment*” (8 de Julho), Tiago Lopes (PDERPQ), “*Development of solid catalysts for the alkylation of isobutane with trans-2-butene*” (9 de Julho) e João Restivo (PDEA) “*Structured Catalytic Systems for Water Purification*” (19 de Dezembro).

Em 13 de Setembro acolhemos o Professor Dehua He (Dept. Química, Tsinghua Univ., Beijing, China) para uma estadia de 4 semanas ao abrigo do programa INTERWEAVE/ERASMUS MUNDUS, durante a qual apresentou 4 palestras, que foram incluídas no Programa de Seminários do PDEQB, do LSRE-LCM, e da disciplina de Nano Materiais/Sistemas/Fabrico, nomeadamente: “*Immobilization of homogeneous Rh-P Complex Catalysts on mesoporous SiO₂ with different spacers and their catalytic performance in the hydroformylation of Olefins*” (24 de Setembro); “*Catalytic transformation of biomass-based glycerol*”

¹⁵⁵ Participaram a ADVENTECH - Advanced Environmental Technologies, Lda.(proponente), ESBUc e ICETA. O orçamento aprovado para a FEUP foi de 216.326,02 €, financiado a 75%. A Ana Rita Lado Ribeiro foi contratada como bolseira pós-Doutoral deste projecto em Abril de 2014.

to high value-added chemicals (hydrogenolysis of glycerol to propanediols)" (26 de Setembro); *"Preparation of supported nano-Ni catalysts and their application in CO₂ reforming of methane to syngas"* (1 de Outubro); e *"CO hydrogenation to lower olefins and higher alcohols over ZrO₂-based and Cu-based catalysts"* (9 de Outubro). Na sequência da colaboração estabelecida com o Professor Mieczyslaw Kozlowski (Adam Mickiewicz Univ., Poznan, Polónia), recebemos também a doutoranda Paulina Rechnia para uma estadia de 4 semanas com início em 27 de Outubro. O seu trabalho focou a modificação de materiais de carbono para aplicação na oxidação catalítica de poluentes orgânicos (CWPO).

Foi ainda em 2014 que tive a satisfação de ver mais duas colaboradoras do LCM seleccionadas no exigente concurso de Investigador-FCT, neste caso a Cláudia (IF/00514/2014) e a Luísa (IF/01248/2014). Ambas assinaram contratos com a FEUP em 2015, para desempenhar funções como Investigador Auxiliar: A Luísa iniciou o seu projecto, *"Photocatalytic membranes for CO₂ conversion to hydrocarbon chemical fuels"*, em 29 de Junho, e o projecto da Cláudia, *"Challenging fine chemicals synthesis: a novel metal-free photocatalytic approach"*, arrancou em 1 de Julho.

O processo de avaliação das Unidades de Investigação decorreu em duas fases: A primeira fase consistiu numa avaliação documental e bibliométrica que originou um "Relatório de consenso", a que se seguiu a visita do painel de avaliação, em 8 de Outubro de 2014, e que resultou num "Relatório final de avaliação". O LSRE-LCM solicitou, em sede de audiência prévia, a revisão das classificações atribuídas em dois dos cinco critérios de avaliação, e a correcção de algumas gralhas. Apesar desta reclamação não ter sido atendida, o resultado final da avaliação (divulgado em Maio de 2015) foi bastante positivo, já que obtivemos uma nota de 23/25, e a classificação de "Excelente". O painel de Avaliação reconheceu a qualidade da investigação realizada no LSRE-LCM, *"possibly the strongest research and teaching unit in Portugal within two core disciplines of Chemical Engineering, Catalysis + Reaction Engineering, and Separation Processes"*.

O financiamento anual proposto para o LA LSRE-LCM foi de 713.318,00 €, e o orçamento atribuído ao LCM (RG 4) para o triénio 2015-2017 foi de 580.404 €.

Iniciei o ano de 2015 a preparar a 3ª edição do livro "Catálise Heterogénea", a pedido da Fundação Calouste Gulbenkian, já que a edição anterior estava esgotada e a obra continuava a ter procura (havia até pedidos do Brasil). Aproveitei para corrigir as poucas gralhas que tinha detectado e para fazer algumas actualizações, mas no essencial o texto não sofreu grandes alterações relativamente à edição de 2007.

No âmbito de uma colaboração bilateral estabelecida pela Cláudia (convénio CAPES), recebemos a visita do Professor Daniel L. Baptista (UFRGS, Porto Alegre, Brasil), que apresentou uma palestra sobre “Técnicas avançadas de microscopia electrónica: caracterização química e estrutural de nanoestruturas a nível atómico” no dia 24 de Fevereiro.

Em 5 de Março fiz a minha estreia na Academia das Ciências de Lisboa, onde apresentei a comunicação “Modificação da química superficial dos materiais de carbono para aplicações em catálise”, inserida no programa das Sessões da Classe de Ciências. Atingi o limite de idade no dia 29 de Março, mas continuei a assegurar o serviço docente que me estava atribuído até ao final do 2º semestre (por conveniência do DEQ). A cerimónia da minha Jubilação teve lugar no dia 30 de Março¹⁵⁶, e incluiu intervenções do Director da FEUP, da Directora do LSRE-LCM, dos convidados (Philippe Serp e Armando Pombeiro; o Jacob Moulijn também foi convidado, mas não pode participar, por motivos de saúde) e ainda do Reitor da UP. Foram apresentados diversos testemunhos de colegas e antigos colaboradores, e fui ainda brindado com uma inesperada e emotiva interpretação do “fado Malhoa”, que a “nossa” Rita Ruivo preparou especialmente para esta ocasião. Finalmente, dei a minha “última lição”, para a qual escolhi o título “*Carbon & Catalysis: My Quest*”. Foi então que nasceu a ideia de escrever a história do LCM, suas origens, e seu contributo para o ensino e investigação na área da Catálise em Portugal.

Em Abril de 2015 iniciaram-se os trabalhos de doutoramento (PDEQB) do Diogo Filipe Santos, com mais uma bolsa do PD-FCT (PD/BD/105983/2014), e da Marta Pedrosa (SFRH/BD/102086/2014), bem como o projecto pós-Doutoral da Ana Rita Lado Ribeiro sobre “*Development of a miniaturized sample preparation prototype for identification and quantification of trace pharmaceuticals in tap waters*” (SFRH/BPD/101703/2014), com o qual se implementou uma nova linha de investigação sobre “Ferramentas analíticas para monitorização ambiental”. Depois de concluído o projecto Freecats, a Inês Rocha obteve uma bolsa do LSRE-LCM para continuar a desenvolver o seu trabalho sobre electrocatálise.

O XXIV Encontro Nacional da Sociedade Portuguesa de Química decorreu na Universidade de Coimbra, de 1 a 3 de Julho de 2015. A Comissão Organizadora foi presidida pela Mariette Pereira, que me deu a honra de inaugurar o Programa com a Lição Plenária “Materiais de carbono em catálise: o papel da química superficial”, correspondente ao Prémio Ferreira da Silva.

¹⁵⁶ A organização esteve a cargo da equipa do LCM, sob orientação do Joaquim Faria, do Fernando Pereira e do José Órfão, em colaboração com o Centro de Eventos da FEUP.

Em 15 de Julho foi ratificada pelo Senado da UP a proposta da FEUP para atribuição do título de Professor Emérito, que me foi entregue com pompa e circunstância durante a celebração do 105º aniversário da Universidade do Porto (em 22 de Março de 2016) [<https://noticias.up.pt/u-porto-distingue-sete-novos-professores-emeritos/>].



Figura 29 - Proclamação como Professor Emérito, Reitoria da Universidade do Porto.

Em Setembro, com o apoio de umas dezenas de colegas de diversas Instituições, enviei à Direcção da SPQ uma proposta para a criação do Grupo do Carbono, que viria a ser aprovada. E no mês seguinte viajei para Poznan, na Polónia, a fim de participar no CESEP'2015 (*6th International Conference on Carbon for Energy Storage/Conversion and Environment Protection*, 18 - 22 Outubro), na companhia do Fernando, da Salomé e da Inês. Entretanto, o Fernando participou também no *3rd International Congress on Catalysis for Biorefineries, CatBior* (Rio de Janeiro, 27-30 de Setembro), e a Lucília no ISGC 2015, *3rd International Symposium on Green Chemistry* (La Rochelle, 3-7 de Maio).

O Adrián fez parte da equipa da empresa Adventech que participou no projecto “ANSWER – *ANTibioticS and mobile resistance elements in Wastewater Reuse applications: risks and innovative solutions*” (H2020-MSCA-ITN-2015/675530) do Programa *Marie Skłodowska-Curie Innovative Training Networks* (ITN), iniciado em Outubro de 2015. Participou também no projecto

“TRITÓN - Treatment and recycling of industrial wastewaters implementing solutions based on biological processes” (P315RT0027) do Programa iberoamericano CYTED, iniciado em Janeiro de 2016. A Inês Rocha iniciou o projecto *“Sustainable Electrocatalysts Based on Doped Carbon Nanostructures for Efficient Energy Conversion in Fuel Cells”* em Dezembro de 2015, como bolsista da FCT sob orientação do Fernando (SFRH/BPD/108490/2015).

Em 2015 foram submetidos dois pedidos de patente nacional envolvendo investigadores do LCM, nomeadamente *“Reactor de ozonização fotocatalítica com catalisador suportado e díodos emissores de luz (LED)”* (PT 108949, com data de 12 de Novembro), de que o Adrián, o Fernando Pereira e o Joaquim Faria são co-inventores; e *“Processo de produção de cetonas a partir de álcoois secundários”* (PT 109062, com data de 29 de dezembro), de que eu e a Sónia somos co-inventores juntamente com investigadores do IST (Armando Pombeiro, Ana Paula Ribeiro) e do ISEL (Luísa Martins). Por outro lado, o projeto Cork-a-Tex (em que participou uma equipa da FEUP liderada pelo Fernando Pereira) venceu o prémio INOVATÊXTEL 2015 na categoria *“Produtos”*.

O trabalho da Sónia (colaboração com Coimbra e Heidelberg) originou mais um artigo que foi destacado em capa de revista [ChemNanoMat 1 (2015) 178]: <http://onlinelibrary.wiley.com/enhanced/doi/10.1002/cnma.201580304/>

Em Janeiro de 2016, a Alexandra Gonçalves rescindiu a sua bolsa, tendo sido contratada pela empresa Bosch Termotecnologia (Aveiro), e a Sónia Carabineiro passou a ser formalmente colaboradora (a 15%) do Centro de Química Estrutural do IST, mantendo a restante actividade (85%) no LSRE-LCM.

A Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (CCDR-N), no âmbito do Programa Operacional Regional do Norte (Norte2020), promoveu o concurso FORMAÇÃO AVANÇADA - *“PROGRAMAS DOUTORAIS”* (AVISO NORTE-69-2015–15), visando reforçar o apoio aos Programas de formação avançada com sede na região, nomeadamente os programas de doutoramento desenvolvidos por Instituições do Ensino Superior já avaliados pela FCT. O PDEQB foi selecionado para financiamento no âmbito deste concurso, com um total de 6 bolsas de doutoramento (Ref.: NORTE-08-5369-FSE-000028). Uma destas bolsas foi atribuída à Ana Raquel Almeida Fernandes para desenvolver o projecto *“Síntese fotocatalítica de compostos de interesse farmacêutico”*, iniciado em Novembro de 2016 sob orientação da Cláudia Silva. Em Fevereiro deste ano tinham já sido admitidos no PDEQB dois doutorandos do LCM, ambos orientados pelo Adrián: Francesco Biancullo, para desenvolver à escala piloto um processo fotocatalítico com membranas para tratamento de águas (o trabalho realizou-se na Adventech, no âmbito do projecto *“ANSWER”*);

e Nuno Moreira, com bolsa do PD-FCT (PD/BD/114318/2016), sobre *“Advanced wastewater treatment: organic micropollutants, human pathogens and antibiotic resistance genes”*.

Entretanto abriu também um concurso para Projectos Estruturados de Investigação, Desenvolvimento e Inovação no âmbito do Programa NORTE2020 (Aviso NORTE-45-2015-02), ao qual o LSRE-LCM submeteu a candidatura *“AIProcMat@N2020 - Advanced Processes and Materials for a Sustainable Northern Region of Portugal 2020”* (em parceria com o IPB). A proposta compreendia duas linhas de investigação: RL1 - *Advanced Processes and Valorisation of Natural Products*; e RL2 - *Clean Environment and Sustainable Energy and Chemicals*. Eu fiquei como coordenador da RL2, onde se incluíam projectos dos Grupos RG3 e RG4 do LA. Estes projectos estavam focados em três temas: Tecnologias ambientais; combustíveis e produtos químicos derivados do Sol e da biomassa; e materiais de carbono nanoestruturados para aplicações em energia e ambiente. O projecto foi aprovado com um orçamento global de 2.534.982,60 €, e teve início em Junho de 2016 (NORTE-01-0145-FEDER-000006). O orçamento aprovado para a FEUP foi de 2.056.018,80 €, financiado à taxa de 85%. Este financiamento foi sobretudo aplicado no reforço da equipa de investigadores. Numa primeira fase foram contratados para o LCM/FEUP: Salomé Soares (investigadora auxiliar, em 1/7/2016) no projecto *“Structured catalysts for environmental applications”*; Natalia Rey Raap (BPD, em 15/6/2016) no projecto *“Biomass conversion into fuels and chemicals using novel bifunctional carbon based catalysts”*; Eliana Sousa da Silva (BPD, em 7/6/2016) no projecto *“Photogeneration of hydrogen by photosynthesis inspired water splitting”*; Marina Enterría González (BPD, em 7/6/2016) no projecto *“Synthesis of heteroatom-doped hierarchical porous carbons for energy storage”*; Mónica Afonso (BPD, em 15/6/2016) no projecto *“Noble metal-free electrocatalysts based on carbon nanostructures for efficient energy conversion in fuel cells”*; e Marta Barbosa (BI, em 7/6/2016) no projecto *“Carbon-based membranes for water desalination and purification”*. No IPB foi contratado Jose Luis Díaz de Tuesta (BPD, em 1/7/2016), para o projecto *“Amphiphilic carbon-based catalysts for oxidation of biphasic liquid systems”*.

Em Maio de 2016 teve início o projecto pós-Doutoral da Rita Ruivo Marques (SFRH/BPD/112046/2015) intitulado: *“Water Circle – Dissemination of scientific knowledge as a prevention strategy in the domain of water preservation: from university research to secondary school students”*, uma inédita parceria entre as Faculdades de Psicologia e de Ciências da Educação e de Engenharia da U. Porto,

com o objectivo de promover a educação ambiental dos estudantes do Ensino Secundário.

O 10º Encontro da Divisão de Catálise e Materiais Porosos decorreu no IST em 19 e 20 de Maio de 2016. A Comissão Organizadora foi presidida pela Filipa Ribeiro, e o programa incluiu duas Plenárias (Avelino Corma e João Rocha) e cinco conferências convidadas (Antoine Daudin, Mariette Pereira, Claudio Ampelli, Beatriz Royo e Fernando Pereira). Além da conferência do Fernando, o LCM apresentou ainda 5 comunicações orais e 7 comunicações em painel. Merece o maior destaque a atribuição do recém instituído “Prémio Ramôa Ribeiro” ao Adrián, que apresentou a respectiva comunicação, *“Breaking bonds for water treatment: A catalysis journey”*. Como corolário deste prémio, o Adrián foi o candidato proposto pela DCMP ao Prémio Investigador Jovem da FISoCAT (Federação Ibero-americana de Sociedades de Catálise). Este prémio foi-lhe efectivamente atribuído, pelo que o Adrián se deslocou posteriormente a Montevideu, a fim de participar no XXV Congresso Iberoamericano de Catálise (18-23 de Setembro), onde apresentou a correspondente Lição Convidada, *“Breaking Bonds for Clean Water: A Catalysis Journey”*. O Adrián foi ainda distinguido com o Prémio Vicente de Seabra 2016, atribuído pela SPQ. E em Junho de 2016 assumiu o cargo de *Associate Editor* da prestigiada revista *Applied Catalysis B: Environmental*.

O Carbocat VII, *7th International Symposium on Carbon for Catalysis* decorreu em Estrasburgo de 12 a 16 de Junho. O LCM esteve presente com 4 comunicações orais (apresentadas por mim, pela Raquel, pela Inês Rocha e pelo Rui Ribeiro) e 3 comunicações em *poster*. O Fernando participou ainda no *6th International Congress on Catalysis, ICC 16* (Beijing, China, 3-8 de Julho); e no *6th EuCheMS Chemistry Congress* (Sevilha, 11-15 de Setembro), onde apresentou a conferência convidada *“Design of carbon materials with tuned surface and textural properties for water treatment”*. Entretanto, o Joaquim Faria participou na Carbon 2016 (State College, PA, USA, 10-15 de Julho). Durante este Congresso realizou-se a reunião do Conselho da *European Carbon Association* (ECA), na qual o Joaquim esteve presente como convidado. Entre outros assuntos, o Conselho aprovou a admissão do Grupo Português do Carbono como membro da ECA, em resposta à solicitação formal que eu tinha enviado em Outubro de 2015.

A Maria José Sampaio concluiu o seu Doutoramento (PDEQB) no dia 4 de Julho, data em que defendeu a sua tese *“Nanostructured Architectures Based on Metal Oxides With Direct Wide Band-Gap for the Engineering of Photocatalytic*

Reactions". Esta tese recebeu também a menção de "Tese Europeia", conferida pela "European Ph.D. School on Advanced Oxidation Processes".¹⁵⁷

Em 1 de Agosto de 2016 teve início uma nova bolsa pós-Doutoral do Sérgio Morales Torres (ref. SFRH/BPD/108981/2015), focando o desenvolvimento de membranas funcionalizadas com derivados do grafeno para dessalinização e tratamento de águas. Mas, entretanto, a sua candidatura ao concurso Investigador-FCT de 2015 foi aprovada, pelo que o Sérgio rescindiu esta bolsa em 31 de Outubro e assinou contrato como Investigador Auxiliar em 1 de Novembro de 2016, para desenvolver o projecto "*Graphene-based membranes for fresh water production*" (ref. IF/00573/2015). O Bruno Machado também foi aprovado no concurso Investigador-FCT de 2015 (IF/00301/2015), tendo iniciado funções como Investigador Auxiliar no LSRE-LCM em Dezembro de 2016.

No âmbito de uma colaboração estabelecida com o Professor Václav Slovák (*University of Ostrava, Czech Republic*) sobre o tema "*Study of the surface oxidation of carbonaceous materials*", proporcionámos um estágio no LCM à doutoranda Gabriela Hotová (de 12 de Setembro a 16 de Dezembro). O trabalho realizado originou a publicação do artigo "*Oxygen surface groups analysis of carbonaceous samples pyrolysed at low temperature*" [*Carbon* 134 (2018) 255-263].

Na sequência do projecto *Cork- α -Tex* (1/1/2014 a 30/6/2015), foi iniciado em Outubro de 2016 o correspondente projecto de demonstração intitulado *Cork- α -Tex Yarn* (POCI-01-0247-FEDER-17714), "Fio com elevada incorporação de cortiça"¹⁵⁸, em que participaram as mesmas entidades. A equipa da FEUP, liderada pelo Fernando, incluiu ainda o José Órfão, a Salomé, e a Patricia Ramalho (bolseira). Entretanto, tinha já sido submetido o pedido de patente nacional "Fio com cortiça incorporada, método de obtenção e seus usos" (PT 109121, Janeiro de 2016), em que o Fernando Pereira, a Salomé Soares e a Patrícia Ramalho fazem parte da lista de autores. A correspondente patente internacional (WO 2017/130170 A1) foi pedida em 3 de Agosto de 2017.

O XXII Encontro Luso-Galego de Química decorreu no Instituto Politécnico de Bragança, de 9 a 11 de Novembro de 2016, sendo a Comissão Organizadora

¹⁵⁷ A Maria José continuou associada ao LCM, primeiro com uma bolsa do projecto IF da Cláudia, depois com bolsas pós-Doutorais do LSRE-LCM (Fev^o 2017-Fev^o 2018), do projecto AIProcMat@N2020 (Março-Julho, 2018), e novamente do LSRE-LCM (a partir de Agosto, 2018).

¹⁵⁸ O orçamento aprovado para a FEUP foi de 61.223,61 €, com uma taxa de financiamento de 75%.

presidida pelo Helder Gomes. O LCM participou neste Encontro com vinte comunicações.

Durante o ano de 2016 recebemos a visita de vários colegas que apresentaram palestras inseridas no nosso programa de “Seminários”: Dangsheng Su (*Institute of Metal Research, Shenyang, China*) “*Ultra-dispersed diamonds and related materials for catalytic applications*” (2 de Fevereiro); Petr Praus (*VŠB-Technical University of Ostrava, Czech Republic*) “*ZnS and ZnO nanomaterials: preparation, modelling and application in photocatalysis*” (28 de Setembro); Václav Slovák (*University of Ostrava, Czech Republic*) “*Thermal analysis in preparation and characterization of carbonaceous adsorbents*” (2 de Novembro); e Bibiana Barbero (*Univ. Nacional San Luis, Argentina*) “*Algunos comentarios sobre óxidos tipo perovskitas y preparación de monolitos para aplicaciones catalíticas*” (8 de Novembro).

Na sua edição de 7 de Maio de 2016, o semanário Expresso publicou uma interessante reportagem intitulada “Professores Nota 20”. Os jornalistas visitaram diferentes faculdades das quatro maiores universidades do país e assistiram a aulas leccionadas pelos Professores preferidos dos alunos. Na FEUP, o José Órfão foi o docente distinguido com a “nota 20”, tendo os repórteres do Expresso assistido a uma aula de Química Física das Superfícies no dia 7 de Abril, em que o tema foi a equação de Gibbs (adsorção nas interfaces). Se a reportagem tivesse ocorrido no 1º semestre, a aula poderia ter sido sobre Catálise... Em qualquer dos casos, o notável desempenho pedagógico do José Órfão é motivo de orgulho para todos nós, e o seu reconhecimento público representou um dos maiores destaques do ano para o LCM, a par com os prémios atribuídos ao Adrián.



Figura 30 - José Órfão, “Professor Nota 20”, explicando a equação de Gibbs para a adsorção. Fotografia de Lucília Monteiro, publicada no semanário Expresso de 7 de Maio de 2016, reproduzida com autorização.

Em Janeiro de 2017 iniciaram-se dois novos projectos em que o Fernando foi o investigador responsável na FEUP, nomeadamente “*TexBoost - Less Commodities more Specialities*” (POCI-01-0247-FEDER-024523), envolvendo a Fábrica Têxtil Riopete S.A. (proponente) mais 42 parceiros; e *UnirCell* (SAICTPAC/0032/2015 - POCI-01-0145-FEDER-016422)¹⁵⁹. Este último projecto tem como objectivo o desenvolvimento de um sistema combinado de célula de combustível e electrolisador (*Unitized Regenerative Fuel Cell*, URFC). A principal tarefa atribuída ao LCM consiste no desenvolvimento de novos electrocatalisadores bifuncionais para as reacções OER/ORR (*oxygen evolution/oxygen reduction*) e HER/HOR (*hydrogen evolution/hydrogen oxidation*). Entretanto, fui convidado para dar uma Lição Plenária sobre “*Catalyst Characterization*” nas 2^{as}. Jornadas Nacionais de Caracterização de Materiais (Univ. Aveiro, 24-26 de Janeiro).

¹⁵⁹ Programa de Ações Conjuntas, PAC, P2020/COMPETE, financiado pela FCT. Participam: Univ. Aveiro (coordenador), FEUP, Requimte e UTAD. O orçamento aprovado para a FEUP foi de 852.160,74 € (LA LSRE-LCM + CEFT). A equipa do LCM inclui, além do Fernando, a Natalia Rey-Raap (contratada como investigadora em Maio de 2018), o Rafael Morais (bolseiro desde Outubro de 2017), a Salomé Soares, eu e o José Órfão.

A Lucília Ribeiro concluiu o seu Doutoramento (PDEQB) em 24 de Fevereiro¹⁶⁰. A sua tese, *“Catalytic conversion of lignocellulosic biomass by hydrolytic hydrogenation”*, foi galardoada com o Prémio Ramôa Ribeiro para a melhor tese de Doutoramento em Catálise, atribuído pela Divisão de Catálise e Materiais Porosos da SPQ em 2018, e ainda com o Prémio PYCA-2018 (*Portuguese Young Chemists Award*), atribuído pelo Grupo de Químicos Jovens da SPQ.

Em 2017 tivemos mais quatro bolsas de Doutoramento atribuídas pela FCT: Marta Barbosa (SFRH/BD/115568/2016, iniciada em 1 de Março), para desenvolver o projecto *“Multi-layer carbon cartridges for determination of EU multi-class organic micropollutants”* com orientação do Adrián, e Liliana Gonçalves (SFRH/BD/128986/2017, iniciada em 1 de Dezembro) sobre *“CO₂ Methanation over Bimetallic Catalysts supported on Carbon Materials with tailored surface properties”*, projecto orientado pelo Fernando em colaboração com o INL, ambas no âmbito do PDEQB; Ana Gorito (SFRH/BD/133117/2017) no tema *“Combining constructed wetlands and advanced oxidation processes for aquaculture farms”* e Joana Pesqueira (SFRH/BD/129757/2017) sobre *“Catalytic Water Treatment Life Cycle Assessment”*, iniciadas em 1 de Setembro e orientadas pelo Adrián no âmbito do PDEA.

Em Março deste ano foi inaugurada a nova *webpage* do LSRE-LCM (<https://lsre-lcm.fe.up.pt/>).

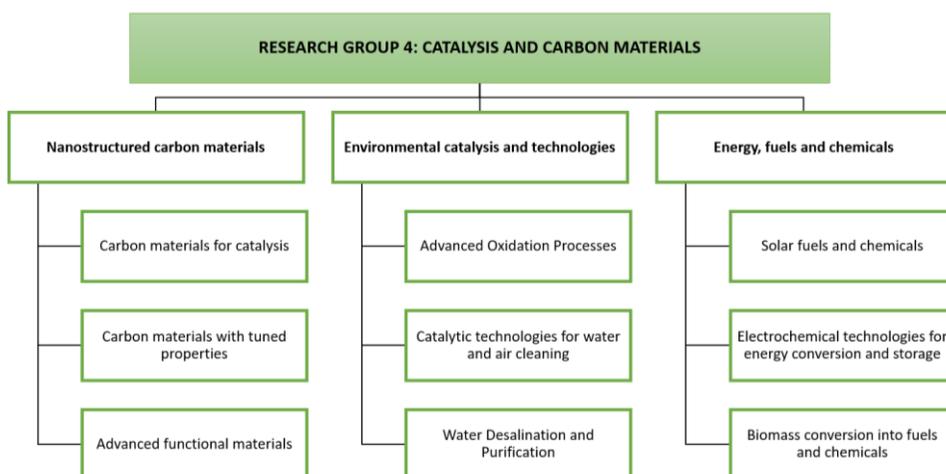


Figura 31 - Áreas e projectos de investigação do LCM em 2017.

¹⁶⁰ A Lucília foi então contratada como bolseira do LSRE-LCM (refª CATBIOR), e subsequentemente do projecto AIProcMat@N2020 (desde 12 de Outubro de 2017).

No que se refere ao Grupo 4 (LCM), as actividades de investigação foram enquadradas em três áreas científicas, cada uma delas subdividida em projectos e sub-projectos (Cf. Fig. 31): 1) Materiais de carbono nanoestruturados; 2) Catálise e tecnologias ambientais; 3) Energia, combustíveis e produtos químicos.

Em 12 e 13 de Junho organizámos no Porto a 1ª Reunião do Grupo do Carbono (I RGC), marcando o início das actividades deste novo Grupo da Sociedade Portuguesa de Química. As Lições Plenárias estiveram a cargo de Nuno Peres (U. Minho), sobre *“Plasmonic effects in graphene”*, e Francisco Rodríguez-Reinoso (U. Alicante), sobre *“The unique versatility of carbon materials”*. O programa Científico incluiu ainda 5 Conferências Convidadas (Maria Jesús Lázaro, Florinda Costa, Peter Carrott, Cristina Freire e Helder Gomes), 13 Comunicações Orais e 80 Comunicações em Painel, 14 das quais foram seleccionadas para apresentação oral *“flash”* por estudantes de doutoramento. O LSRE-LCM organizou também (Porto, 10-14 de Julho) a 2ª *Summer School on “Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes”*, em conjunto com a *Training School on “Advanced Treatment Technologies and Contaminants of Emerging Concern”* (NEREUS COST Action ES1403). Logo depois (16 a 19 de Julho), decorreu na Faculdade de Farmácia da Universidade de Lisboa o XXV Encontro Nacional da SPQ, durante o qual o Adrián apresentou a Lição *“A catalysis journey: breaking bonds for clean water”*, correspondente ao prémio que lhe foi atribuído (Medalha Vicente de Seabra 2016). Eu recebi também o Diploma de Sócio Honorário da SPQ.

A 19ª *International Sol-Gel Conference* decorreu em Liège, Bélgica, de 3 a 8 de Setembro de 2017. A Comissão Organizadora convidou-me para uma Lição Plenária sobre *“Carbon Gels”*, tópico que não tinha estado adequadamente representado nas Conferências anteriores (o convite partiu da Nathalie Job). A minha Lição, *“Carbon gels with tuned properties for catalysis and energy storage”*, foi a Plenária de abertura deste evento. Fui também convidado a escrever um artigo para a revista *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, que foi publicado *on-line* em Março de 2018 [*J. Sol-Gel Sci. Technol.* 89 (2019) 12-20].

Em 31 de Agosto de 2017 rescindiram os seus contratos com a FEUP a Marina Enterría (contratada pelo *“CIC EnergiGUNE”*, Vitoria-Gasteiz), e a Luísa Pastrana (contratada pela Universidade de Granada). O Sérgio saiu em 31 de Outubro, tendo sido igualmente contratado pela Univ. Granada. A Inês Rocha já tinha também rescindido o seu contrato como bolseira da FCT em 28 de Fevereiro, para ingressar na empresa *“Active Aerogels”* (Coimbra).

Em 2017, os nossos colaboradores participaram em diversos Congressos, entre os quais merecem destaque: 8ª *International Symposium on Acid-Base*

Catalysis, Rio de Janeiro, Brasil (Maio, 7-10); *International Symposium on Green Chemistry*, La Rochelle, France (Maio, 16-19); *5th European Conference on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes (EAAOP5)*, Prague, Czech Republic (Junho, 25-29); *2nd International Conference on New Photocatalytic Materials for Environment, Energy and Sustainability*, Ljubljana, Slovenia (Julho, 2-6); *46th IUPAC World Chemistry Congress*¹⁶¹, São Paulo, Brasil (Julho, 9-14); *13th European Congress on Catalysis (XIII-EUROPACAT)*, Florence, Italy (Agosto, 27-31); *9th International Symposium on Nano & Supramolecular Chemistry*, Napoli, Italy (Setembro, 4-7). Pela minha parte, além das Plenárias já referidas (em Aveiro e em Liège), apresentei uma nova comunicação na Academia das Ciências de Lisboa (no dia 6 de Abril), sobre o tema "Síntese e Aplicações de Materiais de Carbono Nanoestruturados".

Recebemos também a visita de Professores estrangeiros, nomeadamente Lofti Belkhiri (Universidade Mentouri de Constantine, Argélia, de Março a Abril), João G. Poço (Centro Universitário FEI, São Bernardo do Campo, SP, Brasil, em 30 de Junho) e Semih Eser (Penn State University, PA, USA, em 31 de Outubro), tendo sido apresentadas as palestras: "*Molecular Modelling*" (L. Belkhiri, 20/4/2017) e "*Carbon: An Element of Technological Revolutions*" (S. Eser, 31/10/2017).

Em 16 de Outubro de 2017 foi submetido ao INPI (Instituto Nacional de Propriedade Industrial) o pedido de patente nacional referente ao "*Waterfisher - Amostrador de águas superficiais*" (PT 110349), de que foram inventores os colaboradores do LCM João Sousa, Ana Rita Ribeiro, Marta Barbosa, Fernando Pereira e Adrián Silva. No âmbito do Aviso17/SI/2015 (Programa COMPETE 2020), a equipa da U.PORTO-INOVAÇÃO, juntamente com a Área de Transferência de Tecnologias do IST (TT@IST) e com os inventores, obteve um financiamento de 36,000.00 € para proteção e valorização económica dos direitos de propriedade industrial associados à patente KET-CAT.

Em Novembro de 2017 o LSRE-LCM procedeu à renovação do seu *Advisory Board*, já que os anteriores membros (Gerhart Eigenberger, Jacob Moulijn, Daniel Tondeur) estavam todos jubilados e tinham pedido para serem substituídos. A nova Comissão ficou constituída por Joeri Denayer (Vrije Universiteit Brussel), Philippe Serp (Institut National Polytechnique de Toulouse) e Andrzej Stankiewicz (Delft University of Technology), e foi convocada para os dias 18 e 19 de Janeiro de 2018, a fim de elaborar o seu parecer sobre o Relatório de Actividades do LSRE-LCM de 2013-2017, tendo em vista o processo de avaliação das Unidades de

¹⁶¹ O Joaquim Faria apresentou aqui a conferência convidada "*Developing performance photocatalysts for technological applications*".

Investigação em curso. Os membros da Comissão anterior foram também convidados a participar nesta reunião, para assegurar uma transição eficiente. Dos seis convocados, apenas não pode estar presente A. Stankiewicz, que posteriormente visitou o LA (em 25 de Julho de 2018). O parecer da Comissão salientou a consolidação da reputação científica internacional do LSRE-LCM, que considerou *“the strongest research unit in its field in Portugal... in terms of scientific production, development of new subjects, creativity, and innovation”*. Este parecer foi anexo ao Relatório submetido à FCT para avaliação em Fevereiro de 2018.

Em 15 de Fevereiro de 2018 tiveram início mais dois projectos de Doutoramento com bolsas atribuídas pelo PD-FCT: Mariana Miranda, *“Behavior and attenuation of microplastics in environmental compartments”* (PD/BD/137730/2018); e João Sousa, *“Monitoring and mitigation of EU multiclass water organic micropollutants”* (PD/BD/137738/2018). Mas o João teve, pouco depois, uma oferta de emprego, e acabou por rescindir a sua bolsa em 24 de Outubro. O Rafael Morais, bolseiro do projecto *UnirCell*, iniciou também o seu Doutoramento no tema *“Noble-metal free carbon-based materials for energy conversion”*.

Entretanto, a FCT divulgou o “Regulamento de atribuição do título de Laboratório Colaborativo (CoLAB)”. Os Laboratórios Colaborativos têm como objetivo principal criar, direta e indiretamente, emprego qualificado e emprego científico em Portugal, através da implementação de agendas de investigação e de inovação orientadas para a criação de valor económico e social. No lote das seis primeiras propostas, aprovadas em Janeiro de 2018, estava incluído o “MORE – Montanhas de Investigação”, liderado pela Isabel Ferreira (IPB). O LSRE-LCM participa neste CoLAB, tendo-me indicado para integrar o respectivo Conselho Científico-Tecnológico, juntamente com o Alírio. Em Novembro de 2018 foi aprovado um segundo lote de candidaturas, incluindo mais dois CoLABs em que o LSRE-LCM participa, nomeadamente o “NET4CO₂ – Rede para uma economia sustentável de CO₂”, de que foi proponente a GALP Energia S.A., sendo coordenador o José Carlos Lopes; e o “ProBioRefinery – Investigação e Inovação em Biorrefinarias”, proposto pelo LNEG, tendo o Fernando participado na elaboração desta candidatura.

Na sequência da redistribuição das áreas de investigação do DEQ para o período 2018-2024, a área atribuída ao LCM aumentou para 315,5 m² (correspondente a um aumento de cerca de 9%). Durante o ano de 2018 ocorreram também diversas alterações a nível da situação contratual da nossa equipa de investigadores. O Adrián foi contratado como Professor Auxiliar do

DEQ em Janeiro, e passou a ter uma maior carga de serviço docente, a somar às suas actividades como investigador e como Editor da revista *Applied Catalysis B: Environmental*. Entretanto, o Governo tinha aprovado um regime de contratação de doutorados destinado a estimular o emprego científico e tecnológico em todas as áreas do conhecimento (DL nº 57/2016, de 29 de Agosto, na redacção dada pela Lei nº 57/2017, de 19 de Julho). Foram contratadas como investigadoras doutoradas nos termos desta legislação a Carla Orge e a Katarzyna Eblagon (em 18 de Setembro), assim como a Ana Rita Lado (em Janeiro de 2019). A FCT abriu também o Concurso de Estímulo ao Emprego Científico na Modalidade de Apoio Institucional – 2018, ao qual a FEUP submeteu uma candidatura contemplando 12 contratos em diferentes modalidades. A Salomé Soares foi contratada como Investigadora Auxiliar em Junho de 2019 no âmbito deste concurso. A Lei do Orçamento do Estado para 2017 tinha determinado a criação de um programa de regularização extraordinária dos vínculos precários na Administração Pública, o PREVPAP. No LCM, apenas a Cláudia ficou abrangida por este mecanismo, mas aguarda-se ainda a sua regulamentação. Espera-se que a situação contratual da Cláudia possa ficar regularizada antes do termo do seu contrato como Investigador-FCT, em 30 de Junho de 2020.

O LCM teve uma elevada taxa de sucesso no Programa P2020-COMPETE - Projetos em Todos os Domínios Científicos, promovido pela FCT, tendo sido aprovados 6 projectos (iniciados em Junho ou Julho de 2018): “Dispositivos foto-electroquímicos microfluídicos para oxigenação do sangue” (POCI-01-0145-FEDER-030674), liderado pela Maria José Sampaio, em colaboração com o INL (financiamento do LCM: 170.686,57 €); “Two-Dimensional Materials for Carbon Dioxide Separation and Conversion” (POCI-01-0145-FEDER-029600), liderado pelo Joaquim Faria (o projecto tinha sido proposto pela Luísa Pastrana, que entretanto deixou o LCM; financiamento do LCM: 234.844,23 €); “Novas técnicas miniaturizadas de preparação de amostra para determinação de micropoluentes em matrizes ambientais” (POCI-01-0145-FEDER-030521), liderado pela Ana Rita Lado Ribeiro (financiamento do LCM: 183.939,36 €); “LED-NETmix: um fotoreator inovador para a intensificação de processos em síntese química” (POCI-01-0145-FEDER-031398), liderado pela Cláudia Silva (financiamento do LCM: 238.568,46 €); “Identifying and interrupting micropollutants of EU concern by using Smart Carbon materials” (NORTE-01-0145-FEDER-031049), liderado pelo Adrián Silva (financiamento do LCM: 219.495,97 €); “Remoção em simultâneo de poluentes orgânicos e inorgânicos das águas” (POCI-01-0145-FEDER-031337), liderado pela Carla Orge (financiamento do LCM: 225.069,40 €). O LCM participou ainda em 5 projectos adicionais, liderados por outras Unidades ou Instituições: “Smart

Textiles for Energy Storage: From New Scalable Fabrication Processes to Wearable Supercapacitor Clothing (POCI-01-0145-FEDER-031271), liderado pelo REQUIMTE (FCUP) e com a colaboração do CITEVE (Fernando Pereira e Salomé Soares, financiamento LCM: 31.250,00 €); *“Simultaneous Treatment of Gas and Liquid Effluents Containing Volatile Organic Compounds by Advanced Oxidation Processes”* (POCI-01-0145-FEDER-029642), liderado pelo LEPABE (Fernando Pereira e Salomé Soares no LCM); *“Abordagens económicas para uma mitigação eficaz de citostáticos de risco em águas Portuguesas”* (POCI-01-0145-FEDER-031297), liderado pelo LEPABE (Adrián Silva no LCM); *“Upcycling Waste Plastics into Fuel and Carbon Nanomaterials”* (POCI-01-0145-FEDER-031439), liderado pelo IPB e com a participação da empresa Resíduos do Nordeste, EIM (Adrián Silva, financiamento do LCM: 40.000,00 €); *“Desenvolvimento de nanomateriais sustentáveis para a purificação de fármacos antileucémicos”* (POCI-01-0145-FEDER-031268), liderado pela Universidade de Aveiro (Cláudia Silva, financiamento do LCM: 60.175,00 €). No âmbito do Programa P2020-COMPETE - Projetos Demonstradores em Copromoção, promovido pela Agência Nacional de Inovação S.A., foi ainda aprovado o projecto *“DEPCAT- Demonstração de novo Equipamento envolvendo Processos CATalíticos integrados para tratamento de poluentes orgânicos e desinfecção de águas”* (NORTE-01-0247-FEDER-033330), iniciado em 1 de Outubro e liderado pela empresa ADVENTECH, sendo responsável na FEUP o Adrián (orçamento aprovado para a FEUP: 204.164,92 €, financiado a 75%). A Sónia Carabineiro conseguiu também um financiamento de 10.000,00 € através do Programa *BIP Proof (Business Ignition Programme* para atribuição de apoios para prova de conceito da Universidade do Porto), tendo em vista o *scale-up* do processo descrito na Patente KET-CAT. Esta verba contribuiu para a aquisição de um aparelho de micro-ondas para o LCM, destinado ao desenvolvimento desta tecnologia (*Microwave Synthesis Reactor, Anton Paar model Monowave 200*, adquirido em 2019 pela quantia de 15.175,74 €).

Nos projectos financiados pela FCT foi imposta a obrigatoriedade de fazer contratos, pelo que alguns dos nossos bolseiros de pós-Doutoramento passaram a investigadores contratados. Foi o caso da Maria José Sampaio (contratada pelo seu próprio projecto, em Agosto de 2018) e da Eliana da Silva (contratada pelo projecto do Joaquim Faria, em Junho de 2019). Foram ainda contratados como investigadores doutorados: Rui Ribeiro (em Novembro de 2018, no projecto do

Adrián); João Restivo¹⁶² (em Janeiro de 2019, no projecto da Carla Orge); Alexandra Maia (em Fevereiro de 2019, no projecto da Ana Rita Lado); e Maria José Lima (em Julho de 2019, no projecto da Cláudia Silva).

O CarboCat VIII (*8th International Symposium on Carbon for Catalysis*) foi organizado pela equipa do LCM no âmbito das actividades do Grupo do Carbono da SPQ (Porto, 26-29 de Junho). O Congresso decorreu na Biblioteca Municipal Almeida Garrett, disponibilizada para o efeito pela Câmara Municipal do Porto, e reuniu 132 delegados de 18 países. O Programa Científico incluiu 3 Lições Plenárias (Graham Hutchings, UK; Krijn P. de Jong, Holanda; Robert Schlögl, Alemanha), 4 *Key-Note Lectures* (Siglinda Perathoner, Itália; Magdalena Titirici, UK; Magnus Rønning, Noruega; Nathalie Job, Bélgica), 33 comunicações orais e 85 *posters*, dos quais 12 foram seleccionados para apresentações orais curtas.



Figura 32 - Participantes do CarboCat-VIII, jardins do Palácio de Cristal, Porto.

Logo na semana seguinte (1 a 6 de Julho) decorreu em Madrid a CARBON 2018 (*The World Conference on Carbon*). O Rui Ribeiro apresentou aí a *Key-Note* “*From nano to macroscale: hybrid magnetic carbon nanocomposites as a tool for catalytic wet peroxide oxidation*”; a Natalia Rey-Raap, a Katarzyna Eblagon e a Raquel Rocha apresentaram comunicações orais. Eu também estive presente, e participei na reunião da ECA, durante a qual foi atribuída a Portugal a organização da Carbon’2027. Ainda no mês de Julho (10 a 13) decorreram no Porto,

¹⁶² Após o Doutoramento, o João Restivo esteve como bolseiro no *University College London*. De 2016 a 2018 exerceu funções como *Senior Chemist* na *Clean Air Division* da empresa *Johnson Matthey*

conjuntamente, a PAOT-4 (*4th International Conference on Photocatalytic and Advanced Oxidation Technologies for the Treatment of Water, Air, Soil and Surfaces*) e a NPM-3 (*3rd International Conference on New Photocatalytic Materials for Environment, Energy and Sustainability*), em cuja organização estiveram envolvidos o Adrián (*Chairman*), o Joaquim Faria e a Cláudia (*co-Chairs*).

Entretanto, recebi um ofício do Presidente da FISoCat (Federação Ibero-Americana de Sociedades de Catálise) dando-me a notícia de que tinha sido distinguido com o “Prémio Investigador Sénior FISoCat 2018” (prémio à trajectória científica em Catálise). O prémio veio acompanhado do convite para apresentar uma Plenária durante o XXVI Congresso Ibero-Americano de Catálise (CICat 2018). Este Congresso decorreu em Coimbra de 9 a 14 de Setembro, e assinalou o 50º aniversário desta série de eventos. A organização esteve a cargo da Divisão de Catálise e Materiais Porosos (DCMP) da SPQ, com o apoio da Universidade de Coimbra e da FISoCat. A Comissão Organizadora foi presidida pelo Helder Gomes, e incluía mais dois colaboradores do LCM (Adrián Silva e Joaquim Faria). Eu e o Fernando Pereira fizemos parte da Comissão Científica; o Bruno Machado, a Raquel Rocha, o Rui Ribeiro e o José Diáz de Tuesta integraram a Comissão Local. Além das Lições Plenárias (Avelino Corma, Fábio Passos, Sónia Moreno e S. Ted Oyama) e *Key-Notes* (Carmen Claver, Eduardo Falabella, Eduardo Miró, Gabriela Díaz Guerrero, Miguel Bañares, Roberto Rinaldi e Hugo Carabineiro), o programa incluiu ainda uma Lição Histórica comemorativa, “*Apuntes históricos sobre los Congresos Iberoamericanos de Catálisis en su 50 aniversario*”, que foi apresentada por Joaquín Pérez Pariente (CSIC, Madrid), e a minha Lição Plenária “Carbocatálise: Nanoestruturas à medida”, correspondente ao Prémio FISoCat Sénior. Foram apresentadas catorze comunicações do LCM, cinco orais e nove em *poster*. Destaque para a comunicação oral da Lucília Ribeiro, “Valorização catalítica de biomassa lenhocelulósica por hidrogenação hidrolítica”, inserida na “Sessão Ramôa Ribeiro” e correspondente ao prémio para a melhor tese de Doutoramento em Catálise, que lhe foi atribuído pela DCMP da SPQ. Tal como tinha acontecido em Málaga, 10 anos antes, fui contactado por alguns colegas brasileiros que pretendiam adquirir o livro de Catálise Heterogénea. Levei os exemplares da 3ª Edição que ainda me restavam, outros foram adquiridos na FNAC; e lá dei mais uma sessão de autógrafos...

O nosso grupo participou ainda em mais dois Congressos em que habitualmente marca presença: o SPEA-10 (*10th European Meeting on Solar Chemistry and Photocatalysis: Environmental Applications*), em Almería, de 4 a 8 de Junho; e a 41ª Reunião Ibérica de Adsorção, que desta vez se realizou

conjuntamente com o 3º Simpósio Ibero-Americano de Adsorção (IBA-3), em Gijón, de 5 a 7 de Setembro.

Eu tinha também recebido um convite para participar no 85th *IUVSTA Workshop on Nanoporous Materials for Green Energy Conversion and Storage*, organizado pela Montanuniversität Leoben (Áustria), em colaboração com as Universidades de Belgrado e de Chipre, e com o patrocínio da *International Union of Vacuum Science, Technique and Applications* (IUVSTA). Este convite partiu da Biljana Babic (Vinca Institute of Nuclear Sciences, Belgrado), com quem tínhamos anteriormente tentado estabelecer uma colaboração no âmbito do acordo de Cooperação Transnacional com a Sérvia (concurso 2015-2016). Fui também convidado para escrever um artigo para o número especial da revista *Surface and Coatings Technology* (Elsevier) dedicado ao evento. Acabei por propor o tema “*Nanostructured porous carbons for electrochemical energy conversion and storage*”, e o artigo foi publicado *on-line* em Julho de 2018 [*Surface and Coatings Technology*, 350 (2018) 307-312]. Entretanto, o *Workshop* tinha sido agendado para 14-19 de Outubro de 2018, em Schloss Seggau (Leibnitz), na Áustria. Contudo, depois do CICat, comecei a não me sentir na melhor das formas para viajar, e recordei-me dos problemas de saúde que tinha tido em 2013... Foi então que, providencialmente, a Marina Enterría resolveu vir ao Porto matar saudades e visitar os seus amigos do LCM, e eu aproveitei para lhe pedir que me substituísse na Áustria. A Marina ficou encantada com a ideia; e após aprovação dos seus chefes e dos organizadores, foi ela quem participou no *Workshop*, onde apresentou a conferência “*Nanostructured porous carbons for electrochemical energy storage*”.

Concluíram-se em 2018 mais quatro Doutoramentos no âmbito do PDEQB: Raquel Pinto Rocha¹⁶³, em 28 de Março; a sua tese, “*Carbon Catalysts for Liquid Phase Reactions*”, foi posteriormente distinguida com o 2º lugar no concurso para o “*2019 Carbon Journal Prize*” atribuído pela Elsevier. Rui Sérgio da Silva Ribeiro, em 9 de Julho; a sua Tese, “*Synthesis of Hybrid Magnetic Carbon Nanocomposites for Catalytic Wet Peroxide Oxidation*”, recebeu o Prémio “*Best PhD thesis of 2018*”, atribuído pela *International PhD School on Advanced Oxidation Processes*. Maria Margarida Linhares de Andrade Rocha e Silva, em 8 de Outubro, com a tese “*Nitrogen-doped graphene as metal-free carbon-nanocatalysts*”. Raquel Oliveira Rodrigues, em 21 de Dezembro; a sua tese, “*Magnetic carbon nanostructures and*

¹⁶³ Depois do Doutoramento, a Raquel teve uma bolsa de investigação do LSRE-LCM, até ser integrada no projecto AIProcMat@N2020 como bolseira pós-Doutoral (em 3 de Julho de 2018).

study of their transport in microfluidic devices for hyperthermia”, venceu a “*Fraunhofer Best Portuguese PhD Thesis competition in Biomedical Engineering*”. Este prémio foi atribuído pela Sociedade Portuguesa de Engenharia Biomédica durante a Conferência 15th MEDICON (Coimbra, 26-28 de Setembro, 2019).

E, para terminar o ano em beleza, o Prémio de Excelência Científica (FEUP) referente ao ano de 2018 foi atribuído ao Fernando Pereira.

O contrato da Sónia como Investigadora Principal terminou em Dezembro de 2018, data em que cessou o seu vínculo à FEUP e ao LSRE-LCM. Actualmente está integrada no Centro de Química Estrutural do Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa. O trabalho que desenvolveu em colaboração com o grupo do IST (Armando Pombeiro) originou, neste período, dez publicações em revista, três das quais foram destacadas nas respectivas capas:

[*Chem. Asian J.* 12 (2017) 1915]

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/asia.201700839>;

[*ChemCatChem* 10 (2018) 1804]

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/cctc.201800575>;

[*ChemCatChem*, 10 (2018) 1821]

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/cctc.201800568>.

Das restantes publicações da Sónia (entre 2014 e 2018) merecem ainda destaque dois artigos que foram classificados como “*Highly cited papers*” (*Web of Science*): *Applied Catalysis B: Environmental*, 230 (2018) 18; e *ACS Applied Materials & Interfaces*, 6 (2014) 16449.

Houve também um trabalho da Eliana destacado em capa de revista [*ChemSusChem*, 16 (2018) 2639]:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/cssc.201801789>.

Iniciámos o ano de 2019 com sentimentos divididos relativamente à iminente avaliação das Unidades de I&D promovida pela FCT. O colega José Alberto Ferreira Gomes (que foi Secretário de Estado do Ensino Superior e da Ciência no XX Governo), tinha escrito a este propósito um interessante artigo intitulado “*Ciência: Avaliação das unidades ou concurso de beleza?*” (*Observador*, 17 Oct 2017). O Guião de Avaliação proibia taxativamente a inclusão de quaisquer indicadores bibliométricos nas candidaturas, solicitando antes a indicação de um conjunto de 15 publicações que cada Unidade considerasse mais relevantes. Eram ainda disponibilizados os CVs de 10 membros integrados. Considerando o número e dimensão das Unidades que cada painel deveria avaliar, questionou-se logo a sua capacidade para examinar em detalhe toda esta informação...

A visita da equipa de avaliadores do painel *ENGINEERING SCIENCES AND TECHNOLOGIES - Chemical and Biological Engineering, and Environmentally*

Sustainable Chemistry decorreu no dia 2 de Abril das 9:00 às 12:00 horas. Foram avaliadores: Guy B. Marin (Chair), Angeliki Lemonidou, Enrico Tronconi, Jesus Santamaria e Anne S. Meyer. O resultado da avaliação chegou em finais de Junho, e constituiu uma enorme decepção: das seis unidades avaliadas por este Painel, quatro obtiveram a classificação de “Excelente”, mas o LSRE-LCM apenas obteve Muito Bom. Pela primeira vez o LSRE-LCM não foi considerado “Excelente”. Mas foi sobretudo a análise comparativa dos relatórios de avaliação das seis unidades que nos deixou indignados. Com efeito, verificámos que noutras unidades foram considerados diversos indicadores bibliométricos, em clara violação das regras impostas pela FCT: *“Applicants were instructed not to include bibliometric information in the submitted applications...”* (pág. 7 do Guião). Acresce que, a serem permitidas as métricas, tal só nos favoreceria! Por exemplo, o Painel escreveu a propósito do LEPABE: *“In fact, they have resulted not only in many high-quality publications (663 in total in 2013-2017, 86% in ranked Q1 and Q2 journals with 5374 cumulative citations)”*; enquanto que, para o LSRE-LCM, reconhecendo embora a excelência dos resultados obtidos (*“the excellent valorization of the income which is realized with the number of young students trained for their PhD, the number of publications which are highly considered in the chemical engineering field and the patents applications”*), acabou por recomendar *“to aim for publication in higher tier journals”*. Esta é uma recomendação totalmente absurda; as nossas métricas, se tivessem sido consideradas, mostrariam que não só a nossa produtividade é maior em termos absolutos (697 artigos) e ainda em número de publicações por doutor integrado, como também o número de citações (>13.000) e a qualidade das revistas em que publicamos (85% em Q1; 97% em Q1+Q2; cerca de 10% em revistas com IF>10) não têm rival no conjunto das unidades avaliadas¹⁶⁴.

Evidentemente, foi interposto recurso; mas estes resultados vieram demonstrar a pertinência das dúvidas levantadas pelo colega Ferreira Gomes, que aliás voltou ao tema no artigo “Avaliação FCT: Como agradar a gregos e a troianos” (Observador, 9 de Julho de 2019): *“Apesar da proibição estrita do*

¹⁶⁴ Além do LEPABE, as outras três unidades “Excelentes” tiveram as seguintes referências, em termos de métricas: *“over 550 international peer reviewed papers, 60% in Q1, 80% in Q1+Q2. The impact of the published work during 2013-2017 is good. Top impact publications are almost absent”* (CBBQF@UCP); *“1250 published in 2013-17, i.e. 250 per year or around 2.5 per PhD). In addition 62% of these publications were in Q1 journals”* (CEB-UM); *“The iBB has published with high impact during several years, but there is room for further improvement of the scientific output in particular targeting Q1 publications”* (IBB@IST).

recurso a qualquer tipo de métricas na avaliação de 2018, a verdade é que elas foram discricionariamente solicitadas pelos painéis, fornecidas pelos coordenadores e referidas como elemento de avaliação nos relatórios. Esta foi a pior das soluções imagináveis. Usaram-se métricas, mas sendo recolhidas e construídas por cada uma das unidades não são comparáveis”. Também o colega Miguel Castanho (UL) escreveu sobre o assunto (Visão, 9 de Julho de 2019): “Recentemente, a avaliação das instituições de investigação (Centros, Institutos, Laboratórios...) veio, de novo, trazer à tona as fragilidades de um sistema confuso onde a cultura de rigor não se impõe (.....) Acresce que muitos avaliadores recorreram a parâmetros bibliométricos que as regras proibiam, criando uma fragilidade jurídica em todo o concurso que é muito delicada e perigosa”.

Em resultado da avaliação, foi proposto um financiamento base de 945 k€ para o período 2020-2023, um financiamento programático de 420 k€ para a contratação de dois novos investigadores, e ainda 4 bolsas de Doutoramento. Isto é manifestamente insuficiente para uma unidade que vem sendo considerada, há vários anos, *“the strongest research unit in its field in Portugal ...”*.

No dia 11 de Abril de 2019 foi constituída a associação sem fins lucrativos “BIOREF – Laboratório Colaborativo para as Biorrefinarias”, que teve como sócios fundadores 7 membros da academia (LNEG, U Porto, IST, UM, UNL, UA, FCUL e IPL) e 8 do tecido empresarial: Raiz/Navigator, Galp-Energia, Tratalixo, A4F-Algafuel, Sysadvance, Biogold/DouroGas, BLC3 Evolution e Solvay. O Fernando Pereira ficou como representante da U Porto neste laboratório colaborativo, assumindo as funções de Primeiro Secretário da Assembleia Geral.

Em Maio, o produto *“Cork-A-Tex Yarn”* (fio com elevada incorporação de cortiça) foi contemplado com o *“Techtextil Innovation Award 2019”* na categoria de *“new material”*; este é considerado um dos mais importantes prémios do mundo em inovação de têxteis técnicos. Recebeu ainda o Prémio Inovação do *“Portugal Home week”*, que decorreu de 26 a 27 de Junho no Centro de Congressos da Alfândega do Porto.

Em Agosto foi publicado na revista *PLOS-Biology* um artigo intitulado *“A standardized citation metrics author database annotated for scientific field”* [<https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000384>], de que é autor correspondente o Professor John P. A. Ioannidis (Universidade de Stanford, USA), no qual é disponibilizada uma base de dados dos 100.000 cientistas mais citados em todas as áreas, compilada a partir da plataforma SCOPUS (que abrange mais de 6 milhões de autores). Os cientistas foram elencados com base num indicador composto que inclui o número total de citações (sem auto-citações), índice-h, índice-hm (Schreiber) corrigido relativamente às co-autorias, citações de artigos

em que é autor único, citações de artigos em que é 1º ou único autor, e citações de artigos em que é 1º, único ou último autor. A metodologia usada foi descrita em detalhe num artigo publicado em 2016 [<https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002548>]. Nesta base de dados (Tabela S4 do artigo de 2019, em que são analisadas todas as publicações registadas na plataforma Scopus desde Janeiro de 1996 até final de 2018) estão referenciados 105.000 autores de todas as áreas científicas (<http://dx.doi.org/10.17632/btchxktzyw.1#file-bade950e-3343-43e7-896b-fb2069ba3481>). No *Top 25%* encontram-se 24 cientistas com afiliação portuguesa, sendo quatro da Universidade do Porto. Eu (# 16.868) e o Alírio (# 21.341) somos os dois primeiros da UP. Infelizmente, a nossa destacada posição neste *ranking* não pesou na decisão dos avaliadores do LSRE-LCM.... Note-se que também eles estão incluídos entre os 100.000, embora em posições mais modestas: A.S. Meyer (# 36.890); E. Tronconi (# 54.820); A. Lemonidou (# 70.937) e Guy Marin (# 82.472).

Em 2019 foram admitidos no PDEQB cinco novos doutorandos orientados pelos nossos colaboradores: Hanane Boumeriame, doutoramento em cotutela com a Universidade de Abdelmalek Essaadi (Marrocos), iniciado em Fevereiro no tema "*Development of a novel family of catalysts for hydrogen generation in solar applications*" (orientação do Joaquim Faria); Isabel Barbosa e Joana Lopes (bolseiras do projecto LED-NETmix) sobre os temas "*Design and simulation of structured photoreactors*" e "*Photocatalytic valorization of biomass as value-added chemicals and fuels*", respectivamente (com início em Setembro e orientação da Cláudia); Maria Amélia Barros (bolsa SFRH/BD/145014/2019, iniciada em Outubro) no tema "*Photoactivated metal-free smart textiles with self-cleaning and antibacterial properties*", orientada pelo Joaquim Faria; e André Torres Pinto (bolsa SFRH/BD/143487/2019, iniciada em Novembro) no tema "*Smart conception of photocatalytic carbon membranes for water treatment*", com orientação do Adrián. A Patrícia Ramalho também obteve uma bolsa da FCT (SFRH/BD/149838/2019), mas só vai iniciar o seu projecto "*Catalisadores à base de carbono para a redução catalítica do óxido nítrico (NO)*" em Março de 2020, com orientação da Salomé Soares.

Concluíram-se também quatro Doutoramentos no âmbito do PDEQB: Maria José Lima, "*Selective photocatalytic conversions integrated on a continuous-flow microfluidic process*" (6/2/2019); Diogo Santos, "*Development of structured catalysts for pollution control*" (27/5/2019); Marta Pedrosa, "*Graphene-based catalytic membranes for water treatment*" (20/9/2019); e Francesco Biancullò,

*“Lab to pilot-scale photocatalytic treatment of antibiotics, antibiotic resistant bacteria and antibiotic resistance genes” (11/10/2019).*¹⁶⁵

Em Setembro iniciou-se o projecto *“SED - Porous carbon materials for Solar photoElectrolytic Disinfection”*, correspondente a uma *Individual Fellowship* (IF) atribuída a Inmaculada Velo Gala, no âmbito das *Marie Skłodowska-Curie actions* (MSCA) do Programa H 2020 da União Europeia. O projecto (financiamento: 147.815,00 €) será desenvolvido no LCM, sob responsabilidade do Joaquim Faria. Neste ano foram ainda aprovados dois projectos em co-promoção (a iniciar em Novembro) em que colaboram investigadores do LCM: *“VERPRAZ: Valorização Energética e tratamento de Resíduos da Produção do azeite”* (NORTE-01-0247-FEDER-39789), sendo proponente a empresa ADVENTECH, e em que colabora o Adrián; e *“RFProTex: Innovative Textiles for Radiofrequency Radiation Protection”* (POCI-01-0247-FEDER-39833), sendo proponente a empresa Cottonanswer SA, em colaboração com CITEVE, Requimte, FCUP e FEUP. O Fernando é o Investigador Responsável na FEUP, com um orçamento aprovado no valor de 71.805,26 € financiado a 75%.

Neste ano participámos em diversos Congressos Internacionais, dos quais se destacam: ISGC 2019 (*Green Chemistry*), La Rochelle, 13-16 de Maio; 6th *European Conference on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes*, EAAOP-6, Portorose, Slovenia, 26-30 de Junho; Carbon’2019, *World Conference on Carbon*, Lexington (KY), USA, 14-19 de Julho, e o seu *Satellite Symposium “Beyond Adsorption II”* (New York, 20 de Julho); EuropaCat 2019, 14th *European Congress on Catalysis*, Aachen, 18-23 de Agosto; *The 12th European Congress of Chemical Engineering*, ECCE12, Florença, 15-19 de Setembro; 5th *International Congress on Catalysis for Biorefineries*, CatBior V, Turku (Finlândia), 23-27 de Setembro; e 8th *International Conference on Carbon for Energy Storage and Environment Protection*, CESEP’2019, Alicante, 20-24 de Outubro.

2019 foi o Ano Internacional da Tabela Periódica; o seu 150º aniversário foi celebrado em vários eventos, nomeadamente no XXVI Encontro Nacional da SPQ, que decorreu de 24 a 26 de Julho no Porto. A Academia das Ciências de Lisboa também organizou uma série de palestras sobre a Tabela Periódica, distribuídas por quatro temas: Catálise e a Tabela Periódica; Carbono: Elemento Essencial; Centros Metálicos em Estruturas Supramoleculares e Biológicas; Matemática e a

¹⁶⁵ A Maria José Lima rescindiu o seu contrato (projecto LED-NETMIX) em 11 de Outubro, e foi para a UMinho (Guimarães) como bolsreira; o Diogo foi contratado pelo projecto UNIRCELL; e a Marta Pedrosa teve uma bolsa do LSRE-LCM para continuar a desenvolver o seu trabalho. O Francesco regressou a Itália, onde tem emprego.

Tabela Periódica. Eu participei nestas sessões, tendo apresentado no dia 10 de Outubro uma comunicação intitulada: *“The Versatility of Carbon: Custom-Made Nanostructures”*.

Neste período [2014-2019], o LCM publicou 317 artigos em revista, incluindo 11 que foram classificados como *“Highly cited papers”* (*Web of Science*), e ainda 11 capítulos em livros. Recebemos 35 estudantes de 18 países em programas de intercâmbio, e iniciámos novas colaborações científicas com Marrocos (Universidade de Abdelmalek Essaadi), Polónia (Universidade Adam Mickiewicz, Poznan) e República Checa (Universidade de Ostrava).

No final de 2019 deixa formalmente de existir o pólo do IPB, uma vez que os seus investigadores foram já integrados numa nova unidade, o Centro de Investigação de Montanha (CIMO). Mas a colaboração com o LSRE-LCM continuará certamente a decorrer com normalidade.



Figura 33 - Docentes, investigadores doutorados e colaboradores do LCM (4 de Dezembro, 2019).

7. SUMÁRIO E PERSPECTIVAS

Chego ao fim deste meio século de actividade com o sentimento do dever cumprido. Desde o momento em que decidi abraçar a carreira académica, dediquei-me a ela a tempo inteiro e em exclusividade; e, como agora se diz, “vesti a camisola da FEUP”, tendo procurado sempre prestigiar a minha Universidade. Quando regresssei de Londres, após a conclusão do Doutoramento, tive a sorte de ingressar no Centro de Engenharia Química (CEQ), um oásis de (relativa) tranquilidade no meio da confusão reinante na Universidade, nos tempos conturbados do “PREC”. Apesar de todas as limitações, numa época em que o investimento na investigação científica era irrisório, o CEQ permitiu-me criar uma linha de investigação (“Linha 3 - Catálise Heterogénea”) onde se formaram os meus primeiros colaboradores, proporcionando-nos o apoio necessário à introdução da Catálise no currículo da Engenharia Química. As dificuldades foram imensas, nesses primeiros anos, não só em termos de financiamento (escasso, acrescido da limitação às importações), mas também no acesso à bibliografia (tínhamos que recorrer à consulta do *Current Contents*, que semanalmente publicava os índices das revistas das diferentes áreas científicas, e depois solicitávamos *reprints* aos autores ou encomendávamos fotocópias à *British Lending Library*) e a equipamentos mais sofisticados (recorde-se que o primeiro microscópio electrónico de varrimento da UP só entrou em funcionamento em 1981, e o XPS só ficou disponível dez anos mais tarde). Mas a maior limitação era mesmo a escassez de “mão de obra”, pois não havia então qualquer programa de bolsas de investigação no País. Apesar destes constrangimentos, a Linha 3 do CEQ teve um desempenho bastante meritório.

O Laboratório de Catálise e Materiais (LCM) surge oficialmente em 1994 (a designação já era usada informalmente desde 1990/91), sucedendo à Linha 3 do CEQ, da qual herdou todo o seu “património genético”, assumindo desde logo, como foco principal da sua actividade, a investigação em Catálise e Carbono, nomeadamente nos temas em que estas duas áreas científicas se intersectam. Como exemplo destes projectos, podemos referir a utilização de catalisadores na produção de fibras e filamentos de carbono por CVD, e a aplicação de materiais de carbono em catálise, quer como suporte de fases activas, quer como catalisadores isentos de fases metálicas. O LCM esteve inicialmente integrado no “IMAT-Núcleo FEUP” (1994-1999); depois passou a ser uma unidade independente (2000-2004); e está integrado no Laboratório Associado LSRE-LCM desde 2005. Nos seus 25 anos de actividade, o LCM foi pioneiro na investigação de vários temas, entre os quais se destacam: a funcionalização de materiais de

carbono, e a caracterização dos grupos funcionais oxigenados por TPD; a imobilização de complexos metálicos com actividade catalítica em materiais de carbono, permitindo a sua “heterogeneização”; a utilização de materiais de carbono como catalisadores, sem fases suportadas (carbocatálise); e o desenvolvimento de processos avançados de oxidação em presença de materiais de carbono. Os resultados alcançados nestas áreas posicionaram o LCM como grupo de referência a nível internacional, e constituem um sólido alicerce para o desenvolvimento de novos projectos, como aliás já se tem vindo a verificar nos últimos cinco anos. É o caso da produção fotocatalítica de hidrogénio e da redução fotocatalítica de dióxido de carbono para obter produtos químicos ou combustíveis (*solar fuels*), para o que desenvolvemos materiais nanoestruturados à base de grafeno ou nitreto de carbono grafitico; dos electrocatalisadores isentos de metais nobres e dos eléctrodos de carbono com porosidade controlada para conversão e armazenagem de energia; da conversão da biomassa em produtos de elevado valor acrescentado por processos de oxidação e hidrogenação com catalisadores multifuncionais; da utilização de membranas catalíticas para tratamento e purificação de águas; e ainda o desenvolvimento de têxteis funcionais. O nosso *know-how* em carbono e catálise são garantia de sucesso para enfrentar estes novos desafios.

Convém aqui recordar alguns marcos importantes no desenvolvimento da Catálise em Portugal. O primeiro foi sem dúvida o 5º Simpósio Iberoamericano de Catálise, que decorreu em Lisboa em 1976. Foi neste evento que se estabeleceram muitas colaborações internacionais que foram essenciais para o desenvolvimento dos dois grupos que então despontavam no IST e na FEUP. O segundo foi a criação do Curso de Mestrado em Química dos Processos Catalíticos no IST, em 1981, onde se formaram várias dezenas de estudantes que hoje integram, como docentes ou investigadores, os principais grupos com actividade na área da Catálise. Igualmente relevante foi a criação da Divisão de Catálise no âmbito da SPQ, em 1991, (actualmente designada por Divisão de Catálise e Materiais Porosos, DCMP); os Encontros que vem organizando regularmente, desde 1993, são um fórum privilegiado para a troca de saberes e experiências; e o prémio Ramôa Ribeiro, recentemente instituído, constitui um excelente incentivo para os investigadores mais jovens. Outro evento marcante foi o Curso Integrado de Catálise, organizado segundo o modelo preconizado pela ERA-Net “ACENET” e que decorreu durante várias semanas em Coimbra, em 2006, tendo sido frequentado por 50 estudantes. Seria certamente interessante repetir esta experiência; aqui fica o desafio para quem o quiser aceitar.

O LCM (e a “Linha 3” do CEQ, que o antecedeu) esteve presente em todas estas frentes, promovendo o ensino e a investigação em Catálise. Mas creio que o nosso legado mais relevante terá sido o livro “Catálise Heterogénea” que eu e o Fernando Ramôa Ribeiro publicámos em 1989, com a ajuda dos nossos colaboradores, que já vai na 3ª Edição e continua a ser um texto de referência para o ensino da Catálise.

Gostaria ainda de salientar um aspecto que considero francamente positivo, e que faz parte da nossa missão: temos conseguido proporcionar condições adequadas aos nossos colaboradores para desenvolverem com sucesso as suas carreiras de investigação, como sucedeu com o Adrián Silva e com a Sónia Carabineiro (Investigadores Principais nos Concursos FCT), e com a Cláudia Silva, a Luísa Pastrana e o Sérgio Morales Torres (Investigadores Auxiliares nos Concursos FCT). Outro resultado que nos deixa orgulhosos é o número crescente de Teses de Doutoramento distinguidas com prémios nacionais e internacionais, como foi o caso da Salomé Soares (2010), da Alexandra Gonçalves (2013), da Lucília Ribeiro (2017), da Raquel Rocha (2018), do Rui Ribeiro (2018) e da Raquel Rodrigues (2018).

Embora integrado no Laboratório Associado, o LCM não se desagregou; actualmente constitui o Grupo 4 (RG#4) do LSRE-LCM, e representa cerca de 40% da Unidade, em termos de membros doutorados. Convém notar que o LCM tem um *staff* altamente qualificado e prestigiado; qualquer uma das métricas usuais (índice h; índice K) comprovará que os membros do LCM que pertencem ao corpo docente da FEUP estão bem acima da média dos seus pares...

A recente criação dos CoLabs, o novo regime de contratação de investigadores, e o eventual alargamento do Laboratório Associado para incorporar outras Unidades de Investigação do DEQ, vão certamente colocar importantes desafios. Estou certo de que quem me suceder na liderança do grupo terá a sabedoria necessária para lidar com estas e outras situações, e para conduzir o LCM na demanda de novos patamares de excelência. Na hora de passar o testemunho, faço votos para que os próximos 50 anos sejam ainda melhores do que os anteriores!

ANEXOS

PRODUÇÃO CIENTÍFICA DA LINHA 3 – CATÁLISE HETEROGÊNEA @ CEQ [1975 – 1993]

LIVROS

1. J.L. Figueiredo, C.A. Bernardo, R.T.K. Baker, K.J. Hüttinger (Editors), “Carbon Fibers, Filaments and Composites”, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1990. ISBN: 0-7923-0602-3.
2. J.L. Figueiredo, F. Ramôa Ribeiro, “Catálise Heterogênea”, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1989 (352 páginas). Depósito Legal nº 22490/88.
3. J.L. Figueiredo, J.A. Moulijn (Editors), “Carbon and Coal Gasification”, Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, 1986. ISBN 90-247-3286-7.
4. J.L. Figueiredo (Editor), “Progress in Catalyst Deactivation”, Martinus Nijhoff Publishers, The Hague, 1982. ISBN 90-247-2690-5.

ARTIGOS EM REVISTA

1. F. Margarido, J.P. Martins, M.O. Figueiredo, M.H. Bastos, Refining of Fe-Si Alloys by Acid Leaching, *Hydrometallurgy*, 32 (1993) 1-8.
2. F. Margarido, J.P. Martins, A. Gonçalves, M.O. Figueiredo, M.H. Bastos, Kinetics of Acid Leaching Refining of an Industrial Fe-Si Alloy, *Hydrometallurgy*, 34 (1993) 1-11.
3. F. Margarido, J.P. Martins, A. Gonçalves, M.O. Figueiredo, Microstructure vs Casting Processes in the Fe-Si-Ca-Al System, *Materials Science and Engineering A*, 173 (1993) 115-118.
4. J.I. Martins, A.M.C. Santos, Deposição Autocatalítica de Ligas Cobre-Cobalto em Banhos de Hipofosfito, *Portugaliae Electrochimica Acta*, 11 (1993) 139-142.
5. J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, “Simulation of dynamical thermogravimetric curves - single and complex reactions”, *Thermochimica Acta*, 217, 151-173 (1993).
6. J.L. Figueiredo, M.L.G.O.M. Pinto, J.J.M. Órfão, “Adsorption of propene and coke formation on a cracking catalyst (FCC)”, *Applied Catalysis A: General*, 104, 1-9 (1993).
7. M. Alves dos Reis, Waste lubricating oil rerefining by extraction-flocculation .3. A pilot-plant study. *Ind. Eng. Chem. Res.* 30 (1991) 2449-2456.
8. M. Alves dos Reis, V. Beleza, Utilization of leather waste - animal feedstuff from chrome shavings. Part 2. A model for the hydrolysis kinetics. *Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists*, 75 (1991) 45-47.
9. M. Alves dos Reis, V. Beleza, Utilization of leather waste - animal feedstuff from chrome shavings. Part 1, Pilot-plant study. *Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists*, 75 (1991) 15-19.
10. M. Alves dos Reis, M.S. Jerónimo, Waste lubricating oil rerefining by extraction-flocculation. 2. A method to formulate efficient composite solvents. *Ind. Eng. Chem. Res.* 29 (1990) 432-436.
11. J.M. Encinar, C. Valenzuela, A. Bernalte, J.L. Figueiredo “Pirolisis de residuos de madera”, *Afinidad*, 47, 207-211 (1990).

12. S.S. Alves, Simple estimation of the temperature error in thermogravimetric experiments, *Thermochimica Acta*, 157 (1990) 249-257.
13. S.S. Alves, J.L. Figueiredo, "Kinetics of cellulose pyrolysis modelled by three consecutive first-order reactions", *J. Anal. Appl. Pyrolysis*, 17, 37-46, (1989)
14. J.L. Figueiredo, J.J.M. Órfão, "Carbon deposits on metal catalysts-Mechanisms of formation and gasification", *Catalysis Today*, 5, 385-393 (1989).
15. S.S. Alves, J.L. Figueiredo, "Interpreting isothermal thermogravimetric data of complex reactions: Application to cellulose pyrolysis at low temperatures" *J. Anal. Appl. Pyrolysis*, 15, 347-355 (1989)
16. J.L. Figueiredo, C. Valenzuela, A. Bernalte, J.M. Encinar, "Pyrolysis of olive wood", *Biological Wastes*, 28, 217-225 (1989)
17. J.L. Figueiredo, C. Valenzuela, A. Bernalte, J.M. Encinar, "Pyrolysis of holm-oak wood: Influence of temperature and particle size", *FUEL*, 68, 1012-1016 (1989)
18. J.M. Encinar, C. Valenzuela, A. Bernalte, J.L. Figueiredo "Pirolisis catalizada de madera de encina. Estudio cinético", *Afinidad*, 46, 401-406 (1989)
19. J.L. Figueiredo, "Filamentous carbon", *Erdöl und Kohle, Erdgas, Petrochemie*, 42, 294-297 (1989)
20. M.C.A. Ferraz, Micropore volume determination in activated carbons, *FUEL*, 68 (1989) 635-640.
21. S.S. Alves, J.L. Figueiredo, "A model for pyrolysis of wet wood", *Chem. Eng. Sci.*, 44, 2861-2869, (1989)
22. M. Alves dos Reis, M.S. Jerónimo, Waste lubricating oil rerefining by extraction-flocculation. 1. A scientific basis to design efficient solvents. *Ind. Eng. Chem. Res.* 27 (1988) 1222-1228.
23. S.S. Alves, J.L. Figueiredo, "Pyrolysis kinetics of lignocellulosic materials by multistage isothermal thermogravimetry", *J. Anal. Appl. Pyrolysis*, 13, 123-134 (1988)
24. M.C.A. Ferraz, Preparation of activated carbon for air pollution control, *FUEL*, 67 (1988) 1237-1241.
25. J.L. Figueiredo, C.A. Bernardo, J.J. Chludzinski, Jr., R.T.K. Baker, "The reversibility of filamentous carbon growth and gasification", *J. Catal* 110, 127-138 (1988)
26. J.L. Figueiredo, J. Rivera Utrilla, M.A. Ferro Garcia, "Gasification of active carbons of different texture impregnated with nickel, cobalt and iron", *Carbon* 25, 703-708 (1987)
27. S.S. Alves, J.L. Figueiredo, "Fuel gas from a wood waste carbonization reactor", *FUEL*, 65, 1709-1713 (1986)
28. M.T. Tavares, C.A. Bernardo, J.L. Figueiredo, "Gasification of carbon deposited on supported Ni-Cu alloy catalysts", *FUEL* 65, 1392-1395 (1986)
29. J.L. Figueiredo, "Gasification of carbon deposits on catalysts and metal surfaces", *FUEL*, 65, 1377-1382 (1986).
30. J.L. Figueiredo, J.J.M. Órfão, "Morphology and reactivity of coke deposits on metal surfaces", *SPRECHSAAL*, 119, 1139-1142 (1986).
31. J.L. Figueiredo, J.J.M. Órfão, M.C.A. Ferraz, "Catalytic gasification of chars", *FUEL*, 63, 1059-1060 (1984)
32. A.E. Rodrigues, J.J.M. Órfão, A. Zoulalian, "Intraparticle convection, diffusion and zero order reaction in porous catalysts", *Chemical Engineering Communications*, 27 (1984) 327-337

33. M.C.A. Ferraz, J.L. Figueiredo, A.E. Rodrigues, "Chromatographic studies of hydrocarbon adsorption on activated carbon", *AFFINIDAD*, 40, 47-51, (1983)
34. J.L. Figueiredo, "Química Analítica na indústria", *Rev. Port. Quím.*, 25, 125 (1983).
35. J.L. Figueiredo, "gasification of catalytic carbon – kinetics and mechanism", *Carbon*, 19, 146-148 (1981)
36. J.L. Figueiredo, D.L. Trimm, "Carbon formation on unsupported and supported nickel catalysts", *J.Appl. Chem.Biotechnol.*, 28, 611-616 (1978).
37. J.L. Figueiredo, D.L. Trimm, Kinetics of carbon deposition on steam-reforming catalysts, *Rev. Port. Quím.*, 19, 363-368 (1977)
38. J.L. Figueiredo, D.L. Trimm, "Gasification of carbon deposits on nickel catalysts", *J.Catal.*, 40, 154-159 (1975).

CAPÍTULOS DE LIVRO

1. M.Teresa Sousa, J.L. Figueiredo, "Carbon fibers from methane", in "Interfacial interactions in polymeric composites", Ed. G.Akovi, pp. 449-450, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1993.
2. P.C. Silva, J.L. Figueiredo, "SiC whiskers production by a VLS process", In: High Temperature Ceramic Matrix Composites, R. Naslain, J. Lamon, D. Doumeingts (editors), pp. 85-92, Woodhead Publishing Ltd., 1993.
3. P.J. Nóvoa, M.T. Sousa, J.L. Figueiredo, A.T. Marques, "Interfacial characterization of vapour-grown carbon fibre composites using the single-fibre composite fragmentation test", In: Developments in the Science and Technology of Composite Materials, A.R. Bunsell, A. Kelly, A. Massiah (editors), pp. 677-682, Woodhead Publishing Ltd., 1993.
4. J.L. Figueiredo, "Avance y perspectivas en Catalisis Heterogenea", in "Fronteras de la Quimica", A. Mata (Editor), Universidad de Granada (E), p.90-100, 1991.
5. J.L. Figueiredo, C.A. Bernardo, "Filamentous carbon formation on metals and alloys", in "Carbon Fibers Filaments and Composites", Eds. J.L. Figueiredo, C.A. Bernardo, R.T.K. Baker, K.J. Hüttinger, pp. 441-457, Kluwer Academic Publishers, 1990.
6. J.L. Figueiredo, C. Valenzuela, A. Bernalte, J.M. Encinar, "Pyrolysis of holm-oak and olive wood", In: Biomass for Energy and Industry (G. Grassi, G. Goose, G. dos Santos, Eds.), vol.2, pp. 2.585-2.589, Elsevier Sci. Publ., 1990.
7. J.L. Figueiredo, S.S. Alves, "Wood waste pyrolysis", in "Encyclopedia of Environmental Control Technology", P.N. Cheremisinoff (editor), Gulf Publ., Houston, Texas, Vol. 1, Ch. 10, p. 281-313, 1989.
8. R.T.K. Baker, J.J. Chludzinski, Jr., C.A. Bernardo, J.L. Figueiredo, "Hydrogen gasification of graphite and carbon filaments catalyzed by copper-nickel", in "Catalysis: Theory to Practice" (Proc. 9th. Int. Congress on Catalysis), M.J. Phillips, M. Ternan, (Editors). The Chemical Institute of Canada, Ottawa, Vol. 3, pp. 1059-1065, 1988.
9. J.L. Figueiredo, M.L.G.O.M. Pinto, "Carbon deposition in steam-cracking", in "Fouling Science and Technology", Eds. L.F. Melo, T.R. Bott, C.A. Bernardo, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 425-434, 1988.
10. J.L. Figueiredo, C.A. Bernardo, J.J.M. Órfão, "Gasification of carbon deposited on metallic catalysts", in "Carbon and Coal Gasification-Science and Technology",

- J.L. Figueiredo, J.A. Moulijn (editors), Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, pp. 269-287, 1986.
11. J.P. Martins, C. Costa, J. Loureiro, A. Rodrigues, "Recovery of Tungsten from Hydrometallurgical Liquors by Ion Exchange", in: Ion Exchange Technology, D. Naden, M. Streat (editors). Ellis Harwood, London. pp. 715-723, 1984.
 12. J.L. Figueiredo, S.S. Alves, "Thermochemical conversion of wood wastes", in "Energy Economics and Management in Industry", A. Reis, J.L. Peube, I. Smith, K. Stephan (eds.) Pergamon Press, Vol. 1, pp. 97-101, 1984.
 13. J.L. Figueiredo, J.J.M. Órfão, J.C. Monteiro, S. Alves, "Pyrolysis of wood wastes", in "Biomass Utilization", W.A. Côté (editor), Plenum Publishing Co., New York, pp. 553-557, 1983
 14. J.L. Figueiredo, M.C.A. Ferraz, J.J.M. Órfão, "Preparation of active carbon supported oxidation catalysts", Stud. Surf. Sci. Catal. 16, 571-576, 1983.
 15. J.L. Figueiredo, M.C.A. Ferraz, "Textural modifications in impregnated active carbons", Stud. Surf. Sci. Catal. 10, 239-244, 1982.
 16. J.L. Figueiredo, "Carbon formation and gasification on nickel catalysts", in "Progress in Catalyst Deactivation", J.L. Figueiredo (Editor). Martinus Nijhoff Publishers, The Hague, pp. 45-63, 1982.

TEXTOS DIDÁTICOS

1. JL Figueiredo, Catálise Heterogénea, CEQ, Porto, Junho de 1977 (53 páginas policopiadas + 5 apêndices)
2. JL Figueiredo, AE Rodrigues, Cromatografia em fase gasosa. I- A prática da cromatografia. CEQ, Porto, Outubro de 1977. 84 páginas policopiadas.
3. AE Rodrigues, JL Figueiredo, Cromatografia em fase gasosa. II- Aspectos teóricos. Modelização de colunas cromatográficas. CEQ, Porto, Outubro de 1977. 44 páginas policopiadas
4. AE Rodrigues, JL Figueiredo, Bases científicas do projecto de reactores catalíticos. I- Análise da competição entre difusão e reacção química em catalisadores. CEQ, Porto, 1977. 25 páginas policopiadas.
5. JL Figueiredo, Catálise Heterogénea, CEQ, Porto, 1978 (64 páginas policopiadas + 5 apêndices)
6. JL Figueiredo, Caracterização física de adsorventes. CEQ, Outubro de 1978. 23 páginas policopiadas.
7. JL Figueiredo, Química-Física de Superfícies. CEQ, 1978/79. 10 páginas policopiadas.
8. J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, "Equilíbrio Químico", Centro de Engenharia Química, Porto, Fevereiro de 1979. 74 páginas policopiadas.
9. JL Figueiredo, Cromatografia em fase gasosa, CEQ, Porto, Fevereiro de 1979. 84 páginas policopiadas.
10. JL Figueiredo, Introdução à química dos polímeros, CEQ, Porto, Dezembro de 1979. 30 páginas policopiadas.
11. JL Figueiredo, Análise térmica, CEQ, Porto, 1980. 20 páginas policopiadas.
12. JL Figueiredo, Cromatografia em fase gasosa, CEQ, Porto, 1980. 46 páginas policopiadas.

13. J.L. Figueiredo, Depuração catalítica de efluentes gasosos, CEQ, Porto, Dezembro de 1980. 32 páginas policopiadas.
14. J.L. Figueiredo, "Catálise Heterogénea", CEQ/FEUP, Dezembro de 1981 (106 páginas policopiadas).
15. J.L. Figueiredo, Introdução à cromatografia em fase gasosa, FEUP, Outubro de 1982. 48 páginas policopiadas.
16. J.L. Figueiredo, Análise de gases por cromatografia de adsorção, FEUP, Outubro de 1982. 21 páginas policopiadas.
17. J.L. Figueiredo, Detectores selectivos, FEUP, Outubro de 1982. 12 páginas policopiadas.
18. J.L. Figueiredo, Cromatografia em fase gasosa, CEQ, Porto, Maio de 1984. 50 páginas policopiadas.
19. J.L. Figueiredo, Análise térmica, CEQ, Porto, Maio de 1984. 28 páginas policopiadas.

COMUNICAÇÕES EM CONGRESSOS (TRABALHOS COMPLETOS)

1. P.C. Silva, J.L. Figueiredo, "SiC whiskers production by a VLS process", 6th European Conference on Composite Materials, HT-CMC1, Bordeaux, 20-24 de Setembro, 1993.
2. P.J. Nóvoa, A.T. Marques, M.T. Sousa, J.L. Figueiredo, M.C. Paiva, P.G. Nunes, C.A. Bernardo, "Interfacial characterization of vapour-grown carbon fibre composites using the single-fibre composite fragmentation test", 6th European Conference on Composite Materials, ECCM-6, Bordeaux, 20-24 de Setembro, 1993.
3. J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, "Decomposition of solids under linear temperature programming", 6th. International Chemical Engineering Conference, CHEMPOR'93, pp. 467-474, Porto, 1993.
4. M.T. Sousa, J.L. Figueiredo, "Fibras de carbono a partir de metano", Materiais'93, Actas do 6º Encontro da Sociedade Portuguesa de Materiais, pp. 953-960. Porto, 27 de Outubro, 1993.
5. Angelina Santos, Carlos P. Moreira de Sá, J.P. Martins "A Técnica XPS no Estudo do Crescimento de Ligas Cu-Ni/Co-P em banhos de Hipofosfito", 6º Encontro da Sociedade Portuguesa de Materiais, pp. 231-238, Porto, 27 de Outubro, 1993.
6. F. Margarido, J.P. Martins, A. Gonçalves, M. O. Figueiredo "Síntese e Caracterização de Fases em Composições Quaternárias do Sistema Fe-Si-Ca-Al", 6º Encontro da Sociedade Portuguesa de Materiais, pp. 219-229, Porto, 27 de Outubro, 1993.
7. J.L. Figueiredo, M.L.G.O.M. Pinto, J.J.M. Órfão, "Adsorção de propeno e formação de coque sobre um catalisador de cracking (FCC)", Actas do 13º Simpósio Ibero-americano de Catálise, Vol. 2, pp. 879-882, Segovia, Espanha, 6-10 de Julho, 1992.
8. P.C.P. Silva, J.L. Figueiredo, "Produção de whiskers de carboneto de silício", Materiais'91, Actas do 5º Encontro da Sociedade Portuguesa de Materiais, pp. 665-672, Lisboa, 6-8 de Novembro, 1991.
9. J. P. Martins, M. Alves dos Reis, Angelina Santos "Cinética da Deposição Autocatalítica de Cobre Sobre Alumínio em Banhos de hipofosfito", Actas do 5º

- Encontro da Sociedade Portuguesa de Materiais, pp. 343-349, Lisboa, 6-8 de Novembro, 1991.
10. M. Alves dos Reis, J.P. Martins, Rui L. Reis "Cálculo da Composição Iónica de Banhos de Electrodeposição: Uma Ferramenta Útil Frequentemente Ignorada", Actas do 5º Encontro da Sociedade Portuguesa de Materiais, pp. 197-204, Lisboa, 6-8 de Novembro, 1991.
 11. M. Alves dos Reis, J.P. Martins "Efeitos de Distribuição Iónica do Catião Níquel na Cinética da Deposição Autocatalítica sobre Alumínio em Banhos Contendo Hipofosfito e Pirofosfato", Actas do 5º Encontro da Sociedade Portuguesa de Materiais, pp. 213-220, Lisboa, 6-8 de Novembro, 1991.
 12. J.P. Martins, M. Alves dos Reis, Angelina Santos "A Importância da Decapagem e da Sensibilização-Activação na Deposição de Cobre Sobre Plásticos ABS", Actas do 5º Encontro da Sociedade Portuguesa de Materiais, pp. 295-302, Lisboa, 6-8 de Novembro, 1991.
 13. J.L. Figueiredo, M.L.G.O.M. Pinto, J.J.M. Órfão, "Estudo da coqueificação de um catalisador de FCC", Actas do 12º Simpósio Ibero-americano de Catálise, vol. 2, pp. 485-494, Rio de Janeiro, Brasil, 30 de Julho – 3 de Agosto, 1990.
 14. J.L. Figueiredo, C. Valenzuela, A. Bernalte, J.M. Encinar, "Pyrolysis of holm-oak and olive wood", 5th. European Conference on Biomass for Energy and Industry, Lisbon, 9-13 de Outubro, 1989.
 15. J.L. Figueiredo, S.S. Alves, "Identification and characterization of complex devolatilization reaction mechanisms by thermogravimetry", 5th International Chemical Engineering Conference CHEMPOR'89, pp. 9R1-9R6. Lisboa, 18-20 de Setembro, 1989.
 16. R.T.K. Baker, J.J. Chludzinski, Jr., C.A. Bernardo, J.L. Figueiredo, "Hydrogen gasification of graphite and carbon filaments catalyzed by copper-nickel", 9th. Int. Congress on Catalysis", Calgary, Canada, 27 de Junho - 1 de Julho, 1988.
 17. J.L. Figueiredo, "Desactivação de catalisadores por deposição de coque", Actas do 11º Simpósio Ibero-Americano de Catálise, vol.1, pp. 105-110, Guanajuato, Mexico, 12-17 de Junho, 1988.
 18. S.S. Alves, J.L. Figueiredo, Energy recovery in the pyrolysis and gasification of wood wastes for local energy production, 4th International Chemical Engineering Conference, CHEMPOR'85, pp. 62/1, Coimbra, 15-19 April, 1985.
 19. J.L. Figueiredo, J.J.M. Órfão, C.M. Sá, "Estudo microestrutural de depósitos de carbono em superfícies metálicas", Actas do 2º Encontro da Sociedade Portuguesa de Materiais (Tema V, 14 páginas), Porto, 20-22 de Maio, 1985.
 20. J.P. Martins, "A Produção de Scheelite Sintética na Beneficiação dos Minérios Tungstíferos", Congresso 85 da Ordem dos Engenheiros, Tema 1, Comunicação 6, pp 1-16, Coimbra, 25-29 Março, 1985.
 21. J.P. Martins, "O Aproveitamento de Recursos Naturais e a sua Interferência na Ecologia", Congresso 85 da Ordem dos Engenheiros, Tema 1, Comunicação 20, pp 1-17, Coimbra, 25-29 Março, 1985.
 22. J.L. Figueiredo, J.J.M. Órfão, "Gasificação de depósitos de carbono em ferro", Actas do 9º Simpósio Ibero-americano de Catálise, Vol. 1, pp. 711-720, Lisboa, 16-21 de Julho, 1984.
 23. J.L. Figueiredo, S. Alves, "Modelagem e simulação de um reactor de pirólise de biomassa", 1as. Jornadas de Engenharia dos Países de Língua Oficial Portuguesa (Tema 2, Comunicação 21, 14 páginas). Lisboa, 8-15 de Abril, 1984.

24. J.L. Figueiredo, S. Alves, "Conversão termoquímica de resíduos", Congresso 83 da Ordem dos Engenheiros, (11 páginas). Porto, 20-26 de Novembro, 1983.
25. C.A. Bernardo, J.L. Figueiredo. Gasificação de carbono depositado em catalisadores de níquel. Discussão do mecanismo, Actas do 8º Simpósio Ibero-americano de Catálise, vol. 2, pp. 596-604, La Rábida, Espanha, 12-17 de Julho de 1982.
26. J.L. Figueiredo, J.J.M. Órfão, A. Holmen, O.A. Lindvag, D.L. Trimm, "The effect of sulphur on carbon formation on alloy catalysts", 3rd. International Chemical Engineering Conference, CHEMPOR 81, Vol. 2, pp. 11-17, Póvoa de Varzim, 20-24 de Abril, 1981.
27. J.L. Figueiredo, J. Cabral Monteiro, C.A. Costa, A.E. Rodrigues, "Aproveitamento de subprodutos da exploração agrícola e florestal", 3º Congresso da Ordem dos Engenheiros, (Tema 7, Comunicação 4, 12 páginas). Coimbra, 23-29 de Março, 1980.
28. J.L. Figueiredo, J. Cabral Monteiro, J.J.M. Órfão, C.A. Costa, A.E. Rodrigues, "Aproveitamento termoquímico de resíduos vegetais", Congresso Nacional de Aproveitamento de Desperdícios Agro-industriais e Piscatórios (CNADAP). Lisboa, 15-20 de Junho, 1980.
29. A.E. Rodrigues, C.A. Costa, J.L. Figueiredo, J.J.M. Órfão, "Aspectos técnico-económicos da produção de carvão activado a partir de resíduos celulósicos", Congresso Nacional de Aproveitamento de Desperdícios Agro-industriais e Piscatórios (CNADAP), Lisboa, 15-20 de Junho, 1980.
30. A.E. Rodrigues, C.A. Costa, J.L. Figueiredo, J.J.M. Órfão, "Aproveitamento de resíduos celulósicos: aspectos técnico-económicos da produção de carvão activado", Simpósio Nacional de Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento (SINACT). (12 páginas). Lisboa, 15-18 de Maio, 1979.
31. J.L. Figueiredo, J.J.M. Órfão, "Gasificação pelo CO₂ de depósitos de carbono em catalisadores de níquel", Actas do 6º Simpósio Ibero-americano de Catálise, pp. 485-496, Rio de Janeiro, Brasil, 11-16 de Agosto, 1978.
32. J.L. Figueiredo, J.J.M. Órfão, A.E. Rodrigues, "Obtenção de carvões activados a partir de resíduos celulósicos", 2º Congresso da Ordem dos Engenheiros, (Tema 6, Comunicação 10, 9 páginas). Porto, 22-29 de Novembro, 1978.
33. A.E. Rodrigues, J.L. Figueiredo, Bases científicas do projecto de reactores catalíticos. I- Análise da competição entre difusão e reacção química em catalisadores. 1º Congresso da Ordem dos Engenheiros, (Tema 5, Comunicação 2, 25 páginas). Lisboa, 20-26 de Novembro, 1977.

OUTRAS COMUNICAÇÕES EM CONGRESSOS E SEMINÁRIOS

1. J.L. Figueiredo, J.J.M. Órfão, L.M.S. Silva, "Estudo do efeito promotor do potássio na gasificação de carbono catalisada pelo níquel", 1º Encontro da Divisão de Catálise da Sociedade Portuguesa de Química, Aveiro, 17 de Dezembro de 1993.
2. J.L. Figueiredo, M.M.A. Freitas, "Preparação de carvões activados por gasificação catalisada com carbonato de potássio", 18ª Reunião Ibérica de Adsorção, Lisboa, 22-24 de Setembro, 1993.

3. J.L. Figueiredo, M.L.G.O.M. Pinto, J.J.M. Órfão, "Characterization of coke deposits on a cracking catalyst by thermoanalysis", Europacat I, 1st European Congress on Catalysis, pag. 546, Montpellier, França, 12-17 de Setembro, 1993.
4. J.L. Figueiredo, "Desactivação de Catalisadores", (conferência, convidada), 9º Congresso Brasileiro de Engenharia Química, Salvador, Bahia, 8-11 setembro, 1992.
5. M.M.A. Freitas, J.L. Figueiredo, "Preparação e caracterização de carvões activados por gasificação parcial com vapor de água", 6º Encontro Luso-Galego de Química, Maia, 26-28 de Novembro, 1992
6. L.M.S. Silva, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, "Estudo da desactivação de catalisadores de níquel suportado em carvão activado na gasificação com CO₂", 6º Encontro Luso-Galego de Química, Maia, 26-28 de Novembro, 1992
7. C.P. Alves, J.I. Martins, J.L. Figueiredo, "Preparação e caracterização de catalisadores de platina suportados em carvão activado: efeito de tratamentos oxidantes", 6º Encontro Luso-Galego de Química, Maia, 26-28 de Novembro, 1992
8. M.T. Sousa, J.L. Figueiredo, "Caracterização superficial de grafites por molhagem", 6º Encontro Luso-Galego de Química, Maia, 26-28 de Novembro, 1992
9. A.M.C. Santos, J.I.F.P. Martins, "Deposição autocatalítica de ligas cobre-níquel em banhos de hipofosfito", 6º Encontro Luso-Galego de Química, Maia, 26-28 de Novembro, 1992.
10. Angelina Santos, J.I. Martins "Deposição Autocatalítica de Ligas Cobre-Cobalto em Banhos de Hipofosfito", VI Encontro da Sociedade Portuguesa de Electroquímica, Vila Real, 7-10 de Outubro, 1992.
11. J.L. Figueiredo, M.L.G.O.M. Pinto, J.J.M. Órfão, "Formação de coque sobre um catalisador de cracking (FCC)", 13º Encontro Anual da Sociedade Portuguesa de Química, Lisboa, 29 de Janeiro-1 de Fevereiro, 1992
12. M. Teresa Sousa, J.L. Figueiredo, "Produção de fibras de carbono a partir do metano", 13º Encontro Anual da Sociedade Portuguesa de Química, Lisboa, 29 de Janeiro-1 de Fevereiro, 1992
13. L.M.S. Silva, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, "Preparação e caracterização de catalisadores de níquel suportado em carvão activado", 13º Encontro Anual da Sociedade Portuguesa de Química, Lisboa, 29 de Janeiro-1 de Fevereiro, 1992.
14. Paula C.P. Silva, J.L. Figueiredo, "Produção de whiskers de carboneto de silício", 13º Encontro Anual da Sociedade Portuguesa de Química, Lisboa, 29 de Janeiro-1 de Fevereiro, 1992.
15. M. Alves dos Reis, R.L. Reis, Olga Paiva, J.P. Martins, Angelina Santos "Aspectos Físico-Químicos de Separação de Macromoléculas de Soluções Orgânicas por Anti-Solvência", 13º Encontro Anual da Sociedade Portuguesa de Química, Lisboa, 29 de Janeiro-1 de Fevereiro, 1992.
16. M. Alves dos Reis, R.L. Reis, Olga Paiva, J.P. Martins, Angelina Santos "Duas Equações para Simplificar o Cálculo Aproximado de Factores de Actividade Individuais dos Iões a Partir de Tabelas de Factores de Actividade Médios", 13º Encontro Anual da Sociedade Portuguesa de Química, Lisboa, 29 de Janeiro-1 de Fevereiro, 1992.
17. M. Alves dos Reis, R.L. Reis, Olga Paiva, J.P. Martins, Angelina Santos "Recuperação da Prata das Radiografias por uma Sequência de Operações em

- Meio Aquoso”, 13º Encontro Anual da Sociedade Portuguesa de Química, Lisboa, 29 de Janeiro-1 de Fevereiro, 1992.
18. J.P. Martins, M. Alves dos Reis, Angelina Santos “A Decapagem no Processo de Electrometalização do Plástico ABS”, 13º Encontro Anual da Sociedade Portuguesa de Química, Lisboa, 29 de Janeiro-1 de Fevereiro, 1992.
 19. J.P. Martins, M. Alves dos Reis, C.P. Alves, “Liquefacção de Cortiça e Madeira para Obtenção de Óleos Combustíveis”, 13º Encontro Anual da Sociedade Portuguesa de Química, Lisboa, 29 de Janeiro-1 de Fevereiro, 1992.
 20. J.P. Martins, M. Alves dos Reis, Angelina Santos “A Activação no Processo de Electrometalização do ABS”, 13º Encontro Anual da Sociedade Portuguesa de Química, Lisboa, 29 de Janeiro-1 de Fevereiro, 1992.
 21. M. Alves dos Reis, J.P. Martins, Angelina Santos, R.L. Reis, Olga Paiva “Estratégia de Desenvolvimento de Novos Banhos de Deposição Autocatalítica Baseada na Previsão da Distribuição dos Cátions a Depositar”, 13º Encontro Anual da Sociedade Portuguesa de Química, Lisboa, 29 de Janeiro-1 de Fevereiro, 1992.
 22. M. Alves dos Reis, J.P. Martins, Angelina Santos, R.L. Reis, Olga Paiva “Estudo Potenciométrico de Processos de Deposição Autocatalítica”, 13º Encontro Anual da Sociedade Portuguesa de Química, Lisboa, 29 de Janeiro-1 de Fevereiro, 1992.
 23. J.P. Martins, M. Alves dos Reis, Angelina Santos “Efeito da Composição Iónica na Morfologia de Revestimentos de Cobre Obtidos por Deposição Autocatalítica em Banhos de Hipofosfito”, 13º Encontro Anual da Sociedade Portuguesa de Química, Lisboa, 29 de Janeiro-1 de Fevereiro, 1992.
 24. J.L. Figueiredo, P.C.P. Silva, L.M.S. Silva, M.T.C. Sousa, J.J.M. Órfão, “Filamentous carbon formation on Ni-Cu alloys”, Proc. 20th Biennial Carbon Conference, pp.520-521, Santa Barbara, CA, USA, 23-28 de Junho, 1991
 25. J.L. Figueiredo, M.M.A. Freitas, “Preparação e caracterização de carvões activados a partir de resíduos vegetais”, 16ª Reunião Ibérica de Adsorção, Oviedo, 25-27 de Setembro de 1991.
 26. J.L. Figueiredo, “A investigação sobre peneiros moleculares em Portugal”, 1er. Taller Iberoamericano sobre Tamices Moleculares, Caracas, Venezuela, 6-8 de Maio, 1991
 27. J.L. Figueiredo, “Análise Térmica”, Conferência Convidada no âmbito do Ciclo “Modernas Técnicas de Análise Química”, promovido pela Associação Industrial Portuense, EXPONOR, Leça da Palmeira, 17-19 de Julho, 1990.
 28. J.L. Figueiredo, A.-K. Araya, P.C.P. Silva, “Formation of filamentous carbon on graphite supported nickel particles”, Proc. 19th Biennial Carbon Conference, pp.364-365, University Park, PA, USA, 25-30 de Junho, 1989
 29. J.L. Figueiredo, M.T.E.S. Cardoso, “Carbonização e activação de resíduos da industria dos curtumes”, XIV Reunion Iberica de Adsorcion, Alicante, 27-29 de Setembro, 1989.
 30. R.T.K. Baker, J.J. Chludzinski, Jr., C.A. Bernardo, J.L. Figueiredo, "Hydrogen gasification of graphite and carbon filaments catalyzed by copper-nickel", Proc. Int. Congress Carbon'88, pp. 626-628, Newcastle, UK, 18-23 de Setembro, 1988
 31. J.L. Figueiredo, C. Valenzuela, A. Bernalte, J.M. Encinar, “Pirólise de resíduos de madeira”, 11º Encontro Anual da Sociedade Portuguesa de Química, Lisboa, 12-15 de Dezembro, 1988
 32. J. P. Martins, “Elaboração e Caracterização de Ligas Sintéticas de Fe-Si com Impurezas Específicas”, 2as Jornadas do Silício, ICEN/LNETI, Sacavém, 1988.

33. S.S. Alves, J.L. Figueiredo, "Interpreting isothermal thermogravimetric data of complex reactions: Application to cellulose pyrolysis", 8th International Symposium on Analytical and Applied Pyrolysis, Pyrolysis 88, Lund, Suécia, 13-17 de Junho, 1988
34. J.L. Figueiredo, S.S. Alves, "Análise cinética da pirólise de materiais linhocelulósicos", XXII Reunion Bienal de la Real Sociedad Española de Química, Murcia, 26-30 de Setembro, 1988
35. J.L. Figueiredo, "Métodos termoanalíticos na indústria", 3º Encontro Galego-Portugues de Química (confª convidada), Vigo, 5-7 de Maio, 1988
36. J.L. Figueiredo, "Filamentous carbon", Herbsttagung 1988 des Arbeitskreises Kohlenstoff der Deutschen Keramischen Gesellschaft e.v.,(confª convidada), Karlsruhe, RFA, 19 de Outubro, 1988
37. J.L. Figueiredo, "Depósitos de carbono em catalisadores metálicos", 4º Seminário Brasileiro de Catálise, (conf.ª convidada), Canela, RS, Brasil, 9-11 de Setembro, 1987
38. J.L. Figueiredo, C.A. Bernardo, J.J. Chludzinski, Jr., R.T.K. Baker, "Growth and gasification of carbon filaments from nickel", Proc. 18th Biennial Carbon Conference, pp.153-154, Worcester, Mass., USA, 19-24 July, 1987
39. J.L. Figueiredo, J.J.M. Órfão, "Microstructure and reactivity of carbon deposits on metal surfaces" Proc. 18th Biennial Carbon Conference, pp.385-386, Worcester, Mass., USA, 19-24 July, 1987
40. J.L. Figueiredo, M.L.G.O.M. Pinto, "Pyrolytic carbon formation on a steam-cracker alloy", Proc. 18th Biennial Carbon Conference, pp.383-384, Worcester, Mass., USA, 19-24 July, 1987
41. J.J.M. Órfão, J. Sousa, A. Rodrigues, M. Marques, J.L. Figueiredo, "Simulação de curvas termogravimétricas", 10º Encontro Anual da Sociedade Portuguesa de Química, Porto, 6-11 de Abril, 1987
42. J.L. Figueiredo, C.A. Bernardo, R.T.K. Baker, "Mecanismo de deposição e gasificação de carbono filamentar em níquel", XII Reunión Ibérica de Adsorción, Badajoz-Caceres, 23-25 de Setembro, 1987
43. J.I. Martins, J.J.M. Órfão, "Extracção de WO₃ de licores por permuta iónica sólido-líquido", XII Reunión Ibérica de Adsorción, Badajoz-Caceres, 23-25 de Setembro, 1987.
44. J.L. Figueiredo, Gasification of carbon deposits on catalysts and metal surfaces, (Plenary Lecture), 2nd. Int. Symposium Fundamentals of Catalytic Coal and Carbon Gasification, FunCatCoGas, Rolduc, Holanda, 5-7 de Maio, 1986.
45. M.T. Tavares, C.A. Bernardo, J.L. Figueiredo, "Gasification of carbon deposited on supported Ni-Cu alloy catalysts", 2nd. Int. Symposium Fundamentals of Catalytic Coal and Carbon Gasification, FunCatCoGas, Rolduc, Holanda, 5-7 de Maio, 1986.
46. J.L. Figueiredo, J.J.M. Órfão, "Reactividade de depósitos de carbono filamentar", 9º Encontro Anual da Sociedade Portuguesa de Química, Coimbra, 2-4 de Junho, 1986.
47. J.L. Figueiredo, J.J.M. Órfão, M.A. Ferro-Garcia, I. Bautista-Toledo, J. Rivera-Utrilla, "Gasificação de carvões activados impregnados com metais de transição", Actas da XXI Reunião Bienal da Real Sociedade Espanhola de Química, Santiago de Compostela, Espanha, 20-22 de Setembro, 1986.

48. J.L. Martins, J.L. Figueiredo, Adsorção de prata sobre carvão activado, Actas da XXI Reunião Bienal da Real Sociedade Espanhola de Química, Santiago de Compostela, Espanha, 20-22 de Setembro, 1986.
49. J.L. Figueiredo, C.A. Bernardo, J.J. Chludzinski, Jr., R.T.K. Baker, Gasification of filamentous carbon – The elevator mechanism, 6th Roermond Conference on Catalysis, Roermond, Holanda, 27 de Julho - 1 de Agosto, 1986.
50. J.L. Figueiredo, J.J.M. Órfão, “Exame post-mortem de catalisadores industriais coqueificados”, 10ª Reunião Ibérica de Adsorção, Porto, 25-28 de Setembro, 1985.
51. J.L. Figueiredo, J.J.M. Órfão, C. Valenzuela-Calahorro, S.S. Alves, “Caracterização de carvões obtidos num reactor de pirólise de resíduos vegetais”, 10ª Reunião Ibérica de Adsorção, Porto, 25-28 de Setembro, 1985.
52. C. Valenzuela-Calahorro, J.L. Figueiredo, A. Bernalte García, V. Gómez Serrano, Preparación y caracterización de carbonizados a partir de serrín de madera de encina, 10ª Reunião Ibérica de Adsorção, Porto, 25-28 de Setembro, 1985.
53. J.L. Figueiredo, J.J.M. Órfão, M.C. Alvim Ferraz, S.S. Alves “Fuel gas and charcoal from wood wastes”, International Symposium "Environmental Management for Developing Countries", ENVITEK, Istambul, Turkey, 25-31 Julho, 1984.
54. J.L. Figueiredo, J.J.M. Órfão, M.C.A. Ferraz, C.A. Bernardo, Catalytic gasification of chars, Proc. 16th Biennial Carbon Conference, San Diego, CA, 18-22 July, 1983.
55. J.L. Figueiredo, M.C.A. Ferraz, Caracterização textural de carvões activados, VIII Reunión Ibérica de Adsorción, Málaga, 5-7 de Dezembro, 1983.
56. J.L. Figueiredo, Desactivação de catalisadores industriais, 5º Encontro Anual da Sociedade Portuguesa de Química, Porto, 29 de Março – 3 de Abril, 1982.
57. M.C. Alvim Ferraz, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, “Preparação de carvões activados impregnados”, Actas da 19ª Reunião Bienal da Real Sociedade Espanhola de Química, pp. 37–38, Santander, Espanha, 26 de Setembro - 2 de Outubro, 1982.
58. J.P. Martins, “Dificuldades nas Operações de Niquelagem e sua Influência sobre as Características dos Electrodepósitos de Níquel”, Jornada de Electrodeposição da Sociedade Portuguesa de Materiais, Lisboa, 1982.
59. M.C.A. Ferraz, J.L. Figueiredo, “Oxidação catalítica de poluentes em carvão activado”, VI Reunión Ibérica de Adsorción, Toledo, 30 de Setembro - 3 de Outubro, 1981.
60. J.L. Figueiredo, J.J.M. Órfão, M.C. Alvim Ferraz, “Preparação e caracterização de carvões activados”, V Reunião Hispano-Portuguesa de Adsorção”, Lisboa, 24-27 de Setembro, 1980.
61. J.L. Figueiredo, M.C.A. Ferraz, “Adsorção em sólidos microporosos”, 3º Encontro Nacional de Química, S.P.Q., Coimbra, 9-12 de Abril, 1980.
62. J.L. Figueiredo, M.C. Alvim Ferraz, “Adsorção de hidrocarbonetos em carvões impregnados”, IV Reunión Nacional de los Grupos de Trabajo Relacionados con la Investigación en el Campo de la Adsorción, Sevilha, 13-15 de Setembro, 1979.
63. M.C.A. Ferraz, J.L. Figueiredo, “Obtenção de isotérmicas de adsorção por métodos cromatográficos”, 2º Encontro Nacional de Química, SPQ, Porto, 3-5 de Janeiro, 1979.
64. J.L. Figueiredo, J.J.M. Órfão, C.A. Bernardo, “Regeneração de catalisadores de níquel”, 2º Encontro Nacional de Química, SPQ, Porto, 3-5 de Janeiro, 1979.
65. J.L. Figueiredo, “Perspectivas e Desenvolvimento da Catálise em Portugal”, Painel Internacional sobre “Perspectivas e Desenvolvimento da Catálise”, 6º

- Simpósio Ibero-americano de Catálise, Rio de Janeiro, Brasil, 6-11 de Agosto de 1978.
66. J.L. Figueiredo, M.C.A. Ferraz, “Estudo cromatográfico da adsorção de hidrocarbonetos em carvão activado”. III Reunión Nacional de los Grupos de Trabajo Relacionados con la Investigación en el Campo de la Adsorción, Oviedo, 1-3 de Junho de 1978.
67. J.L. Figueiredo, “Deposição de carbono em catalisadores de níquel”, 1º Encontro Nacional de Química, S.P.Q., Lisboa, 4-6 de Janeiro de 1978.

PROJECTOS DE INVESTIGAÇÃO FINANCIADOS DA LINHA 3 – CATÁLISE HETEROGÉNEA @ CEQ [1975 – 1993]

Abril de 1977 – “Estudo do aproveitamento de resíduos de indústrias nacionais com vista à obtenção de carvões activados” (AE Rodrigues e JL Figueiredo). Proposta nº 70/77-P1.52 do Grupo de Fomento da Substituição de Importações, Ministério da Indústria e Tecnologia. Financiamento: 80.000 escudos (≈ 400 €).

Julho de 1978 - “*Poisoning of Ni catalysts*” (Colaboração com DL Trimm, Univ Trondheim), *NATO Research Grant* nº 1591 (termina em 1980). O financiamento atribuído foi 180.000,00 BF (≈ 1.500 €).

Setembro de 1978 - “Preparação de carvões activados impregnados para eliminação de poluentes gasosos” (JNICT, contrato nº 45.78.05). Terminado em 31.12.1980. O financiamento atribuído foi 467.000,00 escudos (≈ 2.335 €).

Setembro de 1978 - “Obtenção de carvão activado a partir de resíduos agrícolas: optimização das condições de fabrico” (JNICT, contrato 01.78.03), em colaboração com AE Rodrigues. Terminou em 1/9/79. Financiamento: 125.000 escudos (≈ 625 €).

Setembro de 1980 - “Aproveitamento termoquímico de resíduos vegetais” (JNICT, contrato nº 210.80.27), que terminou em 31 de Agosto de 1981. Financiamento: 450.000 escudos (≈ 2.250 €).

Setembro de 1982 – “Aproveitamento termoquímico de resíduos vegetais” – (JNICT, contrato nº 410.82.24), que termina em 31 de Dezembro de 1985. Financiamento: 1.685.000 escudos (≈ 8.425 €).

Abril de 1984 - Acção Integrada Universitária Luso-Espanhola (nº 12/84 e 1/85) sobre “Aproveitamento de resíduos vegetais para produção de carvões e gases combustíveis”, em colaboração com a Universidade de Extremadura, Badajoz. Termina em Setembro de 1985. Financiamento: 125.000 + 205.000 escudos (≈ 1650 €).

Novembro de 1984 - “Conservação de energia por inibição de *fouling* em processos catalíticos” Contrato de Investigação nº 52/84 da UP (30/11/1984 a 20/3/1985). 230.000,00 escudos (≈ 1.150 €)

Outubro de 1985 - Estudo da coqueificação e descoqueificação dos tubulares das fornalhas do *steam-cracker*. Contrato de Investigação com a Companhia Nacional de

Petroquímica, assinado em Julho de 1985. Projecto concluído em Março de 1987. Financiamento: 1 milhão de escudos (\approx 5.000 €).

1986 - Convénio JNICT/CNPq, - Colaboração com o Professor Mário Mendes, UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas, SP, Brasil

1986 - Projecto "Catalytic formation and gasification of filamentous carbon", NATO Research Grant nº 859/85. Colaboração com o Professor R.T.K. Baker, Exxon Research and Engineering Corporation, NJ, USA, e depois na Universidade de Auburn, AL, USA.

Janeiro de 1988 - Projecto da JNICT nº 87.04/MATR "Preparação de carbono filamentar ("*whiskers*") para utilização em materiais compósitos" (concluído em Março 1990). Financiamento: \approx 40.000 €.

Novembro 1988 - Projecto do Estado-Maior das Forças Armadas "Materiais Compósitos Cerâmicos de Nitreto de Silício" (em colaboração com a Universidade de Aveiro, Oficinas Gerais de Material Aeronáutico e Durite, concluído em Janeiro de 1993). Financiamento da Linha 3: \approx 60.000 €.

Janeiro de 1989 –projecto do programa BRITE da CEE nº RI 1B-0267-C(AM), "Procédé industriel de production de whiskers de SiC destinés au renforcement de matériaux composites", liderado pela empresa Pechiney Électrométallurgie (concluído em Dezembro, 1992). O financiamento atribuído à FEUP foi de 438.000 FF (\approx 66.768 €).

Setembro de 1989 - Acção Integrada sobre "Gasificação catalítica de carvão vegetal", em colaboração com a Universidade de Extremadura, Badajoz, 1989/90.

Setembro 1990 – projecto do programa BRITE/EURAM da CEE nº BREU 0110-C(B) "Improving continuous casting of CuSn6 strips by optimizing die graphites and process control", liderado pela empresa SCHUNK Kohlenstofftechnik, GmbH (concluído em Março de 1994). Além da Schunk (coordenador) e da FEUP, participaram a empresa Trefimetaux S.A. (França) e a Rheinisch Westfälische Technische Hochschule Aachen (Alemanha). O financiamento da FEUP foi de 125.000 €.

Outubro de 1991 –Contrato nº 0058/C/91, entre a JNICT e a UP, referente ao Pólo do Porto do Instituto de Materiais (IMAT), aprovado no âmbito do Programa Operacional Integrado de Criação de Infra-estruturas Nacionais de Ciência, Investigação e Desenvolvimento (Programa CIENCIA). O montante global das despesas elegíveis para o Pólo do Porto é fixado em 525 milhões de escudos, cabendo 110 milhões de escudos ao "Núcleo FEUP" (\approx 550.000 €), posteriormente divididos entre o Grupo de Materiais Carbonados e Compósitos (73 milhões, \approx 365.000 €) e o Grupo de Materiais Metálicos (37 milhões, \approx 185.000 €).

CURSOS DE APERFEIÇOAMENTO ORGANIZADOS PELA LINHA 3 – CATÁLISE HETEROGÉNEA @ CEQ E PELA AUPEEQ

1. Cromatografia em fase gasosa, CEQ, 25–27 de Outubro, 1977. Direcção: J.L. Figueiredo, A.E. Rodrigues. Inscrição: 1.500\$00. Participantes: 73
2. Reactores Químicos – Teoria e Aplicações”, 20 a 24 de Fevereiro 1978. Direcção: A.E. Rodrigues, J.L. Figueiredo.
3. Permuta Iónica e Adsorção, CEQ, 13-15 de Dezembro, 1978. Direcção: A.E. Rodrigues, J.L. Figueiredo, Carlos Costa. Inscrição: 2.500\$00. Participantes: 38
4. Cromatografia – Teoria e Prática, CEQ, 21 -23 de Fevereiro, 1979. Direcção: J.L. Figueiredo, A.E. Rodrigues. Participantes: 35
5. Engenharia de Polímeros, CEQ, 10-14 de Dezembro, 1979. Direcção: A.E. Rodrigues, J.L. Figueiredo. Inscrição: 6.000\$00. Participantes: 20
6. Análises Instrumentais, CEQ, 3-7 de Março, 1980. Direcção: J.L. Figueiredo, A.E. Rodrigues. Inscrição: 10.000\$00. Participantes: 52
7. Reactores Químicos: Teoria e Prática, CEQ, 25-27 Junho, 1980. Direcção: A.E. Rodrigues, J.L. Figueiredo. Inscrição: 6.000\$00. Participantes: 7
8. Poluição Atmosférica – Tratamento de Efluentes Gasosos, CEQ, 15-19 de Dezembro, 1980. Direcção: J.L. Figueiredo, A.E. Rodrigues, M.A.S. Jerónimo. Inscrição: 10.000\$00. Participantes: 16
9. Cromatografia em fase gasosa – Desenvolvimentos Recentes, CEQ, em colaboração com a SOQUÍMICA e Hewlett-Packard, 19-21 de Outubro, 1982. Direcção: J.L. Figueiredo. Inscrição: 6.000\$00. Participantes: 47
10. Análises Instrumentais II, CEQ, 2-4 de Maio, 1984. Direcção: J.L. Figueiredo. Inscrição: 10.000\$00. Participantes: 32
11. Cromatografia em fase gasosa; AUPEEQ, em colaboração com PARALAB, 15-17 de Junho de 1994. Inscrição: 60.000\$00. Participantes: 9.

(NB: 1.000\$00 ≈ 5 €)

CENTRO DE ENGENHARIA QUÍMICA
FACULDADE DE ENGENHARIA



**CURSOS
DE
APERFEIÇOAMENTO**

1980

INTRODUÇÃO

Os cursos de reciclagem e aperfeiçoamento do Centro de Engenharia Química, que vêm sendo realizados com êxito desde 1977, constituem um elo de ligação entre a Universidade e a Indústria e procuram contribuir para a formação permanente dos técnicos portugueses.

Os cursos referidos neste folheto, a realizar em 1980 são coordenados pelos orientadores das linhas de investigação n.º 3, 5 e 9 do C.E.Q. e contam com a colaboração de especialistas portugueses e estrangeiros.

As inscrições podem efectuar-se até 15 dias antes de cada curso (pagamento por meio de cheque, ao CENTRO DE ENGENHARIA QUÍMICA).

Informações complementares podem ser solicitadas enviando a ficha anexa ao cuidado de um dos coordenadores, para :

C.E.Q. — Faculdade de Engenharia
4099 Porto Codex
ou através dos telefones 27437 ou 382808

**CURSOS DE APERFEIÇOAMENTO
DO
CENTRO DE ENGENHARIA QUÍMICA**
FACULDADE DE ENGENHARIA
Telef. 27437 — PORTO

Estou interessado em receber informações complementares referentes aos cursos

Análises Instrumentais

Corrosão — Teoria e Prática

Reactores Químicos — Teoria e Prática

Poluição Atmosférica

— Tratamento de efluentes Gasosos

Nome

Endereço

.....Telef.

Figura A. 1 - Flyer dos Cursos de Aperfeiçoamento do CEQ oferecidos em 1980 pelas Linhas de investigação de José Figueiredo, Alírio Rodrigues e Manuel Jerónimo.

NATO ASI "Catalyst Deactivation"
Hotel Golfinho, Lagos (Algarve), 18 – 29 May, 1981
Director: J.L. Figueiredo
Scientific Advisors: G.F. Froment, D.L. Trimm

Scientific Programme

D. L. Trimm (Univ. New South Wales, Australia)

Introduction to Catalyst Deactivation
Coke formation in the gas phase and on surfaces
Carbon formation on metals and alloys
Methods of assessing deactivation in the laboratory

J.L. Figueiredo (Univ. Porto, Portugal)

Carbon formation and removal on nickel catalysts

G.F. Froment (Rijksuniversiteit Gent, Belgium)

A quantitative approach to catalyst deactivation by coke formation

L.L. Hegedus (W.R. Grace & Co., USA)

Fundamentals of chemistry of poisoning
Transport effects in poisoning
Design of poison resistant catalysts (reference to auto-exhaust catalysts)

J.B. Butt (Northwestern University, USA)

Catalyst poisoning and chemical process dynamics (examples in catalyst cracking)

J. Rostrup-Nielsen (Haldor Topsoe, Denmark)

Carbon formation and sulphur poisoning of steam-reforming and methanation catalysts
Industrial relevance of deactivation studies

B. Delmon Univ. Catholique de Louvain, Belgium)

Solid state chemical phenomena in aging and deactivation of catalysts

D. Dowden (UK)

The effects of water and halogens on reactions in and on solids. Some "rules of thumb" for practitioners.

S.E. Wanke (Univ. Alberta, Canada)

Sintering of commercial supported metal catalysts
Mathematical models for the sintering of supported metal catalysts
Sintering studies using model catalysts

J.P. Franck (Institut Français du Pétrole, France)

Deactivation and regeneration of reforming catalysts

L.D. Rollman (Mobil, USA)

Deactivation of zeolite catalysts



Figura A. 2 – Participantes no NATO ASI “Catalyst Deactivation”, Lagos, 18 – 29 de Maio, 1981.

NATO ASI “Carbon and Coal Gasification – Science and Technology”
Hotel D. João II, Alvor (Algarve), 20 - 31 May, 1985
Director: J.L. Figueiredo Associate Director: C.A. Bernardo
Scientific Advisors: H. Marsh, J.A. Moulijn, K.H. van Heek

Scientific Programme

H. Marsh (Univ. Newcastle, England)

Structure in carbons

The making of coke in the delayed coker and in the slot coking oven

K.H. van Heek (Bergbau Forschung GmbH, West Germany)

Engineering principles and general aspects for technical application for the gasification of coal

Technical status and new developments of coal gasification processes

A. Marchand (Univ. Bordeaux I, France)

Physico-chemical and structural methods of characterization of carbons and coal

A. Linares (Univ. of Alicante, Spain)

Textural characterization of porous carbons

J.A. Moulijn (Univ. Amsterdam, The Netherlands)

Catalytic gasification – Introduction

Mechanism of the alkali-metal catalysed gasification

Coal pyrolysis

R.T.K. Baker (Exxon, NJ, USA)

Metal catalysed gasification of graphite

J.L. Figueiredo (Univ. Porto, Portugal)

Gasification of carbon deposited on metallic catalysts

K.J. Hüttinger (Univ. Karlsruhe, West Germany)

Iron catalysis. Catalysts of mineral origin with potassium as active component

Hydrogasification of brown coal

A.E. Rodrigues (Univ. Porto, Portugal)

Single particle models in gas-solid reactions

K.M. Thomas (British Gas, England)

The effects of water and halogens on reactions in and on solids. Some “rules of thumb” for practitioners.

D.L. Trimm (Univ. New South Wales, Australia)

Coke formation and gasification in refineries

The regeneration of coked catalysts

T. Wigmans (Norit Activated Carbon, The Netherlands)

Fundamentals and practical implications of activated carbon production by partial gasification of carbonaceous materials

F. Rodríguez Reinoso (Univ. Alicante, Spain)

Preparation and properties of activated carbons from agricultural by-products.



26 Isabel Fonseca Silva	33 Luis S. Lobo	60 Salih Dinger	57 John McCarty
27 Mark Thomas	34 Sebastião Alves	61 João Trindade Elias	58 Peter Kall
28 José Coca	35 Yuda Yuzum	62 Bas Ossewaarde	59 Heinz-Jürgen Mühle
29 Teus Wigmans	36 Carlos Bernardo	63 Roy Quartermaine	60 Angel Rinoses
30 Peter Tromp	37 Franco Pepe	64 Peter Carston	61 Luis Puigjaner
31 Braga de Sousa	38 Douglas Carson	65 Tohmei Takakawa	62 Jan Trommell
32 Hugo Bos	39 Francisco Rodrigues Reisoso	66 Antonio Sepúlveda	63 Mrs. Remos de Sousa
			64 M.J. Remos de Sousa

1 M. Isabella Silva	8 Ilseu Örsan	14 Harry Marsh	20 Wöller Pains
2 Faek Kaptejn	9 Teresa Tavares	15 André Marchand	21 Mohammad Omran
3 Alan Asidan	10 Sura Balci	16 Klaus Rüttinger	22 Adeline Ferreira
4 Martino Paolucci	11 Diamantino Pinheiro	17 José Pils	23 José Orfão
5 Nurcan Bag	12 José Figueiredo	18 Juan Diaz Tascon	24 Adeline Rodrigues
6 Willem Barneveld	13 Manuela B. Carvalho	19 Jacob Moutijn	25 Steve Ragan

NATO ASI
Carbon & Coal Gasification
Alvor, 20-31 May 85

Figura A. 3 – Participantes no NATO ASI “Carbon and Coal Gasification – Science and Technology”, Alvor (Algarve), 20 - 31 de Maio, 1985.

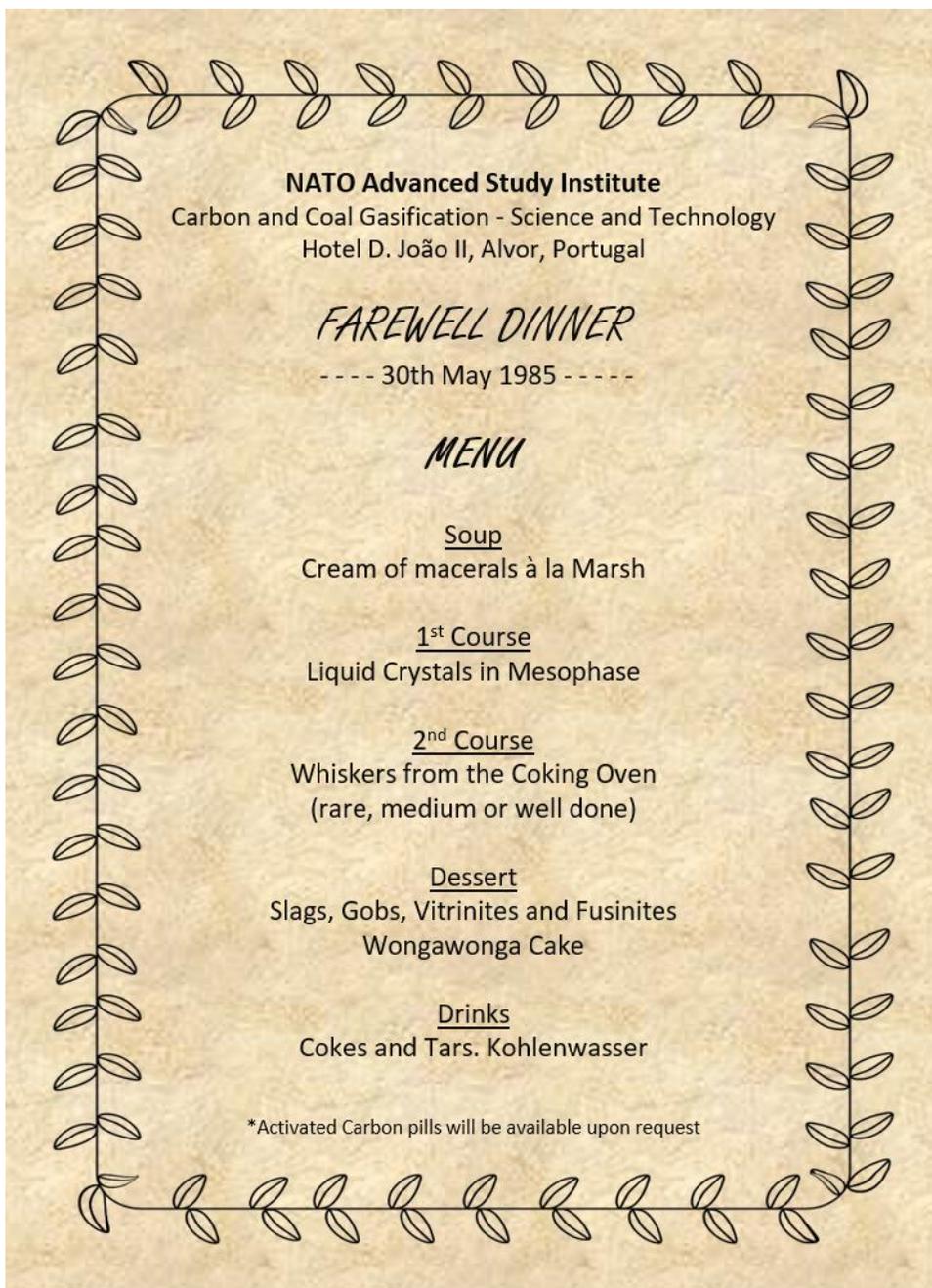


Figura A. 4 - Menu do Jantar de despedida do NATO ASI "Carbon and Coal Gasification".

NATO ASI "Carbon Fibers and Filaments"
Hotel D. João II, Alvor (Algarve), 15 - 27 May, 1989
Director: J.L. Figueiredo **Associate Director: C.A. Bernardo**
Scientific Advisors: R.T.K. Baker, K.J. Hüttinger

Scientific Programme

E. Fitzer (Inst. Chemische Technik, Univ. Karlsruhe, FRG)

Fibre reinforced advanced composites (review)
Carbon fibres from PAN

D.J. Johnson (Univ. Leeds, UK)

Structure and physical properties of carbon fibres

D.D. Edie (Clemson Univ. SC, USA)

Pitch and mesophase fibers

P. Gadelle (INP Grenoble, France)

The growth of vapour-deposited carbon fibres

G.G. Tibbetts (General Motors Research Laboratories, MI, USA)

Vapour-grown carbon fibres
Physical modelling of carbon filament growth

P. Ehrburger (Centre de Recherches sur la Physico-Chimie des Surfaces Solides, Mulhouse, France)

Surface properties of carbon fibres
Protective layers for special types of composites

K.J. Hüttinger (Inst. Chemische Technik, Univ. Karlsruhe, FRG)

The fundamentals of chemical interactions in composite interfaces
Theoretical and practical aspects of liquid-phase pyrolysis as basis of the carbon matrix of CFRC

W. Hüttner (Schunk Kohlenstofftechnik GmbH, FRG)

Potential of carbon/carbon composites as structural material
High performance carbon fibre reinforced polymers
Carbon based materials in medical applications

B. Rand (School of Materials, Univ. Sheffield, UK)

Cement and ceramic matrix composites
Fabrication routes for ceramic and glass matrix composites

R.T.K. Baker (Auburn Univ., AL USA)

Review of carbon filament formation
Applications of carbon filaments

L. Bonnetain (INP Grenoble, France)

Structural characterization of filamentous carbons produced on metal catalysts

J.L. Figueiredo (Univ. Porto, Portugal)

Kinetics and mechanisms of filamentous carbon formation on metal catalysts

A. Sacco, Jr. (Worcester Polytechnic Inst., MA, USA)

Carbon deposition and filament initiation on Fe
Growth of carbon filaments on Fe

C.A. Bernardo (Univ. Minho, Portugal)

Filamentous carbon formation on Ni-Cu alloy catalysts



Figura A. 5 – Participantes no NATO ASI “Carbon Fibers and Filaments”, Alvor, 15-27 de Maio, 1985.

DESACTIVAÇÃO E REGENERAÇÃO DE CATALISADORES

Curso realizado no Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
(IPT)- São Paulo, Brasil
13 a 28 de Agosto de 1990

PROGRAMA

1- INTRODUÇÃO - Desactivação de catalisadores: causas e efeitos. Identificação dos mecanismos de desactivação. Exemplos de processos catalíticos sujeitos a desactivação.

2 - ENVENENAMENTO - Venenos dos catalisadores metálicos, óxidos e ácidos. Envenenamento selectivo. Efeitos geométricos e electrónicos; "*ensembles*". Envenenamento de catalisadores metálicos pelo enxofre.

3.- TRANSFORMAÇÕES ESTRUTURAIS - Sinterização e reacções no estado sólido. Sinterização de catalisadores metálicos suportados: Modelos e mecanismos. Sinterização dos suportes. Transformações da alumina. Segregação de fases. Perda de componentes. Transições de fase. Reacções químicas envolvendo os componentes do catalisador.

4.- INCRUSTAÇÃO ("*Fouling*") - Deposição de metais. Deposição de "coque". Carbono catalítico e carbono pirólítico. Mecanismos reaccionais correspondentes. Deposição de carbono filamental em catalisadores metálicos. Caracterização e reactividade dos depósitos de "coque" em catalisadores industriais.

5 - REGENERAÇÃO - Diagnóstico de catalisadores desactivados e técnicas de caracterização. Prevenção e inibição da desactivação. Regeneração de catalisadores coqueificados. Redispersão de catalisadores metálicos suportados.

6 - EXEMPLOS INDUSTRIAIS - Desactivação e regeneração de catalisadores de "*steam-reforming*". Desactivação e regeneração de catalisadores de "*reforming*"

BIBLIOGRAFIA:

- *Progress in Catalyst Deactivation*, J.L. Figueiredo (Editor), Martinus Nijhoff Publishers, 1982
- *Deactivation and Poisoning of Catalysts*, J. Oudar, H. Wise (Editores), Marcel Dekker, 1985
- *Catalyst Deactivation*, E.E. Petersen, A.T. Bell (Editores), Marcel Dekker, 1987
- *Activation, Deactivation and Poisoning of Catalysts*, J.B. Butt, E.E. Petersen (Editores), Academic Press, 1988.

PRODUÇÃO CIENTÍFICA DO LCM @ UNIDADE Nº 118/94 [1994-1999]

ARTIGOS EM REVISTA

1. J.L. Figueiredo, "Reactivity of coke deposited on metal surfaces", *Materials and Corrosion*, 50 (1999) 696-699.
2. M.F.R. Pereira, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, "Oxidative dehydrogenation of ethylbenzene on activated carbon catalysts: 1- Influence of surface chemical groups", *Appl.Catal.A: General*, 184 (1999) 153-160.
3. Ph. Serp, J.-C. Hierso, R. Feurer, Y. Kihn, Ph. Kalck, J.L. Faria, A.E. Aksoylu, A.M.T. Pacheco, J.L. Figueiredo, "Single-step preparation of activated carbon supported platinum catalysts by fluidized bed metal-organic chemical vapor deposition (FBMOCVD)", *Carbon*, 37 (1999) 527-530.
4. J.L. Figueiredo, M.F.R. Pereira, M.M.A. Freitas, J.J.M. Órfão, "Modification of the surface chemistry of activated carbons", *Carbon*, 37 (1999) 1379-1389.
5. J.L. Figueiredo, Ph. Serp, B. Nysten, J.P. Issi, "Surface treatments of vapor grown carbon fibers produced on a substrate. Part II - Atomic force microscopy", *Carbon*, 37 (1999) 1809-1816.
6. Ph. Serp, A. Madroñero, J.L. Figueiredo, "Production of vapour-grown carbon fibres: Influence of the catalyst precursor and operating conditions", *FUEL* (1999) 78, 837-844.
7. J.J.M. Órfão, F.J.A. Antunes, J.L. Figueiredo, "Pyrolysis kinetics of lignocellulosic materials: Three independent reactions model", *FUEL*, 78 (1999) 349-358.
8. C. Gonçalves, J. Ferreira, E. Fortunato, I. Ferreira, R. Martins, A.P. Marvão, J.I. Martins, T. Harder, R. Oppelt, "New metallurgical systems for electronic soldering applications", *Sensors and Actuators A*, 74 (1999) 70-76.
9. P.A. Augusto and J.P. Martins, "A new magnetic separator and classifier: prototype design", *Minerals Engineering*, 12 (1999) 799-807.
10. P. Serp, J.L. Figueiredo, P. Bertrand, J.P. Issi, "Surface treatments of vapor grown carbon fibers produced on a substrate", *Carbon*, 36 (1998) 1791-1799.
11. J.L. Figueiredo, "Carbon deposition leading to filament growth on metals", *Materials and Corrosion*, 49 (1998) 373-377.
12. J.L. Faria, R.A. McClelland; S. Steenken, "Photohomolysis and photoionization of substituted tetraphenylethanes and C-C fragmentation of 1,1,2,2-tetra(p-R-phenyl)ethane radical cations (R= H, CH₃, OCH₃, Cl). *Chem. Eur. J.* 4 (1998) 1275-1280.
13. A.M. Fonseca, J.J.M. Órfão, R.L. Salcedo, "Kinetic modeling of the reaction of HCl and solid lime at low temperatures", *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 37 (1998) 4570-4576.
14. S. Morais, G.S. Carvalho, J.L. Faria, H.T. Gomes, J.P. Sousa, "In vitro biomineralization by osteoblast-like cells: part II – Characterization of cellular culture supernatants", *Biomaterials*, 19 (1998) 23-29.
15. M.A.S. Jerónimo, F.F. Melo, A.S. Braga, P.J.B.F. Ferreira, C. Martins, "Monitoring the thermal efficiency of fouled heat exchangers: A simplified method", *Exp. Therm. Fluid Sci.*, 14 (1997) 455-463.

16. J.P. Martins, "The Extraction-Flocculation Re-refining Lubricating Oil Process Using Ternary Organic Solvents", *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 36 (1997) 3854-3858.
17. J.P. Martins, F. Martins "Soda Ash Leaching of Scheelite Concentrates: the effect of high concentration of sodium carbonate", *Hydrometallurgy*, 46 (1997) 191-203.
18. F. Margarido, M.O. Figueiredo, A.M. Queiróz, J.P. Martins "Acid Leaching of Alloys Within the Quaternary System Fe-Si-Al-Ca", *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 36 (1997) 5291-5295.
19. M.C. Pereira, J.L. Faria, M.L. Reis, J.P. Sousa, "Nickel quantification in mice organs by adsorptive cathodic stripping voltammetry using mercury microelectrodes", *Electroanalysis* 9 (1997) 150-154.
20. F.W.J. van Hattum, P. Serp, J.L. Figueiredo, C.A. Bernardo, "The effect of morphology on the properties of vapour-grown carbon fibres", *Carbon*, 35 (1997) 860-863.
21. P. Serp, J.L. Figueiredo, "An investigation of vapor grown carbon fiber's behavior towards air oxidation", *Carbon*, 35 (1997) 675-683.
22. P. Serp, J.L. Figueiredo, "A microstructural investigation of vapor grown carbon fibers", *Carbon*, 34, (1996) 1452-1454.
23. J.L. Figueiredo, José G.R. Poço, Osório Thomaz, Wagner Aldeia, Valdaí Di Giorgi, Renata G. Sakamoto, "Evaluation of the efficiency of activation in the production of carbon adsorbents", *Carbon*, 34 (1996) 679-681.
24. I. Neves, C. Freire, A.N. Zakharov, B. de Castro, J.L. Figueiredo, "Zeolite encapsulated copper(II) complexes with N3O2 Schiff bases: Synthesis and characterization", *Colloids and Surfaces A: Physicochem.Eng.Aspects*, 115 (1996) 249-256.
25. J.P. Martins, F. Margarido "The cracking shrinking model for solid-fluid reactions", *Materials Chemistry and Physics*, 44 (1996) 156-169.
26. J.P. Martins "Kinetics of soda ash leaching of low-grade scheelite concentrates", *Hydrometallurgy*, 42 (1996) 221-236.
27. Maria Cristina S. Nunes, Quitéria P.M. Silva, José Inácio F.P. Martins, "O Efeito da soldadura na corrosão dum aço macio", *Portugaliae Electrochimica Acta*, 14 (1996) 251-254.
28. Ana Isabel S.F. Carvalho, José Inácio F.P. Martins, "Cálculo de coeficientes de actividade a partir de uma nova equação teórica", *Portugaliae Electrochimica Acta*, 14 (1996) 139-143.
29. A.M.A. Queiroz da Silva, J.I.F. Paiva Martins, "Estudo da corrosão do ferro em meio ácido clorídrico, na presença e na ausência do ião férrico", *Portugaliae Electrochimica Acta*, 13 (1995) 439-443.
30. F. Margarido, M.H. Bastos, M.O. Figueiredo, J.P. Martins. "The structural effect on the kinetics of acid leaching refining of Fe-Si alloys", *Materials Chemistry and Physics*, 38 (1994) 342-347.

CAPÍTULOS DE LIVRO

1. J.A.M. Simões, J.A.N.F. Gomes, J.A.S. Cavaleiro, J.L. Figueiredo, M.L.M.N. da Ponte, "Perfil da Química, Engenharia Química e Biotecnologia em Portugal", in "Perfil da Investigação Científica em Portugal: Química, Engenharia Química e Biotecnologia", pp. 7-25 e 115-132, Ministério da Ciência e da Tecnologia, Lisboa, 1999.
2. J.L. Faria, H.T. Gomes, J.L. Figueiredo, "Oxidação Catalítica Degradativa de Poluentes Orgânicos em Efluentes Líquidos", in Catalizadores y Adsorbentes para la Protección Ambiental en la Región Iberoamericana, Ed: J. Blanco. CYTED Subprograma V, pp. 235-240, 1998.
3. J.L. Figueiredo, M.M.A. Freitas, "Peneiros moleculares de carbono para separação de gases", in "III Curso Iberoamericano Tamices Moleculares", F.J. Machado S., Editor, Caracas, Venezuela, pp. 101-110, 1998.
4. J.L. Figueiredo, M.M.A. Freitas, "Preparação de peneiros moleculares para a separação de gases", in "Desarrollo de Adsorbentes para la Separacion de Gases", F. Rodríguez Reinoso, P. Andreu, Editors, CYTED, Alicante, pp. 67-88, 1998.
5. P.A. Augusto, J.P. Martins, J. Villate, "A new prototype to separate solid particles by centrifugal and magnetic forces: Further developments", in: "Filtration and Separation II", A. Macias Machin, A. Estévez (Eds.) pp. 339-348, Universidad de las Palmas de Gran Canaria, 1998. ISBN: 84-89528-29-2.
6. J.L. Figueiredo, "Preparação e caracterização de carvões activados a partir de resíduos vegetais", in "Preparacion de carbones activados y zeolitas para intercambio ionico y adsorcion", C. Scott, C. Bolivar, P. Andreu (eds.), CYTED, Caracas, pp.148-167, 1997
7. J.L. Figueiredo, M.M.A. Freitas, M.F.R. Pereira, J.J.M. Órfão, "Oxidative dehydrogenation of ethylbenzene on modified carbon catalysts", AIDIC Conference Series, ECCE-1 Scientific Committee (editors), vol. 2, pp. 357-363. ERIS C.T. S.r.l., Milano, 1997. ISBN 0390-2358.
8. P. Serp, C.A. Bernardo, J.L. Figueiredo, "Influence of sulfur on the formation of vapor grown carbon fibers produced on a substrate using different iron catalyst precursors", in "Carbon and Carbonaceous Composite Materials", K.R. Palmer, D.T. Marx, M.A. Wright (Eds.), World Scientific Publ. Co., Singapore, pp. 134-147, 1996.
9. J.L. Figueiredo, "Adsorção em sólidos porosos", in "2º Curso Iberoamericano sobre Peneiras Moleculares", D.Cardoso, E.Gonzalez, S.Jahn (Eds.), São Carlos, Brasil, pp.183-202, 1995.
10. M.C. Palma, I.F. Silva, P. Lodewyckx, J.J.M. Órfão, L.S. Lobo, "Effect of HNO₃ and NH₃ treatment on the catalytic oxidation of carbon catalysed by Cu, Mo and their mixture at the eutectic composition". In: "Coal Science", J.A. Pajares, J.M.D. Tascón (eds.), Vol. 1, pp. 691-694, Elsevier, 1995.
11. P.A. Augusto, J.P. Martins, "A New Prototype to Separate Solid Particles by Centrifugal and Magnetic Forces", in: "Filtration and Separation", A. Macias Machin, A. Estévez and E. Jaraiz (Eds.), pp. 174-183. Salamanca, 1995. ISBN: 84-89528-00-4.

TEXTOS DIDÁTICOS

1. J.L. Figueiredo, Introdução à cromatografia em fase gasosa, FEUP, Junho de 1994. 17 páginas policopiadas.
2. J.L. Figueiredo, Colunas capilares, FEUP, Junho de 1994. 9 páginas policopiadas.
3. J.J.M. Órfão, Análise Quantitativa, FEUP, Junho de 1994. 16 páginas policopiadas.
4. J.L. Figueiredo, Detectores selectivos, FEUP, Junho de 1994. 16 páginas policopiadas.

COMUNICAÇÕES EM CONGRESSOS

1. H.T. Gomes, J.L. Faria, J.L. Figueiredo, "Waste water catalytic wet air oxidation using carbon supported metal catalysts", 12th Jacques Cartier Meeting, "Clean Processes and Environment: The Catalytic Solution", Lyon, 6-8 December, 1999.
2. E. Sipos, G. Farkas, A. Tungler, M.M.A. Freitas, J.L. Faria, J.L. Figueiredo: "Enantioselective hydrogenation of isophorone", Vegyészkonferencia'99, Eger, Hungary, 26-28 November, 1999.
3. H.T. Gomes, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, "Degradação oxidativa do ácido butírico em solução", XIII Encontro Galego-Português de Química, Vigo, 17-19 de Novembro, 1999.
4. A.R. Silva, M. Martins, C. Freire, B. de Castro, M.M. Freitas, J.L. Figueiredo, "Imobilização de acetilacetato de cobre(II) em carvões activados", XIII Encontro Galego-Português de Química, Vigo, 17-19 de Novembro, 1999.
5. A.E. Aksoylu, M.M.A. Freitas, J.L. Figueiredo, "An Investigation on Pt-Sn/AC System: Characterization and CO Oxidation", AICHE Annual Meeting, Dallas, TX, USA, October 31 - November 5, 1999.
6. M.A. Fraga, E. Jordão, M.J. Mendes, J.I.P. Martins, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, "Catalisadores de Pt/Carvão: Efeito do Tratamento Oxidante dos Suportes", 10º Congresso Brasileiro de Catálise, Salvador, Bahia, Brasil, 22-24 de Setembro, 1999.
7. M.M.A. Freitas, J.L. Faria, J.L. Figueiredo, Gabriella Farkas, Laszlo Hegedüs, Antal Tungler, Tibor Máthé, K. László, "Effect of carbon support properties on enantioselective hydrogenations of isophorone over palladium catalysts modified with (-)-dihydroapovincaminic acid ethyl ester", 5th International Symposium on Heterogeneous Catalysis and Fine Chemicals, Lyon, France, 30th August-3rd September, 1999.
8. A.E. Aksoylu, M.M.A. Freitas, J.L. Figueiredo, "The effects of different activated carbon supports and oxidation treatments on the properties of Pt based catalysts", 218th ACS meeting, 22-26 August, 1999, New Orleans, USA.
9. A.E. Aksoylu, M.M.A. Freitas, J.L. Figueiredo, "Characterization of bimetallic Pt-Sn catalysts supported on unmodified and modified activated carbon", Ext. Abstr. CARBON'99, 24th Biennial Conference on Carbon, vol. 2, pp. 604-605, Charleston, SC, USA, 11-16 July, 1999.
10. A.E. Aksoylu, M.M.A. Freitas, M.F. Pereira, J.L. Figueiredo, "An investigation on the use of activated carbon as a support for monometallic and bimetallic Pt-

- based catalysts", NATO ASI "Combinatorial catalysis and high throughput catalyst design and testing", Vilamoura, July 11-24, 1999.
11. C. Gonçalves, J. Ferreira, I. Ferreira, E. Fortunato, F. Braz Fernandes, A.P. Marvão, J.I. Martins, R. Martins, "Metallographic analysis of intermetallic interfacial compounds on the copper-tin system", Proc. Materials'99, 9^o Encontro da Sociedade Portuguesa de Materiais, pp. 1.281 – 1.286. Guimarães, 21-23 de Junho, 1999.
 12. M. Silva, R. Ferreira, C. Freire, B. Castro, J.L. Figueiredo, "Caracterização de complexos de níquel(II) encapsulados nos zeólitos NaX e NaY", 4^o Encontro da Divisão de Catálise da Sociedade Portuguesa de Química, Aveiro, 14-15 de Maio, 1999.
 13. H.T. Gomes, J.L. Faria, J.L. Figueiredo, "Catalytic wet air oxidation of butyric acid", 4^o Encontro da Divisão de Catálise da Sociedade Portuguesa de Química, Aveiro, 14-15 de Maio, 1999.
 14. M. Martins, A.R. Silva, C. Freire, B. Castro, J.L. Figueiredo, Synthesis of functionalised metal complexes for anchoring in activated charcoals, First Meeting Requimte, Porto, 5-6 de Fevereiro de 1999.
 15. R. Ferreira, M. Silva, C. Freire, B. Castro, J.L. Figueiredo, Metal salen-based complexes encapsulated in faujasites, First Meeting Requimte, Porto, 5-6 de Fevereiro de 1999.
 16. J.L. Faria, H.T. Gomes, J.L. Figueiredo, "Oxidação catalítica em fase líquida de ácidos carboxílicos de baixo peso molecular", XII Encontro Luso-Galego de Química, Matosinhos, 11-13 de Novembro, 1998.
 17. Ph. Serp, J.-C. Hierso, R. Feurer, Y. Kihn, Ph. Kalck, J.L. Faria, A.E. Aksoylu, A.M.T. Pacheco, J.L. Figueiredo, "Preparação de catalisadores de platina suportados em carvão activado por deposição em fase vapor de compostos metal-organicos em leito fluidizado", XII Encontro Luso-Galego de Química, Matosinhos, 11-13 de Novembro, 1998.
 18. R. Ferreira, M. Silva, C. Freire, B. de Castro, J.L. Figueiredo "Encapsulação de complexos de Cu(II) no zeólito NaX", XVI Encontro Nacional da Sociedade Portuguesa de Química, Guimarães, 22-25 de Setembro, 1998.
 19. J.L. Figueiredo, M.M.A. Freitas, "Peneiros moleculares de carbono para separação de gases", XXIII Reunião Ibérica de Adsorção, pag. 15, Évora, 15-18 Setembro, 1998.
 20. J.A.C. Alves, C. Freire, B. de Castro, J.L. Figueiredo, "Funcionalização de carvões activados por ancoragem de complexos metálicos. Estudos com moléculas-modelo", XXIII Reunião Ibérica de Adsorção, pag. 39, Évora, 15-18 Setembro, 1998.
 21. H.T. Gomes, J.L. Faria, J.L. Figueiredo "Determinação da dispersão metálica de catalisadores Pt/C por quimisorção/dessorção de H₂", XXIII Reunião Ibérica de Adsorção, pag. 125, Évora, 15-18 Setembro, 1998.
 22. A.M.T. Pacheco, M.M.A. Freitas, J.L. Figueiredo "Preparação de um compósito de negro de carbono mesoporoso", XXIII Reunião Ibérica de Adsorção, pag. 173, Évora, 15-18 Setembro, 1998.
 23. M. Silva, R. Ferreira, C. Freire, B. de Castro, J.L. Figueiredo, "Caracterização de catalisadores Ship-in-a-bottle por adsorção de azoto", XXIII Reunião Ibérica de Adsorção, pag. 209, Évora, 15-18 Setembro, 1998.

24. J.L. Figueiredo "Formation de coque et régénération des catalyseurs", Colóquio Franco-Português sobre Desactivação e Regeneração de catalisadores, IST, Lisboa, Setembro 1998.
25. J.L. Faria, O.C. Monteiro, J.I. Martins, J.L. Figueiredo, E. Jordão, M.J. Mendes, "Catalisadores bimetálicos de Pt-Sn suportados em carvão para a redução selectiva de aldeídos insaturados." In: Actas del XVI Simpósio Iberoamericano de Catálisis, Cartagena de Indias, Colombia, 23-28 de Agosto, 1998. Ed: A. Centeno, S.A. Giraldo, E.A. Páez Mozo. UIS, Bucaramanga, vol. 2, pp. 615-620. ISBN: 958-9318-58-4.
26. J.L. Figueiredo, Ph. Serp, M.J. Fernández, P. Bertrand, B. Nysten, J.-P. Issy, "Surface Modification of Vapor Grown Carbon Fibres", Ext. Abstr. International Carbon Conference EUROCARBON'98, vol.2, pp. 583-584, Strasbourg, 5 - 9 July, 1998.
27. J.A.C. Alves, C. Freire, B. de Castro, J.L. Figueiredo, "Carbon-Anchored Complexes. Preparation and Characterization", Ext. Abstr. International Carbon Conference EUROCARBON'98, vol.1, pp. 153-154, Strasbourg, 5 - 9 July, 1998.
28. M.F.R. Pereira, M.M.A. Freitas, J.J.M. Orfão, J.L. Figueiredo, "Modification of the surface chemistry of activated carbons", NATO Advanced Study on "Design and Control of Structure of Advanced Carbon Materials for Enhanced Performance", Antalya, Turquia, 9-21 de Maio, 1998.
29. J.L. Figueiredo, "Vapor-grown carbon fibres. Production and applications" UK-Portugal Workshop on Advanced Ceramics and Glass Materials, Aveiro, 26-27 de Março de 1998.
30. M.F.R. Pereira, M.M.A. Freitas, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo "Caracterização superficial de carvões activados", XI Encontro Luso-Galego de Química, pp.173-174, Ferrol, Espanha, 26-28 de Novembro, 1997.
31. J.A.C. Alves, C. Freire, B. de Castro, J.L. Figueiredo, "Complexos metálicos ancorados em carvões activados. Preparação e caracterização de catalisadores", XI Encontro Luso-Galego de Química, pp.177-178, Ferrol, Espanha, 26-28 de Novembro, 1997.
32. J.L. Faria, J.P. Martins, J.L. Figueiredo, "Hidrogenação catalítica em química fina", XI Encontro Luso-Galego de Química, pp.179-180, Ferrol, Espanha, 26-28 de Novembro 1997.
33. P. Pinho, C. Freire, B. de Castro, I. Neves, J.L. Figueiredo, "[Co(napphen)] encapsulated in Y zeolite: Synthesis and characterization", Abstr. 3rd European Congress on Catalysis, EUROPACAT-3, vol.2, pp.737, Kraków, Poland, 31st August - 6th September, 1997.
34. A.N. Zakharov, J.L. Figueiredo, B. de Castro, "Synthesis and catalytic activity of zeolite supported Co(II) chelate complex of bis(acetylacetonate)-o-phenylenediimine in liquid-phase hydrogenation of hexene-1", Abstr. 3rd European Congress on Catalysis, EUROPACAT-3, vol.2, pp.820, Kraków, Poland, 31st August - 6th September, 1997.
35. A.N. Zakharov, J.L. Figueiredo, B. de Castro, "Comparative catalytic activity of zeolite included bi- and tricyclic Cu(II) chelates in liquid phase oxidation of catechol with H₂O₂. ZMPC'97, International Symposium on Zeolites and Microporous Crystals, Tokyo, Japan, 24-27 August, 1997.

36. J.L. Figueiredo, M.M.A. Freitas, "Modified activated carbons as molecular sieves for gas separation", Ext. Abstr. CARBON'97, 23rd Biennial Conference on Carbon, vol. 1, pp. 298-299, State College, PA, USA, July 18-23, 1997.
37. F.W.J. van Hattum, P. Serp, J.L. Figueiredo, A. Madroñero, C.A. Bernardo, "The effect of the morphology on the mechanical and interfacial properties of vapour-grown carbon fibres", Ext. Abstr. CARBON'97, 23rd Biennial Conference on Carbon, vol.2, pp.294-295, State College, PA, USA, July 18-23, 1997.
38. J.L. Figueiredo, P. Serp, "Structure and reactivity of vapor grown carbon fibers", Ext. Abstr. CARBON'97, 23rd Biennial Conference on Carbon, vol.2, pp.292-293, State College, PA, USA, July 18-23, 1997.
39. I. Neves, C. Freire, B. de Castro, J.L. Figueiredo, "Zeolite encapsulated Cu(SALOPH-Cl₂): Preparation and characterization. 2nd International Conference "Catalysis on the Eve of the XXI Century. Science and Engineering", Novosibirsk, Russia, 7-11 July, 1997.
40. J.L. Figueiredo, M.M.A. Freitas, M.F.R. Pereira, J.J.M. Órfão, "Desidrogenação oxidativa de etilbenzeno com catalisadores de carbono", 3º Encontro da Divisão de Catálise da Sociedade Portuguesa de Química, pp. 5-9. Lisboa, 23 de Maio, 1997.
41. J.L. Faria, O.C. Monteiro, J.L. Figueiredo, "Preparação de catalisadores de Pt-Sn suportados em carvão activado: Efeito do solvente de impregnação", 3º Encontro da Divisão de Catálise da Sociedade Portuguesa de Química, p. 64. Lisboa, 23 de Maio 1997.
42. J.A.C. Alves, A.M.M. Amorim, J.M.D. Ramalho, J.L. Faria, J.L. Figueiredo, "Preparação e caracterização de catalisadores bimetálicos de Ni-Cu suportados em carvão activado", 3º Encontro da Divisão de Catálise da Sociedade Portuguesa de Química, pag. 62, Lisboa, 23 de Maio, 1997
43. M. Silva, I. Neves, C.Freire, B. de Castro, J.L. Figueiredo, "Comparação de métodos de encapsulação de [Co(Naphen)] num zeólito NaY", 3º Encontro da Divisão de Catálise da Sociedade Portuguesa de Química, pag. 59, Lisboa, 23 de Maio, 1997
44. J.L. Figueiredo, M.M.A. Freitas, M.F.R. Pereira, J.J.M. Órfão, "Oxidative dehydrogenation of ethylbenzene on modified carbon catalysts", Proceedings of the 1st European Congress on Chemical Engineering, vol. 3, p. 2243-2247, Florence, Italy, 4-7 May, 1997.
45. J.L. Faria, O.C. Monteiro, J.I. Martins, J.L. Figueiredo, "Preparação de catalisadores bimetálicos Pt-Sn suportados em carvão activado", X Encontro Luso-Galego de Química, 4.04, Matosinhos, 27-29 de Novembro, 1996.
46. I. Neves, C. Freire, B. de Castro, J.L. Figueiredo, "Preparação de novos materiais catalíticos: [Cu(SALHD)] encapsulado num zeólito NaY" X Encontro Luso-Galego de Química, 6.03, Matosinhos, 27-29 de Novembro, 1996.
47. J.L. Figueiredo, "Desidrogenação oxidativa de hidrocarbonetos", (invited lecture), Actas do 15º Simpósio Iberoamericano de Catalisis, vol.1, pp. T129-T138, Cordoba, Argentina, 16-20 de Setembro, 1996.
48. J.M. Britto, K.S. Santos, K.L. Souza, A. Cardoso, J.L. Figueiredo, M.C. Rangel, "Caracterização do coque depositado sobre catalisadores bimetálicos industriais", Actas do 15º Simpósio Iberoamericano de Catalisis, vol.2, pp.1055-1060, Cordoba, Argentina, 16-20 de Setembro, 1996.

49. M.M.A. Freitas, M.F.R. Pereira, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, "Catalisadores de carbono para desidrogenação oxidativa do etilbenzeno", Actas do 15º Simpósio Ibero-americano de Catálise, vol. 2, pp. 793-798, Córdoba, Argentina, 16-20 de Setembro, 1996.
50. I. Neves, C. Freire, A.N. Zakharov, B. de Castro, J.L. Figueiredo, " Encapsulação de um complexo de Cu(II) num zeólito NaY", Actas do 15º Simpósio Iberoamericano de Catalisis, vol.3, pp.1533-1538, Cordoba, Argentina, 16-20 de Setembro, 1996.
51. A.N. Zakharov, J.L. Figueiredo, B. de Castro, "Matrix synthesis of transition metal chelates derived from N,N'-o-phenylene-bis(salicylidene imine) - Method of heterogenized catalyst preparation", 7th Nordic Symposium on Catalysis, Turku, Finland, 3-4 June, 1996.
52. M.M.A. Freitas, M.F.R. Pereira, J.L. Figueiredo, "Identificação de grupos funcionais na superfície de carvões activados por TPD e DRIFTS", XV Encontro Nacional da SPQ, Porto, 22-25 de Maio, 1996
53. P. Pinho, I. Neves, C. Freire, B. de Castro, J.L. Figueiredo, "Encapsulação de [Cu(salen)] num zeólito NaY, XV Encontro Nacional da SPQ, Porto, 22-25 de Maio, 1996
54. P. Serp, J.L. Figueiredo, "Production of carbon fibers from methane: Influence of catalyst precursor and presence of sulfur", 1ªs. Jornadas Científicas do IMAT, Universidade do Porto, Janeiro de 1996
55. I. Neves, C. Freire, A.N. Zakharov, B. de Castro, J.L. Figueiredo, "Síntese e caracterização de complexos de cobre(II) com bases de Schiff encapsulados em zeólitos", 1ªs. Jornadas Científicas do IMAT, Universidade do Porto, Janeiro de 1996.
56. M.M. Freitas, M.F.R. Pereira, J.L. Figueiredo "Caracterização de grupos funcionais na superfície de materiais de carbono por FTIR/DRIFTS e TPD", 1ªs. Jornadas Científicas do IMAT, Universidade do Porto, Janeiro de 1996.
57. L.M.S. Silva, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo "Técnicas termoanalíticas para caracterização de catalisadores", 1ªs. Jornadas Científicas do IMAT, Universidade do Porto, Janeiro de 1996
58. P. Serp, J.L. Figueiredo, "Estudo termogravimétrico e microestrutural da oxidação de fibras de carbono", 1ªs. Jornadas Científicas do IMAT, Universidade do Porto, Janeiro de 1996
59. J.L. Faria, H.T. Gomes, "Aplicação do método de dicroísmo linear por espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (LDFTIR) à análise de membranas lipídicas", Curso de Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier, ISEP, Porto, 8-10 de Janeiro, 1996.
60. I. Neves, C. Freire, B. de Castro, J.L. Figueiredo, "Caracterização de novos materiais catalíticos por DRIFTS", Curso de Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier, ISEP, Porto, 8-10 de Janeiro, 1996
61. M.M.A. Freitas, M.F.R. Pereira, J.L. Figueiredo, "Identificação de grupos funcionais na superfície de carvões activados por DRIFTS", Curso de Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier, ISEP, Porto, 8-10 de Janeiro, 1996
62. J.L. Figueiredo, "Aproveitamento de resíduos agrícolas e florestais: Conversão termoquímica", IX Encontro Galego Portugues de Química, Lugo, 22-24 de Novembro, 1995.

63. J.L. Faria, J. Villate, "Análises sensoriais na caracterização de vários tipos de vinho do Porto", IX Encontro Galego Portugues de Química, Lugo, 22-24 de Novembro, 1995.
64. P. Serp, J.L. Figueiredo, "Influence of sulfur on the formation of vapor grown carbon fibers produced on a substrate using different iron catalyst precursors", Carbon and Carbonaceous Composite Materials: Structure-Property Relationships, Malenovice, Czech Republic, 10-13 October, 1995.
65. A.M.A. Queirroz da Silva, J.I.F. Paiva Martins, "Estudo da corrosão do ferro em meio ácido clorídrico, na presença e na ausência de ião férrico" 7º Encontro da Sociedade Portuguesa de Electroquímica, Faro, 1-7 de Outubro, 1995.
66. P.A. Augusto, J.P. Martins, "A new prototype to separate solid particles by centrifugal and magnetic forces", International Symposium on Filtration and Separation, Salamanca, 28-29 de Setembro, 1995.
67. I. Neves, C. Freire, A.N. Zakharov, B. de Castro, J.L. Figueiredo, "Zeolite encapsulated copper(II) Schiff base complexes: Synthesis and characterization", VII International Symposium on Magnetic Resonance in Colloid and Interface Science, Madrid, 11-15 de Setembro de 1995.
68. A.N. Zakharov, J.L. Figueiredo, I. Neves, B. de Castro, C. Freire, "Synthesis, characterization and catalytic properties of zeolite encapsulated transition metal Schiff base complexes", Europacat II, 2nd European Congress on Catalysis, pag. 730, Maastricht, The Netherlands, 3-8 September, 1995.
69. M.C. Palma, I.F. Silva, J.J.M. Órfão, L.S. Lobo, "Eutectic salt catalysts for carbon oxidation" Europacat II, 2nd European Congress on Catalysis, pag. 190, Maastricht, The Netherlands, 3-8 September, 1995.
70. J.L. Figueiredo, J.J.M. Órfão, M.M.A. Freitas, M.F.R. Pereira, "TPD of activated carbon materials for catalytic applications", Ext. Abstr. Carbon'95, 22nd. Biennial Conference on Carbon, pp. 540-541, San Diego, USA, July 16-21, 1995.
71. J.L. Figueiredo, "O ensino da Catálise na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto", 2º Encontro da Divisão de Catálise da SPQ, Lisboa, 22 de Junho, 1995.
72. J.L. Faria, "Transferência electrónica vs. Ataque electrófilo em sistemas aromáticos activados", 2º Encontro Nacional de Química-Física", Porto, 21-23 de Junho, 1995.
73. J.M. Britto, J.L. Figueiredo, M.C. Rangel, "Natureza do coque depositado em catalisadores de reforma de nafta", 18ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, Caxambu, MG, 30 de Maio - 2 de Junho, 1995.
74. I. Neves, C. Freire, A.N. Zakharov, B. de Castro, J.L. Figueiredo, "Síntese e caracterização de complexos de cobre(II) com bases de Schiff encapsulados em zeólitos", 2ª Conferência de Química Inorgânica da SPQ, Monte Real, 7-8 de Abril, 1995.
75. J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, F.J.A. Antunes, "Cinética da pirólise de madeiras de pinho e eucalipto", VIII Encontro Luso-Galego de Química, Vairão, 23-15 de Novembro, 1994.
76. M.M.A. Freitas, L.M.S. Silva, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, "Caracterização de grupos superficiais em carvões activados", VIII Encontro Luso-Galego de Química, Vairão, 23-25 de Novembro, 1994.

77. Carlos Pedro Alves, J. Inácio Martins, J.L. Figueiredo, "Modificação das características superficiais de carvões activados por tratamentos oxidantes", VIII Encontro Luso-Galego de Química, Vairão, 23-25 de Novembro, 1994.
78. J.L. Faria, "Ocorrência de radicais e iões aromáticos em sistemas naturais. Estudos de transientes por métodos fotolíticos", VIII Encontro Luso-Galego de Química, Vairão, 23-25 de Novembro, 1994.
79. J.L. Figueiredo, J.J.M. Órfão, L.M.S. Silva, "Estudo do efeito promotor do potássio na gasificação de carbono catalisada pelo níquel", Actas, XIV Simposio Iberoamericano de Catalisis, Vol. 1, pp. 115-118. Concepción, Chile, 12-16 de Setembro, 1994.
80. M.C. Palma, I.F. Silva, J.J.M. Órfão, L.S. Lobo, "Copper catalyzed oxidation of carbon promoted by metal oxides: kinetics versus in-situ XRD", Ext. Abstracts, CARBON'94, Int. Conf. on Carbon, pp.490-491, Granada, Espanha, 3-8 de Julho, 1994.
81. C.P. Alves, J.I. Martins, "Preparation and characterization of Pt/C catalysts", Ext. Abstracts, CARBON'94, Int. Conf. on Carbon, pp.264-265, Granada, Espanha, 3-8 de Julho, 1994.
82. J.L. Figueiredo, W. Aldeia, J.J.M. Órfão, "Modification of the pore structure of active carbons by pyrolytic carbon deposition", Ext. Abstracts, CARBON'94, Int. Conf. on Carbon, pp.528-529, Granada, Espanha, 3-8 de Julho, 1994.
83. J.L. Figueiredo, M.T. Sousa, "Oxidation behaviour of vapour-grown carbon fibres", Ext. Abstracts, CARBON'94, Int. Conf. on Carbon, pp.448-449, Granada, Espanha, 3-8 de Julho, 1994.
84. J.G.R. Poço, O. Thomaz, W. Aldeia, V.I. di Giorgi, R.G. Sakamoto, J.L. Figueiredo, "Preparation of active carbons from brazilian vegetable raw-materials", Ext. Abstracts, CARBON'94, Int. Conf. on Carbon, pp.306-307, Granada, Espanha, 3-8 de Julho, 1994.
85. J.L. Figueiredo, "Deposição de coque em processos petroquímicos", conf. convidada, XIV Encontro Nacional da Sociedade Portuguesa de Química, Aveiro, 5-8 de Abril, 1994.
86. A. Nova, J.I. Martins, J.L. Faria, "Recuperação de óleos lubrificantes usados por extracção-floculação", XIV Encontro Nacional da Sociedade Portuguesa de Química, Aveiro, 5-8 de Abril, 1994.
87. P.A.T. Magalhães, J. Brito e Cunha, A. Alves, J. Villate, J.L. Faria, "Análise multivariável na caracterização do vinho do Porto", XIV Encontro Nacional da Sociedade Portuguesa de Química, Aveiro, 5-8 de Abril, 1994.
88. J.L. Faria, "Interpretação de análises sensoriais e químicas na caracterização de vários tipos de vinho do Porto", Jornadas de Enologia do Vinho do Porto, IVP, Porto, 1994.

SEMINÁRIOS DO LCM [1993-2005]

Prof. Dan D. Edie, Clemson Univ., SC, USA – Composites of polymeric matrix with carbon fibers” – 6 de Julho, 1993

Prof. Akira Tomita, Tohoku Univ, Sendai, Japan – Template carbonization – 18 de Setembro, 1995

Dr. Douglas W. McKee, Consultant, New York, USA – High temperature applications of composite materials – 23 de Outubro, 1995

Prof. Mário J. Mendes, UNICAMP, SP, Brasil – Hidrogenação catalítica em Química Fina – 13 de Fevereiro, 1996

Dr. Elena Basaldella, CINDECA, La Plata, Argentina – Síntese de zeólitos sílico-aluminados – 5 de Junho, 1996

Eng Marco André Fraga, UNICAMP, SP, Brasil – Hidrogenação enantioselectiva de α -cetoésteres a β -hidroxiésteres com catalisadores suportados de Pt modificados por cinconidina – 9 de Abril, 1997

Prof. Elizabete Jordão, UNICAMP, SP, Brasil – Hidrogenação do ácido oleico a álcool oleil – 16 de Abril, 1997.

Dr. Philippe Serp, École Nationale Supérieure de Chimie de Toulouse, França – Elaboration de catalyseurs supportés sur substrats divisés par dépôt chimique en phase vapeur a partir de composés organométalliques – 27 de Maio, 1998

Dr. A. Erhan Aksoylu, Bogazici Univ., Istanbul, Turquia – A parametric study on CO₂ hydrogenation by Ni-based monometallic and bimetallic catalysts – 28 de Maio, 1998

Prof. Antal Tungler, Univ. Tecn. Budapeste, Hungria – Conditions of asymmetric induction in heterogeneous catalytic hydrogenations. – 27 de Outubro, 1998.

Prof. Janusz Ryzkowski, Univ. Maria Curie-Sklodowska, Lublin, Polónia – Infra-red spectroscopy in catalysis - 9 de Novembro, 2001

Prof. Antal Tungler, Univ. Tecn. Budapeste, Hungria – The scope of asymmetric heterogeneous catalytic hydrogenations. – 16 de Julho, 2002

Dr. Philippe Serp, École Nationale Supérieure de Chimie de Toulouse, França – Production of MWCNT by catalytic CVD in fluidized bed reactor: first approach of the process – 28 de Outubro, 2002

Prof. Bernard Delmon, Univ. Catholique de Louvain, Bélgica – How to reduce the greenhouse effect – 8 de Novembro, 2002

Prof. Gyorgy Patzay, Budapest Univ. of Technology and Economics, Hungria – Selective purification of radioactive waste waters in the Hungarian NPP-PWR paks – 22 de Julho, 2003

Dr. Juan Garcia Rodríguez, Univ. Complutense de Madrid, Espanha – Ru and Pt catalysts supported on carbon nanotubes: An environmental protection application by catalytic wet air oxidation – 9 de Outubro, 2003

Prof. Michel Guisnet, Univ. Poitiers, França – How to prevent the deactivation by coking of acid zeolite catalysts – 5 de Dezembro, 2005.

PRODUÇÃO CIENTÍFICA DO LCM [2000-2004]

EDIÇÃO DE ACTAS DE CONGRESSOS

1. J.L. Faria, J.L. Figueiredo (editores), XXIX Reunião Ibérica de Adsorção, Livro de Actas, Edição da Sociedade Portuguesa de Química, Porto; 2004. ISBN: 972-99080-1-X.
2. J.J.M. Órfão, J.L. Faria, J.L. Figueiredo (editores), "Actas do 17º Simpósio Ibero-americano de Catálise", FEUP Edições, Porto, 2000. ISBN: 972-752-036-7.

PATENTES

1. M. Bazzouai, E.A. Bazzouai, L. Martins, J.I. Martins, "Processo e banho electrolítico para a obtenção por electropolimerização de um depósito homogéneo e aderente de polipirrol sobre superfícies metálicas oxidáveis", Pedido de Patente Portuguesa 102549 T, em 11 de Janeiro de 2001.
2. A.N. Zakharov, N.S. Zefirov, J.L. Figueiredo, "Preparation of heterogenized arylhydrazone imine of copper (II)", Russian Patent RU 2159677 C1 (submitted 05.10.1999, registered in the State Invention List of Russian Federation, 27th November 2000).

ARTIGOS EM REVISTA

1. M.F.R. Pereira, J.L. Figueiredo, J.J.M. Órfão, P. Serp, P. Kalck, Y. Kihn, "Catalytic Activity of Carbon Nanotubes in the Oxidative Dehydrogenation of Ethylbenzene", Carbon, 42 (2004) 2807-2813.
2. J. Tsou, P. Magnoux, M. Guisnet, J.J.M. Orfao and J.L. Figueiredo, "Catalytic oxidation of methyl-isobutyl-ketone over basic zeolites", Appl.Catal.B: Environmental, 51 (2004) 129-133.
3. J. Tsou, P. Magnoux, M. Guisnet, J.J.M. Órfão and J.L. Figueiredo, "Oscillations in the catalytic oxidation of Volatile Organic Compounds", J. Catal., 225 (2004) 147-154.
4. F. Gonçalves, and J.L. Figueiredo, "Development of carbon supported metal catalysts for the simultaneous reduction of NO and N2O", Appl.Catal.B: Environmental, 50 (2004) 271-278.
5. H.T. Gomes, P.V. Samant, Ph.Serp, Ph. Kalck, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, Carbon Nanotubes and Xerogels as Supports of Well Dispersed Pt Catalysts for Environmental Applications, Applied Catalysis B: Environmental, 54 (2004) 175-182.
6. J. Ryzkowski, S. Pasieczna, J.L. Figueiredo, M.F.R. Pereira, T. Borowiecki, Characterization of activated carbons by FT-IR/PAS and TPD, J. Phys. IV, 117 (2004) 57-64.

7. I. Brás, L. Lemos, A. Alves, M.F.R. Pereira, "Application of pine bark as a sorbent for organic pollutants in effluents", *Management for Environmental Quality*, 15 (2004) 491-501.
8. H.T. Gomes, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, "CWAO of butyric acid solutions: catalyst deactivation analysis", *Ind.Eng.Chem.Res*, 43 (2004) 1216-1221.
9. P.V. Samant, F. Gonçalves, M.M.A. Freitas, M.F.R. Pereira, J.L. Figueiredo, "Surface activation of a polymer based carbon", *Carbon*, 42 (2004) 1321-1325.
10. É. Sípos, G. Fogassy, A. Tungler, P.V. Samant, J.L. Figueiredo "Enantioselective Hydrogenations with Highly Mesoporous Carbon Supported Pd Catalysts", *J. Molec. Catal. A: Chemical*, 212 (2004) 245-250.
11. M.F.R. Pereira, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, "Influence of the Textural Properties of an Activated Carbon Catalyst on the Oxidative Dehydrogenation of Ethylbenzene", *Colloids and Surfaces A: Physicochem.Eng.Aspects*, 241 (2004) 165-171.
12. A.R. Silva, J.L. Figueiredo, C. Freire, B. de Castro, "Manganese(III) salen complexes anchored onto activated carbon as heterogeneous catalysts for the epoxidation of olefins", *Microporous and Mesoporous Materials*, 68 (2004) 83-89.
13. A.R. Silva, M. Martins, M.M.A. Freitas, J.L. Figueiredo, C. Freire, B. de Castro, "Anchoring of Copper(II) Acetylacetonate onto an Activated Carbon Functionalized with a Triamine", *Eur. J. Inorg. Chem.*, 10, 2027-2035 (2004).
14. F. Gonçalves, J.L. Figueiredo, "Nitrous oxide reduction over mono and bimetallic carbon supported catalysts", *Clean Air*, 5 (2004) 79-87.
15. P.C.C. Faria, J.J.M. Órfão, M.F.R. Pereira, "Adsorption of anionic and cationic dyes on activated carbons with different surface chemistries", *Water Research*, 38 (2004) 2043-2052.
16. S. Pasiieczna, J. Ryczkowski, J.L. Figueiredo, "FT-IR/PAS analysis of modified carbon support", *Annals Polish Chem. Soc.*, 2 (Part III) (2003) 1251-1255.
17. S.A.C. Carabineiro, A.M. Ramos, J. Vital, J.M. Loureiro, J.J.M. Órfão, I.M. Fonseca, "Adsorption of SO₂ using vanadium and vanadium-copper supported on activated carbon", *Catalysis Today*, 78 (2003) 203-210.
18. A.M. Fonseca, J.J.M. Órfão, R.L. Salcedo, "A new approach to the kinetic modelling of the reaction of gaseous HCl with solid lime at low temperatures", *Chemical Engineering Science*, 58 (2003) 3499-3506.
19. A.R. Silva, J. Vital, J.L. Figueiredo, C. Freire, B. de Castro, "Activated carbons with immobilised manganese (III) salen complexes as heterogeneous catalysts in the epoxidation of olefins: influence of support and ligand functionalisation on selectivity and reusability", *New J. Chem.* 27 (2003) 1511-1517.
20. J. Tsou, P. Magnoux, M. Guisnet, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, "Oscillations in the oxidation of MIBK over a Pt/HFAU catalyst: Role of coke combustion", *Catal.Comm.* 4 (2003) 651-656.
21. F. Gonçalves, G.E. Marnellos, E.A. Efthimiadis, J.L. Figueiredo, "Simultaneous N₂O and NO reduction over carbon supported catalysts", *React.Kinet.Catal.Lett.* 80 (2003) 153-159.
22. J. Tsou, L. Pinard, P. Magnoux, J.L. Figueiredo, M. Guisnet, "Catalytic oxidation of volatile organic compounds (VOCs). Oxidation of o-xylene over Pt/HBEA catalysts", *Appl.Catal.B.*, 46 (2003) 371-379.

23. A.E. Aksoylu, J.L. Faria, M.F.R. Pereira, J.L. Figueiredo, Ph. Serp, J.-C. Hierso, R. Feurer, Y. Kihn, Ph. Kalck, "Highly dispersed activated carbon supported platinum catalysts prepared by OMCVD : a comparison with wet impregnated catalysts" *Appl.Catal.A: General*, 243 (2003) 357-365.
24. M.F.R. Pereira, S.F. Soares, J.J.M. Orfao, J.L. Figueiredo, "Adsorption of dyes on activated carbons: influence of surface chemical groups", *Carbon*, 41 (2003) 811-821.
25. A.R. Silva, M.M.A. Freitas, C. Freire, B. de Castro, J.L. Figueiredo, "Heterogenization of a functionalized copper(II) Schiff base complex by direct immobilization onto an oxidized activated carbon", *Langmuir*, 18 (2002) 8017-8024.
26. A.R. Silva, M. Martins, M.M.A. Freitas, A. Valente, C. Freire, B. de Castro, J.L. Figueiredo, "Immobilisation of amine functionalised nickel(II) Schiff base complexes onto activated carbon treated with thionyl chloride", *Microporous and Mesoporous Materials*, 55 (2002) 275-284.
27. M.F.R. Pereira, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, "Oxidative dehydrogenation of ethylbenzene on activated carbon fibers", *CARBON*, 40 (2002), 2393-2401.
28. M.A. Fraga, E. Jordão, M.J. Mendes, M.M.A. Freitas, J.L. Faria, J.L. Figueiredo, "Properties of carbon supported platinum catalysts: Role of carbon surface basic sites", *J. Catal.*, 209 (2002) 355-364.
29. Ph. Serp, R. Feurer, Y. Kihn, Ph. Kalck, J.L. Faria, J.L. Figueiredo, "Controlled growth of platinum nanoparticles on carbon nanotubes or nanospheres by MOCVD in fluidized bed reactor", *J. Phys.IV France*, 12 (2002) Pr 4-29 – Pr4-36.
30. H.T. Gomes, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, Ph. Serp, Ph. Kalck, "Carbon supported iridium catalysts in the catalytic wet air oxidation of carboxylic acids: Kinetics and mechanistic interpretation", *J. Molec.Catal. A: Chemical*, 182-18 (2002) 47-60.
31. H.T. Gomes, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, "Catalytic wet air oxidation of butyric acid solutions using carbon supported iridium catalysts", *Catal.Today*, 75 (2002) 23-28.
32. E. Sípós, G. Farkas, A. Tungler, J.L. Figueiredo, "Enantioselective hydrogenation of isophorone with titania supported Pd catalysts modified by (-)-dihydroapovincaminic acid ethyl ester. Effect of the support and the reduction method", *J.Mol.Catal.A: Chemical*, 179 (2002) 107-112.
33. J.J.M. Órfão, F.G. Martins, "Kinetic analysis of thermogravimetric data obtained under linear temperature programming - A method based on calculations of the temperature integral by interpolation", *Thermochimica Acta*, 390 (2002) 195–211.
34. A.M. Fonseca, J.J.M. Órfão, R.L. Salcedo, "Dry-scrubbing of gaseous HCl with solid lime in a cyclone reactor at low temperatures", *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 40 (2001) 304-313.
35. J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, "A simplified method for determination of lignocellulosic materials pyrolysis kinetics from isothermal thermogravimetric experiments", *Thermochimica Acta*, 380 (2001) 67-78.
36. M.F.R. Pereira, J.J.M. Órfão J.L. Figueiredo, "Oxidative dehydrogenation of ethylbenzene on activated carbon catalysts: 3. Catalyst deactivation", *Appl.Catal.A*, 218 (2001) 307-318.

37. Ph. Serp, R. Feurer, Y. Kihn, Ph. Kalck, J.L. Faria, J.L. Figueiredo, "Novel carbon supported material: highly dispersed platinum particles on carbon nanospheres", *J.Mater.Chem.*, 11 (2001) 1980-1981.
38. Ph. Serp, R. Feurer, Ph. Kalck, Y. Kihn, J.L. Faria, J.L. Figueiredo, "A chemical vapour deposition process for the production of carbon nanospheres", *CARBON*, 39 (2001) 621-626.
39. G. Farkas, E. Sípos, A. Tungler, A. Sárkány, J.L. Figueiredo, "Enantioselective hydrogenation of isophorone over Pd catalysts in the presence of (-)-dihydroapovincaminic acid ethyl ester. The effect of reduction method of Pd blacks on the enantiomeric excess", *J.Mol.Catal.A: Chemical*, 170 (2001) 101-107.
40. A.R. Silva, C. Freire, B. de Castro, M.M.A. Freitas, J.L. Figueiredo, "Anchoring of a nickel(II) Schiff base complex onto activated carbon mediated by cyanuric chloride", *Microporous and Mesoporous Materials*, 46 (2001) 211-221.
41. L.M.S. Silva, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, "Formation of two metal phases in the preparation of activated carbon-supported nickel catalysts", *Appl.Catal.A* 209 (2001) 145-154.
42. P.C. Silva, J.L. Figueiredo, "Production of SiC and Si₃N₄ whiskers in C+SiO₂ solid mixtures", *Materials Chemistry and Physics*, 72 (2001) 326-331.
43. J.A.C. Alves, C. Freire, B. de Castro, J.L. Figueiredo, "Anchoring of organic molecules onto activated carbon", *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 189 (2001) 75-84.
44. Ph. Serp, R. Feurer, Ph. Kalck, H. Gomes, J.L. Faria, J.L. Figueiredo, "A new OMCVD iridium precursor for thin film deposition", *Chem. Vap. Deposition*, 7 (2001) 59-62.
45. A.E. Aksoylu, M.M.A. Freitas, M.F.R. Pereira, J.L. Figueiredo, "The effects of different activated carbon supports and support modifications on the properties of Pt/AC catalysts", *CARBON*, 39 (2001) 175-185.
46. M.M.A. Freitas, J.L. Figueiredo, "Preparation of carbon molecular sieves for gas separations by modification of the pore sizes of activated carbons", *FUEL* 80 (2001) 1-6.
47. A M. Queiroz, F. Margarido, J.P. Martins "Acid Refining of Synthesised Alloys Within the Quaternary System Fe-Si-Ca-Al: Effect of Ferric Ions", *Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review*, 22 (2001) 303-322.
48. P.A. Augusto, J.P. Martins, "Innovation Features of a New Magnetic Separator and Classifier", *Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review*, 22 (2001) 231-247.
49. J.J. Díaz Velásquez, L.M. Carballo Suárez, Madalena Freitas, J.L. Faria, J.L. Figueiredo, Estudio por DRIFTS de la oxidación en óxido nitroso de un carbón activado, *Rev. Colombiana de Química*, 30 (2001), 121-132.
50. F.G. Martins, J.J.C. Aparício, J.A. Coelho, M.A.N. Coelho, C.A.V. Costa, M.A.S. Jerónimo, C. Martins, A.S. Braga, "Artificial neural networks in lube oil refining", *Petroleum Technology Quarterly*, Winter 2000/01, 111-115.
51. H.T. Gomes, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, "Catalytic wet air oxidation of low molecular weight carboxylic acids using a carbon supported platinum catalyst", *Appl.Catal.B* 27 (2000) L217-L223.

52. A.E. Aksoylu, M.M.A. Freitas, J.L. Figueiredo, "Bimetallic Pt-Sn catalysts supported on activated carbon- II. CO oxidation", *Catalysis Today* 62 (2000) 337-346.
53. R. Ferreira, M. Silva, C. Freire, B. de Castro, J.L. Figueiredo, "Encapsulation of copper(II) complexes with pentadentate N3O2 Schiff base ligands derived from acetylacetone in NaX zeolite", *Microporous and Mesoporous Materials*, 38 (2000) 391-401.
54. M.F.R. Pereira, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, "Oxidative dehydrogenation of ethylbenzene on activated carbon catalysts. 2. Kinetic modelling", *Appl.Catal.A*, 196 (2000) 43-54.
55. G. Farkas, L. Hegedûs, A. Tungler, T. Máthé, J.L. Figueiredo, M. Freitas, "Effect of carbon support properties on enantioselective hydrogenations of isophorone over palladium catalysts modified with (-)-dihydroapovincaminic acid ethyl ester", *J.Mol.Catal.A: Chemical*, 153 (2000) 215-219.
56. A.E. Aksoylu, M.M.A. Freitas, J.L. Figueiredo, "Bimetallic Pt-Sn catalysts supported on activated carbon- I. The effects of support modification and impregnation strategy", *Appl.Catal.A*, 192 (2000) 29-42.
57. R. Martins, J. Ferreira, C. Gonçalves, P. Nunes, E. Fortunato, P. Marvão, J.I. Martins, "Role of Soldering Parameters on the Electrical Performances Presented by Cu-Sn-Cu Joints Used in Power Diodes", *Materials Science and Engineering A*, 288 (2000) 275-279.
58. J. Ferreira, B. Fernandes, C. Gonçalves, P. Nunes, E. Fortunato, R. Martins, J.I. Martins, P. Marvão "Morphological and Structural Characteristics Presented by the Cu-Sn-Cu Metallurgical System Used in Electronic Joints", *Materials Science and Engineering A*, 288 (2000) 248-252.
59. J. Ferreira, H. Seiroco, F. B. Fernandes, R. Martins, E. Fortunato, A. P. Marvão, J.I. Martins, "Production of Low Cost Contacts and Joins for Large Area Devices by Electrodeposition of Cu and Sn", *Applied Surface Science*, 168 (2000) 292-295.

CAPÍTULOS DE LIVROS

1. M.F.R. Pereira, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, "Remoção da côm em efluentes da indústria têxtil por adsorção em carvões activados modificados", in *Adsorbentes en la solución de algunos problemas ambientales*, Ed: F. Rodríguez Reinoso. CYTED, Madrid, pp.79-94 (2004). ISBN: 84-96023-20-6.
2. M.M.A. Freitas, J.L. Figueiredo, "Preparation of activated carbons with controlled pore size", *Stud. Surf. Sci. Catal.* 144 (2002) 261-265.
3. M. Silva, R. Ferreira, C. Freire, B. de Castro, J.L. Figueiredo, "Oxidation of cyclohexene catalyzed by manganese(III) complexes encapsulated in two faujasites", *Stud. Surf. Sci. Catal.* 142A (2002) 879-886.
4. J.L. Faria, "Oxidação por via húmida catalítica e fotocatalítica no tratamento químico de águas residuais", in: *Ecotoxicologia e remoção de poluentes: estudos na Península Ibérica*. A. Duarte, T.A.R. Santos, A. Panteleitchouk, R. Prego, Editores. Piaget: Viseu. pp 195-204 (2002).
5. M. Silva, R. Ferreira, C. Freire, B. de Castro, J.L. Figueiredo "Synthesis, Characterization and Catalysis of Manganese(II) Complexes Encapsulated in NaX and NaY Zeolites", *Stud. Surf. Sci. Catal.* 135 (2001) 298.

6. J.L. Faria, H.T. Gomes e J.L. Figueiredo, "Oxidação Catalítica por Via Húmida no Tratamento de Águas Residuais", in *Catalizadores y Adsorbentes para la Protección Ambiental en la Región Iberoamericana*, 2ª Edição, Eds: J. Blanco, P.Avila. Ediciones CYTED, Madrid, pp.241-246, (2001). ISBN 84-931538-5-0.
7. J.L. Figueiredo, Ph. Serp, "Optimizing growth conditions for carbon filaments and vapor-grown carbon fibers", in "Carbon Filaments and Nanotubes: Common Origins, Differing Applications?", Ed. L.P. Biró, C.A. Bernardo, G.G. Tibbetts, Ph. Lambin, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp.111-120 (2001).
8. J.L. Figueiredo, Ph. Serp, "Gasification and surface modification of vapor-grown carbon fibers", in "Carbon Filaments and Nanotubes: Common Origins, Differing Applications?", Ed. L.P. Biró, C.A. Bernardo, G.G. Tibbetts, Ph. Lambin, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 121-132 (2001).
9. J.L. Figueiredo, J.J.M. Órfão "Fisissorção em sólidos macro e mesoporosos", in 2º Curso Iberoamericano sobre Caracterização de Catalisadores e Adsorventes, Dilson Cardoso, Maura Jordão, Francisco Machado, eds., S. Carlos, SP, Brasil, pp. 1-24 (2001).
10. Ph. Serp, J.-C. Hierso, R. Feurer, R. Corratgé, Y. Khin, Ph. Kalck, J.L. Faria, A.E. Aksoylu, A.M.T. Pacheco, J.L. Figueiredo, "Characterisation and Reactivity of Activated Carbon Supported Platinum Catalysts Prepared by Fluidized Bed Organometallic Chemical Vapor Deposition (OMCVD)", *Stud. Surf. Sci. Catal.* 130B (2000) 1001-1006.
11. J.L. Figueiredo, F.R. Ribeiro, "Catalyst Deactivation", in "Combinatorial Catalysis and High Throughput Catalyst Design and Testing", Ed. E.G. Derouane, F. Lemos, A. Corma, F.R. Ribeiro, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp.145-173 (2000).
12. F.G. Martins, M.A.N. Coelho, C.A.V. Costa, M.A.S. Jerónimo, C. Martins, A.S. Braga, "Simulation and optimization of atmospheric and vacuum distillations of a lube plant", *European Symposium on Computer Aided Process Engineering – 10*, S. Pierucci (Editor), pp. 361-365. Elsevier Science B.V., Amsterdam (2000). ISBN: 0-444-50520-2.

COMUNICAÇÕES EM CONGRESSOS

1. I. Brás, A. Alves, M.F.R. Pereira, "Application of pine bark as a sorbent for organic pollutants in effluents", ICECFOP – International Conference on Environmental-Compatible Forest Products, Porto, 2004.
2. P.V. Samant, J.L. Figueiredo, Ph. Serp, Ph. Kalck, J.B. Fernandes, "Platinum supported multiwalled carbon nanotubes catalyst for the electro-oxidation of methanol in fuel cells", apresentado em poster na International Conference on Electrochemical Power Systems (ICEPS-2), Hyderabad, 20-21 de Dezembro, 2004.
3. P.V. Samant, C.M. Rangel, M.H. Romero, J.B. Fernandes, J.L. Figueiredo, "Nuevos soportes de carbono para catalisadores de la oxidación de metanol", apresentado oralmente no 1º Congreso Nacional de Pilas de Combustible (CONAPPICE 2004), San Sebastian, Espanha, 13 a 15 de Outubro de 2004.
4. Z. Boukha, M. Kacimi, J.L. Figueiredo, M. Ziyad, "Reformage du methane au dioxyde de carbone sur les catalyseurs à base du nickel supporté sur

- l'hydroxyapatite", 1st Conference on the Valorisation of Phosphates and Phosphorous compounds" COVAPHOS, Marrakech, Morocco, October 11-13, 2004.
5. J.L. Figueiredo, A. Mendez, M.M.A. Freitas, S. Villar-Rodil, J.I. Paredes, A. Martinez-Alonso, J.M.D. Tascon, "Preparation and STM characterization of carbon nanotubes produced on a substrate", 6th. International Conference on Nanotechnology in Carbon "NanoTec & GDRE 2004", Batz-sur-Mer, 10-13 Outubro 2004.
 6. P.V. Samant, J.S. Rebello, J.L. Figueiredo, J.B. Fernandes, "Electro-oxidation of methanol using doped manganese oxides for use in fuel cells", apresentado em poster no International Symposium on Fuel Cells – Science and Technology, Munich, 6-7 de Outubro, 2004.
 7. J.S. Rebello, P.V. Samant, J.B. Fernandes, J.L. Figueiredo, "Anodic activity of different supports for use in direct methanol fuel cells", apresentado em poster no International Symposium on Fuel Cells – Science and Technology, Munich, 6-7 de Outubro, 2004.
 8. M.F.R. Pereira, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, M. Corrias, Ph. Kalck, Ph. Serp, M. Perez-Mendoza, F. Suarez-Garcia, A. Martinez-Alonso, J.M.D. Tascon, "Activação e funcionalização de nanotubos de carbono", XXIX Reunião Ibérica de Adsorção, Porto, 15-17 Setembro 2004.
 9. F. Villacañas, M.F.R. Pereira, J.L. Figueiredo, "Adsorcion de compuestos aromáticos simples en carbones activos. Efectos del pH y de la química superficial", XXIX Reunião Ibérica de Adsorção, Porto, 15-17 Setembro 2004.
 10. A.M. Mendez, G. Gascó, M.M. Freitas, J.L. Figueiredo, "Preparacion de adsorbentes de carbono a partir de lodos pirolizados y activados com Aire", XXIX Reunião Ibérica de Adsorção, Porto, 15-17 Setembro 2004.
 11. H.T. Gomes, P.V. Samant, Ph. Serp, Ph. Kalck, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, "Catalisadores de platina suportada em materiais de carbono com diferentes propriedades de adsorção", XXIX Reunião Ibérica de Adsorção, Porto, 15-17 Setembro 2004.
 12. C. Coelho, A.S. Oliveira, O.C. Nunes, M.F.R. Pereira, "Adsorption/ bioregeneration of the herbicide molinate on modified activated carbons", XXIX Reunião Ibérica de Adsorção, Porto, 15-17 Setembro, 2004.
 13. P.V. Samant, M.F.R. Pereira, J.L. Figueiredo, "Mesoporous carbon supported Pt and Pt-Sn catalysts for hydrogenation of cinnamaldehyde", International Symposium on Carbon for Catalysis CarboCat-2004, Lausanne, 18-20 de Julho, 2004.
 14. P.V. Samant, J.B. Fernandes, C.M. Rangel, J.L. Figueiredo, "Carbon xerogel supported Pt and Pt-Ni catalysts for electro-oxidation of methanol in basic medium", International Symposium on Carbon for Catalysis CarboCat-2004, Lausanne, 18-20 de Julho, 2004.
 15. J.S. Rebello, P.V. Samant, J.B. Fernandes, J.L. Figueiredo, "Enhanced electrocatalytic activity of carbon-supported MnOx/Ru catalysts for oxidation of methanol in fuel cells", International Symposium on Carbon for Catalysis CarboCat-2004, Lausanne, 18-20 de Julho, 2004.
 16. A.R. Silva, J.L. Figueiredo, C. Freire, B. de Castro, "Copper(II) acetylacetonate anchored onto na activated carbon as a heterogeneous catalyst for the

- aziridination of styrene”, International Symposium on Carbon for Catalysis CarboCat-2004, Lausanne, 18-20 de Julho, 2004.
17. J. Garcia, H.T. Gomes, Ph. Serp, Ph. Kalck, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, “Platinum catalysts supported on MWNT for liquidphase degradative oxidation of nitrogen containing compounds”, International Symposium on Carbon for Catalysis CarboCat-2004, Lausanne, 18-20 de Julho, 2004.
 18. J. Garcia, H.T. Gomes, Ph. Serp, Ph. Kalck, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, “Ruthenium catalysts supported on MWNT for the catalytic wet air oxidation of aniline”, 13º Congresso Internacional de Catálise, Paris, 11-16 de Julho, 2004.
 19. J. Tsou, P. Magnoux, M. Guisnet, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, “Destruction of volatile organic compounds (VOCs). Oxidation of MIBK and o-xylene over Pt/zeolite catalysts”, 13º Congresso Internacional de Catálise, Paris, 11-16 de Julho, 2004.
 20. F. Gonçalves, J.L. Figueiredo, "Synergistic effect between Pt and K in the catalytic reduction of NO and N2O", 13º Congresso Internacional de Catálise, Paris, 11-16 de Julho, 2004.
 21. Ph. Serp, M. Corrias, Ph. Kalck, F. Pereira, J.L. Figueiredo, H. Gomes, J.L. Faria, C. Mazzocchia, F. Martini, M.A. Gomez-Garcia, A. Kiennemann, “Some aspects of the use of carbon nanotubes in catalysis”, XIV Congresso Nazionale di Catalisi GIC2004, Lerici (Itália), 6-10 de Junho de 2004.
 22. J. Garcia, H.T. Gomes, Ph. Serp, Ph. Kalck, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, “Nanotubos de carbono como suportes para catalisadores de platina”, XIX Encontro Nacional da Sociedade Portuguesa de Química, Coimbra, 15-17 de Abril, 2004.
 23. A. Mendez, M.M.A. Freitas, J.L. Figueiredo, “The effect of Mo addition on the Fe/MgO catalysts used for carbon nanotubes synthesis”, 1st NanoSpain Workshop, San Sebastian, 10-12 de Março, 2004.
 24. J. Ryzkowski, S. Pasieczna, J.L. Figueiredo, M.F.R. Pereira, T. Borowiecki, “Characterization of activated carbons by FT-IR/PAS and TPD”, 9th Workshop on Photoacoustics and Photothermics, Szczyrk, Poland, 12-13 February, 2004.
 25. S. Pasieczna, J. Ryzkowski, J.L. Figueiredo, "FT-IR/PAS analysis of modified carbon supports", 46th Annual Meeting of the Polish Chemical Society, Section S-11 Catalysis, poster P27, Proceedings (ISBN: 83-901844-7-8), Vol. 2, p. 868. Lublin (Poland), 15-18 September, 2003.
 26. J. Tsou, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, P. Magnoux, M. Guisnet, "Catalytic oxidation of volatile organic compounds (VOCs) – Oxidation of MIBK over Pt/zeolite catalysts", EUROPACAT-VI, communication A3.117, Innsbruck, Áustria, 31st August – 4th September, 2003.
 27. J.J. Díaz Velásquez, L.M. Carballo Suárez, J.L. Figueiredo, "Estudio de las características superficiales de un carbon activo", Congr. Colombiano de Ciencia y Tecnología del Carbon, Medellín, Agosto, 2003.
 28. J.J. Díaz Velásquez, L.M. Carballo Suárez, J.L. Figueiredo, "El carbon activado como catalizador para la deshidrogenación oxidativa de isobutano", Congr. Colombiano de Ciencia y Tecnología del Carbon, Medellín, Agosto, 2003.
 29. J.J. Díaz Velásquez, L.M. Carballo Suárez, J.L. Figueiredo, "Influencia de la modificación de las características superficiales de un carbon activado y su uso como catalizador en la deshidrogenación oxidativa de isobutano", XXII Congr. Colombiano de Ing. Química, Bucaramanga, Agosto, 2003.

30. P.V. Samant, F. Gonçalves, M.M.A. Freitas, M.F.R. Pereira, J.L. Figueiredo, "Surface activation of a polymer based carbon", Carbon'03, An International Conference on Carbon, Oviedo, Spain, 6-10 July, 2003.
31. A. Méndez, M.M.A. Freitas, M.C. Schouler, P. Gabelle, J.L. Figueiredo, "Synthesis of carbon nanotubes over different MgO/Fe catalysts", Carbon'03, An International Conference on Carbon, Oviedo, Spain, 6-10 July, 2003.
32. M.F.R. Pereira, M.M.A. Freitas, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, "Analysis of TPD spectra of activated carbons", Carbon'03, An International Conference on Carbon, Oviedo, Spain, 6-10 July, 2003.
33. J.J. Díaz Velásquez, L.M. Carballo Suárez, J.L. Figueiredo, "Oxidative dehydrogenation of isobutane over activated carbon catalysts", Carbon'03, An International Conference on Carbon, Oviedo, Spain, 6-10 July, 2003.
34. A.M. Ribeiro, J.M. Loureiro, J.J.M. Órfão, M.F.R. Pereira, "Characterization of activated carbons used in canisters", Actas da International Conference on Carbon, CARBON'03, pág. 168 (resumo), texto completo de 4 páginas em CD-Rom, Oviedo, Espanha, 6-10 July, 2003.
35. P.C.C. Faria, J.J.M. Órfão, M.F.R. Pereira, "Optimisation of the surface chemistry of activated carbons for the decolourisation of wastewaters", Actas da International Conference on Carbon, CARBON'03, pág. 224 (resumo), texto completo de 5 páginas em CD-Rom, Oviedo, Espanha, 6-10 July, 2003.
36. M.F.R. Pereira, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, "Modification of the Textural Properties of an Activated Carbon Catalyst for the Oxidative Dehydrogenation of Ethylbenzene", 3rd International Workshop "Characterization of Porous Materials: From Angstroms to Millimeters", Princeton NJ, USA, 21-23 June, 2003.
37. J. Tsou, P. Magnoux, M. Guisnet, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, "Eliminação de compostos orgânicos voláteis. Oscilações na oxidação de MIBK num catalisador Pt/HFAU", 6º Encontro da Divisão de Catálise e Materiais Porosos da SPQ, Évora, 30-31 de Maio, 2003.
38. A.R. Silva, J. Vital, C. Freire, B. de Castro, J.L. Figueiredo, "Complexos de manganês(III) salen imobilizados em carvão activado como catalisadores heterogéneos para a epoxidação de estireno: Influência da química superficial do suporte", 6º Encontro da Divisão de Catálise e Materiais Porosos da SPQ, Évora, 30-31 de Maio, 2003.
39. H.T. Gomes, P.V. Samant, Ph. Serp, Ph. Kalck, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, "Oxidação catalítica por via húmida da anilina sobre catalisadores de platina suportada em diferentes materiais de carbono", 6º Encontro da Divisão de Catálise e Materiais Porosos da SPQ, Évora, 30-31 de Maio, 2003.
40. F. Gonçalves, J.L. Figueiredo, "Redução de NO utilizando catalisadores suportados em carvão activado", 6º Encontro da Divisão de Catálise e Materiais Porosos da SPQ, Évora, 30-31 de Maio, 2003.
41. P.C.C. Faria, J.J.M. Órfão, M.F.R. Pereira, "Descoloração de soluções aquosas com carvões activados modificados", Actas do 6º Encontro da Divisão de Catálise e Materiais Porosos da Sociedade Portuguesa de Química, pág. 69–70, Évora, 30-31 de Maio, 2003.
42. M.F.R. Pereira, S.F. Soares, J.J.M. Orfao, J.L. Figueiredo. Influência da química superficial de carvões activados na adsorção de várias classes de corantes. in XXVII Reunião Ibérica de Adsorção. León, Espanha, 26-28 de Setembro, 2002.

43. H.T. Gomes, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, "Pt/C e Ir/C: Dois sistemas muito eficientes na oxidação de catalítica por via húmida de poluentes organicos", in Actas do XVIII Simpósio Ibero-americano de Catálise, pag. 164 (artigo completo em CD-ROM), Porlamar, Venezuela, 15-21 de Setembro, 2002.
44. J.J. Díaz Velásquez, L.M. Carballo Suárez, J.L. Figueiredo, "Deshidrogenación oxidativa de isobutano (DOI) con un carbón activado comercial modificado por N₂O, aire e hidrógeno", in Actas XVIII Simposio Ibero-Americano de Catálisis, (CD-ROM) pp. 226, Porlamar, Venezuela, 15-21 de Setembro, 2002.
45. C.G. Silva, J.L. Faria, R.A. Boaventura, "Tratamento fotoquímico de de soluções aquosas de corantes azo: oxidação directa vs. fotolítica", in Actas XVIII Simposio Ibero-Americano de Catálisis, (CD-ROM) pp. 1444-1449, Porlamar, Venezuela, 15-21 de Setembro, 2002.
46. A.R. Silva, C. Freire, B. de Castro, J. L. Figueiredo, "Novel heterogeneous manganese-based catalyst for the epoxidation of olefins", XXXVth Int. Conf. on Coordination Chemistry, Heidelberg, 21-26 July, 2002.
47. M.M.A. Freitas, J.L. Figueiredo, "Preparation of activated carbons with controlled pore size", 6th Int. Symposium on the Characterization of Porous Solids (COPS-VI), Alicante, 8-11 May, 2002.
48. C.G. Silva, R.A. Boaventura, J.L. Faria, "Degradação de corantes azóicos fotocatalizada com dióxido de titânio: A via radicalar", 5º Congresso de Radicais Livres em Química, Biologia e Medicina, Soc. Portuguesa de Química, Porto, 13 - 15 de Dezembro, 2001.
49. C.G. Silva, R.A. Boaventura, J.L. Faria, "Fotodegradação de corantes azóicos por radiação UV", XV Encontro Galego-Portugués de Química, A Coruña, 21-23 Novembro, 2001.
50. J.L. Figueiredo, "Investigações sobre materiais de carbono na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto", Actas de la VI Reunión del Grupo Español del Carbón, pp. 15-18, Cáceres, 23-25 de Outubro, 2001.
51. M.M. Freitas, M.C. Schouler, P. Gadelle, J.L. Figueiredo, "Produção de nanofibras e nanotubos de carbono por CVD em presença de um catalisador", Actas de la VI Reunión del Grupo Español del Carbón, pp. 197-198, Cáceres, 23-25 de Outubro, 2001.
52. H.T. Gomes, J.L. Figueiredo, R.A. Boaventura, J.L. Faria, "Catalytic wet-air oxidation of organic pollutants in waste waters", in Actas 8th Int.Chem.Eng.Conf. CHEMPOR' 2001, eds. F. Râmoa Ribeiro, JJC. Cruz Pinto, vol. 1, pp. 291-298. Aveiro, 12-14 de Setembro, 2001.
53. M.F.R. Pereira, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, "Catalisadores de carvão activado para a desidrogenação oxidativa do etilbenzeno – Influência das características texturais", in Actas 8th Int.Chem.Eng.Conf. CHEMPOR' 2001, eds. F. Râmoa Ribeiro, J.J.C. Cruz Pinto, vol. 1, pp. 243-250. Aveiro, 12-14 de Setembro, 2001.
54. F.Gonçalves, J.L.Figueiredo "Bimetallic catalysts for nitrous oxide reduction", Abstracts 5th European Congress on Catalysis, EUROPACAT-V, book 3, 7-P-53, Limerick, Ireland, 2-7 September, 2001.
55. A.R. Silva, C. Freire, B. de Castro, M.M.A. Freitas, J.L. Figueiredo, "Synthesis, characterization and catalytic activity of a new Mn(III) Schiff base complex supported onto activated carbon", Abstracts 5th European Congress on Catalysis, EUROPACAT-V, book 7, 15-P-04, Limerick, Ireland, 2-7 September, 2001.

56. Ph. Serp, R. Feurer, Y. Kihn, Ph. Kalck, J.L. Faria, J.L. Figueiredo "Controlled-growth of platinum nanoparticles on carbon nanotubes or nanospheres by MOCVD in fluidized bed reactor", 13th European Conf. on Chemical Vapor Deposition, Athens, Greece, 26-31 August, 2001.
57. L. Pinard, J. Tsou, P. Magnoux, M. Guisnet, "Catalytic destruction of chlorinated VOCs. Influence of the characteristics of Pt/HFAU catalysts on the destruction of dichloromethane" 13eme. International Zeolite Conference, Montpellier, 16-20 July, 2001.
58. aA.R. Silva, F. Freitas, C. Freire, B. de Castro, J.L. Figueiredo "Epoxidation of styrene with PhIO by Schiff base Mn(III) complexes", 6th Conf. Química Inorganica FIGIPS, Barcelona, 15-20 Julho, 2001.
59. M.M. Freitas, M.C. Schouler, P. Gadelle, J.L. Figueiredo, "Carbon filaments and nanotubes: Effect of catalyst, hydrocarbon and temperature on CVD preparation", Proc. CARBON 2001 Conference, Lexington, Kentucky, pag. 178 (artº completo em CD-Rom), 14-19 July, 2001.
60. J.J. Díaz Velázquez, L. Carballo Suárez; M.M. Freitas, J.L. Figueiredo, "Modification of an activated carbon by thermal treatment under N₂O, air and hydrogen", Proc. CARBON 2001 Conference, Lexington, Kentucky, pag. 156 (artº completo em CD-Rom), 14-19 July, 2001.
61. F. Gonçalves, J.L. Figueiredo "Nitrous oxide reduction over mono and bimetallic carbon supported catalysts", Abstracts 6th International Conf. on Technologies and Combustion for a Clean Environment, vol. II, pp. 787-789, Porto, 9-12 de Julho, 2001.
62. J. Tsou, L. Pinard, J.L. Figueiredo, "Catalytic oxidation of volatile organic compounds (VOCs). Oxidation of o-xylene over Pt/HBEA catalysts" 13th IZC Pre-Conference School, Poitiers, 5-9 July, 2001.
63. H.T. Gomes, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, "Kinetics for catalytic wet air oxidation of butyric acid", Proc. 10th Int. Symp. on Relations between Homogeneous and Heterogeneous Catalysis, pag. 107, Lyon, 2-6 Julho, 2001.
64. H.T. Gomes, J.L. Faria, J.L. Figueiredo, R. Feurer, P. Kalck, P. Serp, "Tetracarbonyl bis(η -(2-methyl-2-propane-thiolato))diiridium: A new CVD iridium precursor for thin film deposition on carbon", 5º Encontro da Divisão de Catálise da SPQ, Leiria, 18-19 de Maio, 2001.
65. M.M. Freitas, M.C. Schouler, P. Gadelle, J.L. Figueiredo, "Produção de filamentos e nanotubos de carbono por CVD de hidrocarbonetos catalisada por Ni e Co", 5º Encontro da Divisão de Catálise da SPQ, Leiria, 18-19 de Maio, 2001.
66. F. Gonçalves, J.L. Figueiredo, "Redução de N₂O utilizando catalisadores suportados em carvão activado", 5º Encontro da Divisão de Catálise da SPQ, Leiria, 18-19 de Maio, 2001.
67. M.F.R. Pereira, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, "Desactivação do catalisador na desidrogenação oxidativa do etilbenzeno sobre carvões activados", 5º Encontro da Divisão de Catálise da SPQ, Leiria, 18-19 de Maio, 2001.
68. A.R. Silva, F. Freitas, C. Freire, B. de Castro, J.L. Figueiredo, "Estudo da actividade catalítica de vários complexos de Mn(III) com bases de Schiff na epoxidação de estireno com NaOCl", 5º Encontro da Divisão de Catálise da SPQ, Leiria, 18-19 de Maio, 2001.

69. M. Silva, R. Ferreira, C. Freire, B. de Castro, J.L. Figueiredo, "Oxidação de ciclohexeno por zeólitos X e Y modificados com complexos de manganês", 5º Encontro da Divisão de Catálise da SPQ, Leiria, 18-19 de Maio, 2001.
70. J. Tsou, J.L. Figueiredo, L. Pinard, P. Magnoux, M. Guisnet, "Eliminação de compostos orgânicos voláteis (COV). Oxidação catalítica de o-xileno em catalisadores de Pt/HBEA, 5º Encontro da Divisão de Catálise da SPQ, Leiria, 18-19 de Maio, 2001.
71. H.T. Gomes, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, "Catalytic wet air oxidation of butyric acid solutions using a carbon supported iridium catalyst", Abstracts, 3rd European Workshop on Environmental Catalysis, pp.113-114, Maiori, Itália, 2-5 de Maio, 2001.
72. F. Gonçalves, J.L. Figueiredo "Nitrous oxide reduction over mono and bimetallic carbon supported catalysts", Abstracts, 3rd European Workshop on Environmental Catalysis, pp.167-168, Maiori, Itália, 2-5 de Maio, 2001.
73. L. Pinard, J. Tsou, C. Canaff, Ph. Ayrault, P. Magnoux, M. Guisnet, "Catalytic oxidation of VOCs. Effect of the support on the mechanism of destruction of dichloromethane over various Pt catalysts", Abstracts, 3rd European Workshop on Environmental Catalysis, pp.93-94, Maiori, Itália, 2-5 de Maio, 2001.
74. H. Seiroco, M. Vicente, J. Ferreira, F.B. Fernandes, P. Marvão, J.I. Martins, R. Martins " New Adhesion Process Based in Lead Free Solder Applied in Electronic Power Devices", Materiais 2001, 1st International Materials Sympos., Coimbra, Portugal, 9-11 April, 2001.
75. H. Seiroco, M. Vicente, J. Ferreira, F.B. Fernandes, P. Marvão, J.I. Martins, R. Martins "Low-Temperature Bonding Using Intermetallic Phases", Materiais 2001, 1st International Materials Symp., Coimbra, Portugal, 9-11 April, 2001.
76. A.R. Silva, C. Freire, B. de Castro, M.M.A. Freitas, J.L. Figueiredo, "Efeito da funcionalização de uma base de Schiff na adsorção de um complexo de cobre(II) em carvão activado", 5ª Conferência de Química Inorgânica, Monte Real, 6-7 de Abril, 2001.
77. H. Seiroco, J. Ferreira, M. Vicente, F. Braz Fernandes, R. Martins, E. Fortunato, A.P. Marvão, J.I. Martins "New Adhesion Process based in Lead Free Solder Applied in Electronic Power Devices", Int. Symp. and exhibition on Advanced Packaging Materials, Processes, Properties and Interfaces, TA22. Georgia, USA, 11-14 March, 2001.
78. J.L. Faria, "Processos de tratamento químico de águas residuais", I Conferência Ibérica sobre Protecção Ambiental, Instituto Universitário de Viseu, 12-14 julho, 2001.
79. Ph. Serp, J.-C. Hierso, R. Feurer, Y. Khin, Ph. Kalck, J.L. Faria, J.L. Figueiredo, "Préparation par depot chimique en phase vapeur en reacteur en lit fluidise de nanoparticules de platine suportées sur des nanospheres de carbone", 10ème Journée Grand Sud-Ouest, Soc. Française de Chimie, Toulouse, Novembro, 2000.
80. H.T. Gomes, J.L. Faria, J.L. Figueiredo, R. Feurer, P. Kalck, P. Serp, "[Ir(η⁵-SC(CH₃)₃)(CO)₂]₂: Um novo precursor de irídio para a produção de filmes por OMCVD sobre substratos de grafite", XIV Encontro Luso-Galego de Química, Braga, 22-24 de Novembro, 2000
81. A.R. Silva, C. Freire, B. de Castro, M.M.A. Freitas, J.L. Figueiredo, "Estudo da adsorção de um complexo de cobre(II) num carvão activado", XIV Encontro Luso-Galego de Química, Braga, 22-24 de Novembro, 2000.

82. P.C. Silva, J.L. Figueiredo, "Estudo cinético da vaporização do monóxido de silício", XIV Encontro Luso-Galego de Química, Braga, 22-24 de Novembro, 2000.
83. A.E. Aksoylu, M.M.A. Freitas, Z.I. Önsan, J.L. Figueiredo, "An investigation on the use of activated carbon as a catalyst support", American Institute for Chemical Engineers (AIChE) 2000 Annual Meeting, Los Angeles, USA, November 12-17, 2000.
84. P.A. Augusto, J.P. Martins "A New Magnetic Separator and Classifier: case study", Proceedings of the XXI International Mineral Processing Congress, Rome, Italy, July 23-27, 2000.
85. M.A. Fraga, E. Jordão, M.J. Mendes, J.I.P. Martins, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, "Influência do Tratamento Oxidante do Suporte Carbono na Preparação de Catalisadores de Platina pelo Método da Impregnação." in Actas do XVII Simpósio Ibero americano de Catálise, Ed. J.M. Órfão, J.L. Faria, J.L. Figueiredo, FEUP Edições, Porto, Portugal, pp. 171-172 (artigo completo 6 pp em CD-ROM), Porto, 16 a 21 de Julho, 2000.
86. A.E. Aksoylu, M.M.A. Freitas, M.F.R. Pereira, J.L. Figueiredo, "Preparação e caracterização de catalisadores de Pt e Pt-Sn suportados em carvão activado" in Actas do XVII Simpósio Ibero americano de Catálise, Ed. J.M. Órfão, J.L. Faria, J.L. Figueiredo, FEUP Edições, Porto, Portugal, pp. 181-182 (artigo completo 6 pp em CD-ROM), Porto, 16 a 21 de Julho, 2000.
87. L.M.S. Silva, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, "Estudo da etapa de impregnação na preparação de catalisadores de Ni suportado em carvão activado" in Actas do XVII Simpósio Ibero americano de Catálise, Ed. J.M. Órfão, J.L. Faria, J.L. Figueiredo, FEUP Edições, Porto, Portugal, pp. 183-184 (artigo completo 6 pp em CD-ROM), Porto, 16 a 21 de Julho, 2000.
88. H.T. Gomes, J.L. Faria, J.L. Figueiredo, "Oxidação Catalítica em Fase Líquida de Compostos Orgânicos." in Actas do XVII Simpósio Ibero americano de Catálise, Ed. J.M. Órfão, J.L. Faria, J.L. Figueiredo, FEUP Edições, Porto, Portugal, pp. 709-710 (artigo completo 6 pp em CD-ROM), Porto, 16 a 21 de Julho, 2000.
89. M. Silva, R. Ferreira, C. Freire, B. de Castro, J.L. Figueiredo, "Síntese e caracterização de complexos de Ni(II) encapsulados nos zeólitos NaX e NaY" in Actas do XVII Simpósio Ibero americano de Catálise, Ed. J.M. Órfão, J.L. Faria, J.L. Figueiredo, FEUP Edições, Porto, Portugal, pp. 763-764 (artigo completo 6 pp em CD-ROM), Porto, 16 a 21 de Julho, 2000.
90. A.R. Silva, C. Freire, B. de Castro, M.M.A. Freitas, J.L. Figueiredo, "Imobilização do complexo [bis(4-hidroxissalicilaldeído)etilenodiiminato] de cobre(II) num carvão activado" in Actas do XVII Simpósio Ibero americano de Catálise, Ed. J.M. Órfão, J.L. Faria, J.L. Figueiredo, FEUP Edições, Porto, Portugal, pp. 775-776 (artigo completo 6 pp em CD-ROM), Porto, 16 a 21 de Julho, 2000.
91. Ph. Serp, J.-C. Hierso, R. Feurer, R. Corratgé, Y. Khin, Ph. Kalck, J.L. Faria, A.E. Aksoylu, A.M.T. Pacheco, J.L. Figueiredo, "Characterisation and Reactivity of Activated Carbon Supported Platinum Catalysts Prepared by Fluidized Bed Organometallic Chemical Vapor Deposition (OMCVD)", 12th International Congress on Catalysis, Granada (Spain), July 9–14, 2000.
92. A.R. Silva, M. Martins, C. Freire, B. de Castro, M.M. Freitas, J.L. Figueiredo "Anchoring of a Schiff base nickel(II) complex functionalised with an amine onto an activated carbon", 1st World Conference on Carbon, CARBON'2000, Berlin, 9-13 July 2000.

93. F.G. Martins, J.J.C. Aparício, J.A. Coelho, M.A.N. Coelho, C.A.V. Costa, M.A.S. Jerónimo, C. Martins, A.S. Braga, "Application of artificial neural networks in modelling extraction processes using rotating disc contactors for lube oil refining processes", ERTC Computing Conference, Oil & Petrochemical Industries, Berlin, 26-28 June 2000.
94. F.G. Martins, M.A.N. Coelho, C.A.V. Costa, M.A.S. Jerónimo, C. Martins, A.S. Braga, "Simulation and optimization of atmospheric and vacuum distillations of a lube plant", European Symposium on Computer Aided Process Engineering – 10, Florence, Italy, 7-10 May, 2000.
95. P. Augusto and J.P. Martins, "A New Magnetic Separator and Classifier: Optimisation of Main Parameters, Final Prototype Design and Mass Effects", Proceedings Volume Two, pp. 1209-1212, World Filtration Congress, Brighton, 3-7 April, 2000.
96. J.L. Faria, H.T. Gomes, J.L. Figueiredo, "CWAO de poluentes orgânicos usando catalisadores metálicos suportados em carvão activado", XVII Encontro Nacional da Sociedade Portuguesa de Química, Lisboa, 1-3 de Março, 2000.
97. A.R. Silva, C. Freire, B. de Castro, M.M.A. Freitas, J.L. Figueiredo, "Imobilização de [Mn(salen)] num carvão activado", XVII Encontro Nacional da Sociedade Portuguesa de Química, Lisboa, 1-3 de Março, 2000.
98. R. Ferreira, M. Silva, C. Freire, B. de Castro, J.L. Figueiredo, "Caracterização de complexos de Ni(II) encapsulados nos zeólitos NaX e NaY", XVII Encontro Nacional da Sociedade Portuguesa de Química, Lisboa, 1-3 de Março, 2000.
99. M.M.A. Freitas, M.F.R. Pereira, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, "Caracterização de carvões activados por TPD", XXV Reunião Ibérica de Adsorção, Pamplona, 18-20 de Setembro, 2000.



Figura A. 6 – Capa do Boletim Informativo da FEUP, Março de 2005.

CATÁLISE

CICLO DE PALESTRAS

CURSO INTEGRADO

Às Sextas de
21 de Abril a
30 de Junho 2006, no
Departamento de Química
Universidade de Coimbra

Empresas participantes

HOVIONE
GALP ENERGIA
QUIMIGAL
CIRES

Universidades promotoras

Universidade de Coimbra
Universidade do Porto
Universidade de Aveiro
Universidade Técnica de Lisboa
Universidade Nova de Lisboa

Programa

Introdução à Catálise e aos Processos Catalíticos
Reacções Catalíticas: Conceitos Fundamentais
Catálise Heterogénea
Catálise Homogénea
Catálise Enzimática
Cinética e Mecanismos
Reactores Catalíticos
Fotocatálise
Electrocatalise
Caracterização de catalisadores
Exemplos de Processos Catalíticos Industriais
Sessões de Demonstração
Instituto Superior Técnico
Centro de Materiais da Universidade do Porto
Departamento de Química – Universidade de Aveiro

Organização

José L. Figueiredo, Mariette M. Pereira, Joaquim L. Faria
M. J. Moreno, M. E. Azenha, A. Peixoto, R. Nunes

SPQ Delegação do Porto
Divisão de Catálise e Materiais Porosos

Apoios



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

Oradores

Jacob Moulijn, TU Delft
Eric Derouane, IST e U. Algarve
P. van Leeuwen, U. Amsterdam
Michel Guisnet, IST e U. Poitiers
J. C. Bayón, U.A. Barcelona
I. Gallardo, U.A. Barcelona
Zoraida Freixa, ICIQ Tarragona
J. F. Joly, IFP
W. Heggie, HOVIONE
J. Soares Mota, GALP ENERGIA
Pedro Gonçalves, CIRES
Clemente Pedro Nunes, QUIMIGAL
Paulo Araújo, QUIMIGAL
Carlos Sá, CEMUP
Sílvia B. Costa, IST
F. Ramôa Ribeiro, IST
J. Sampaio Cabral, IST
Francisco Lemos, IST
Filipa Ribeiro, IST
José L. Figueiredo, FEUP
A. E. Rodrigues, FEUP
José M. Órfão, FEUP
Joaquim L. Faria, FEUP
João Rocha, UA
Graça Neves, UA
Ana Cavaleiro, UA
Artur Silva, UA
Hugh Burrows, UC
Luís Arnaut, UC
Mariette M. Pereira, UC
M.J. Moreno, UC
Elisa Serra, UC
Beatriz Royo, ITQB
Cristina Freire, FCUP
Joaquim Vital, UNL
Isabel Fonseca, UNL
Manuela Carrot, UÉvora

Informações e inscrições
www.qui.uc.pt
mmpereira@qui.uc.pt

Figura A. 7 - Cartaz do Curso Integrado de Catálise e Ciclo de Palestras, 2006.

CICLO DE PALESTRAS & CURSO INTEGRADO DE CATÁLISE (2006)

21 de Abril, Departamento de Química da Universidade de Coimbra	
10:30	Abertura
11:00	GENERAL INTRODUCTION TO CATALYSIS M. Guisnet (U. Poitiers)
11:30	Zeolite catalysts. Refining and Petrochemical Processes M. Guisnet (U. Poitiers)
13:00	Pausa para almoço
14:30	Catalysis in QUIMIGAL Paulo Araújo (QUIMIGAL)
15:30	Industrial implementation for homopolymerization and copolymerization of vinyl chloride based on Living Radical Polymerization Jorge Coelho (CIRES)
16:30	Pausa para café
17:00	Fundamentals of Catalytic Reactions J.L. Figueiredo (U. Porto)

28 de Abril, Departamento de Química da Universidade de Coimbra	
11:00	Importância Dos Processos Catalíticos na Refinação de Petróleos J. Soares Mota (GALP Energia)
12:00	Catálise Por Selectividade De Forma Dos Zeólitos Formação de coque, desactivação e regeneração de catalisadores zeolíticos F. Ramôa Ribeiro (IST)
13:00	Pausa para almoço
14:30	Heterogeneous Catalysis: Correlations of Catalytic Activity J.L. Figueiredo (U. Porto)
15:30	Catalyst Deactivation J.L. Figueiredo (U. Porto)
16:30	Pausa para café
17:00	Mechanisms and Kinetics in Heterogeneous Catalysis J.J.M. Órfão (U. Porto)

5 de Maio, Departamento de Química da Universidade de Coimbra	
11:00	Catalyst Testing J.L. Figueiredo (U. Porto)
12:00	Synthesis and Modification of Zeolites Filipa Ribeiro (IST)
13:00	Pausa para almoço
14:30	Adsorção física de gases em sólidos: fundamentos, teorias e métodos paraa caracterização textural de catalisadores Manuela Carrott (U. Évora)
15:30	Preparation of bulk catalysts and supports Isabel Fonseca (U. Nova de Lisboa)
16:30	Pausa para café
17:00	Joaquim Vital (U. Nova de Lisboa)

12 de Maio, Departamento de Engenharia Química IST-U. Técnica de Lisboa	
10:00	J. Sampaio Cabral (IST)
10 :45	Biocatálise Francisco Lemos (IST)
11:30	ELECTROCATALYSIS: APPLICATIONS IN COORDINATION AND ORGANOMETALLIC CHEMISTRIES Armando J.L. Pombeiro (IST)
12:00	Pausa para almoço
14:30	Apresentação oral de várias técnicas de caracterização (Espectroscopia de infravermelhos, TPD - <i>Temperature Programmed Desorption</i> , Adsorção para determinação de áreas específicas e Ensaios Catalíticos à pressão atmosférica e a alta pressão) <i>Auguste Fernandes, Ricardo Ramos Pinto, Filipa Ribeiro, José Madeira Lopes e Filipe Freire</i>
15:30	Serão constituídos vários grupos que rodarão pelas diferentes técnicas de caracterização, prevendo-se para cada uma delas 20 minutos – Laboratório de Zeólitos (Prof. Ramôa Ribeiro) – Torre Sul, Piso 9-IST.

19 de Maio, Centro de Materiais da Universidade do Porto	
11:00	C.M. Sá (microscopia + Análise de superfícies)
13:00	Pausa para almoço
14:30	Práticas de SEM/microanálise, Auger/XPS
16:30	Pausa para café
17:00	Práticas de SEM/microanálise, Auger/XPS

26 de Maio, Departamento de Química da Universidade de Coimbra	
11:00	Basic Concepts of Homogeneous Catalysis. Catalytic Hydroformylation as Selected Example. Mariete Pereira (U. Coimbra)
12:00	Enantioselective Alkylation of Aldehydes with Organozinc Reagents Elisa Serra (U. Coimbra)
13:00	Pausa para almoço
14:30	Polioxometalatos na catálise oxidativa de compostos orgânicos Ana Cavaleiro (U. Aveiro)
15:30	Homogeneous Catalytic Hydrogenation M.J. Moreno (U. Coimbra)
16:30	Pausa para café
17:00	Kinetics of Homogeneous Catalytic Processes Luís Arnaut (U. Coimbra)

2 de Junho, Departamento de Química da Universidade de Coimbra	
11:00	Homogeneous catalysis-Oxidations Beatriz Royo (ITQB)
12:00	Carbon-carbon bond formation mediated by Palladium (0) Graça Neves (U. Aveiro)
13:00	Pausa para almoço
14:30	Zeolites as solid solvents and Friedel-Crafts Catalysts for the synthesis of fine Chemicals. Eric Derouane (U. Algarve)

15:30	Charge Separation And Redox Catalysis In Photochemical Reactions Sílvia Costa (IST)
16:30	Pausa para café
17:00	Immobilisation of transition metal complexes onto solid supports. Application of the novel materials in catalytic reactions. Cristina Freire (U. Porto)

9 de Junho, Departamento de Química da Universidade de Coimbra	
11:00	Ligands in homogenous catalysis: asymmetric catalysis Juan Carlos Bayón (U.A.Barcelona)
12:00	Electrocatalysis: electrodes as heterogeneous catalysts and application in sensors and fuel cells. C. Brett (U. Coimbra)
13:00	Pausa para almoço
14:30	Electrocatalysis: Indirect Electrochemical Reactions Iluminada Gallardo (U.A.Barcelona)
15:30	Homogeneous Photocatalysis H. Burrows (U. Coimbra)
16:30	Pausa para café
17:00	The Heterogeneous Photocatalytic Process J.Faria (U. Porto)

16 de Junho, Departamento de Química da Universidade de Aveiro	
10:30	Elucidação Estrutural de Compostos Orgânicos por Espectroscopia de Ressonância Magnética Nuclear em Solução Artur Silva (U. Aveiro)
11 :30	Práticas de RMN em Solução
13:00	Pausa para almoço
14:30	Elucidação Estrutural de Compostos Inorgânicos por Espectroscopia de Ressonância Magnética Nuclear em Sólidos João Rocha (U. Aveiro)
16:30	Pausa para café
17:00	Práticas de RMN (Sólido)

23 de Junho, Departamento de Química da Universidade de Coimbra	
11:00	Alírio Rodrigues (U. Porto)
12:00	Formation of Carbon-Carbon Bonds using Catalytic Reactions William Heggie (Hovione)
13:00	Pausa para almoço
14:30	Alírio Rodrigues (U. Porto)
15:30	J.L. Figueiredo (U. Porto)
16:30	Pausa para café
17:00	Alírio Rodrigues (U. Porto)

30 de Junho, Departamento de Engenharia Química IST-U. Técnica de Lisboa	
11:00	Industrial Homogeneous Catalysis: from bulk to fine. P. van Leuwen (U. Amsterdam)
12:00	Structured catalytic reactors in multiphase applications JA Moulijn (T.U. Delft)
13:00	Pausa para almoço
14:30	Transportation fuels: new and future trends (from petroleum to biomass) J.F. Joly (Institut Français du Pétrole)
15:30	A Catálise e o Cluster Português da Refinação de Petróleos/Indústrias Petroquímicas Clemente P. Nunes (IST)
16:30	Pausa para café
17:00	Rhodium catalyzed Monsanto process: Analysis of the ligands evolution. Zoraida Freixa (ICIQ, Tarragona)

PRODUÇÃO CIENTÍFICA DO LCM [2005-2008]

LIVROS

1. P. Serp, J. L. Figueiredo (editores). "Carbon Materials for Catalysis". John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, 2009. ISBN: 978-0-470-17885-0.
2. J.L. Figueiredo, M.M. Pereira, J.L. Faria (editores). "Catalysis from Theory to Application", Coimbra University Press, Coimbra, 2008. ISBN: 978 989 8074 35 5.
3. M. Guisnet, H.S. Cerqueira, J.L. Figueiredo, F. Ramôa Ribeiro. "Desactivação e Regeneração de Catalisadores", Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 2008. ISBN: 978-972-31-1241-2.
4. J.L. Figueiredo, F. Ramôa Ribeiro. "Catálise Heterogénea", 2ª Edição revista e actualizada, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 2007. ISBN 978-972-31-1204-7.

EDIÇÃO DE ACTAS DE CONGRESSOS

1. JL Faria, JL Figueiredo, BF Machado (editores), XXI Encontro Nacional da Sociedade Portuguesa de Química, Livro de Resumos, Edição da Sociedade Portuguesa de Química, Porto; 2008. ISBN: 978-989-8124-03-6.

ARTIGOS EM REVISTA

1. W. Wang, P. Serp, P. Kalck, C.G. Silva, J.L. Faria, "Preparation and characterization of nanostructured MWCNT-TiO₂ composite materials for photocatalytic water treatment applications", *Materials Research Bulletin*, 43 (2008) 958-967.
2. N. Mahata, A.F. Cunha, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, "Hydrogenation of nitrobenzene over nickel nanoparticles stabilised by filamentous carbon", *Appl. Catal. A: General*, 351 (2008) 204-209.
3. B. Stasinska, A. Machocki, K. Antoniak, M. Rotko, J.L. Figueiredo, F. Gonçalves, "Importance of palladium dispersion in Pd/Al₂O₃ catalysts for complete oxidation of humid low-methane-air mixtures", *Catal. Today*, 137 (2008) 329-334.
4. A.F. Cunha, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, "Catalytic Decomposition of Methane on Raney-type Catalysts", *Applied Catalysis A: General*, 348 (2008) 103-112.
5. J. Zhu, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, "Au/Activated-Carbon catalysts for selective oxidation of alcohols with molecular oxygen under atmospheric pressure: Role of basicity", *Catal. Comm.*, 9 (2008) 2395-2397.
6. F. Maia, R. Silva, B. Jarrais, A.R. Silva, C. Freire, M.F.R. Pereira, J.L. Figueiredo, Pore tuned activated carbons as supports for an enantioselective molecular catalyst, *Journal of Colloid and Interface Science*, 328 (2008) 314-323.
7. A. Solhy, B.F. Machado, J. Beausoleil, Y. Kihn, F. Gonçalves, M.F.R. Pereira, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, P. Serp, "MWCNTs activation and its influence

- on the catalytic performances of Pt/MWCNT catalysts for selective hydrogenation”, *Carbon* 46 (2008) 1194-1207.
8. H.F. Gorgulho, J.P. Mesquita, F. Gonçalves, M.F.R. Pereira, J.L. Figueiredo, “Characterization of the surface chemistry of carbon materials by potentiometric titrations and temperature-programmed desorption”, *Carbon*, 46 (2008) 1544-1555.
 9. N. Mahata; M.F.R. Pereira; F. Suárez-García, A. Martínez-Alonso, J.M.D. Tascón, J.L. Figueiredo, “Tuning of texture and surface chemistry of carbon xerogels, *Journal of Colloid and Interface Science*, 324 (2008) 150–155.
 10. H.T. Gomes, B.F. Machado, A. Ribeiro, I. Moreira, M. Rosário, A.M.T. Silva, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, “Catalytic properties of carbon materials for wet oxidation of aniline” *Journal of Hazardous Materials*, 159 (2008) 420-426.
 11. J. Tedim, F. Gonçalves, M.F.R. Pereira, J.L. Figueiredo, C. Moura, C. Freire, A.R. Hillman, “Preparation and characterisation of poly[Ni(salen)(crown receptor)] /multi-walled carbon nanotube composite films”, *Electrochimica Acta*, 53 (2008) 6722-6731.
 12. A.C. Apolinário, A.M.T. Silva, B.F. Machado, H.T. Gomes, P.P. Araújo, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, “Wet Air Oxidation of Nitro-Aromatic Compounds: Reactivity on Single- and Multi-Component Systems and Surface Chemistry Studies with a Carbon Xerogel”, *Appl. Catal. B: Environmental*, 84 (2008) 75-86.
 13. N. Mahata, F. Goncalves, M.F.R. Pereira, J.L. Figueiredo, “Selective Hydrogenation of Cinnamaldehyde to Cinnamyl Alcohol over Mesoporous Carbon Supported Fe and Zn Promoted Pt Catalyst”, *Appl. Catal. A: General*, 339 (2008) 159-168.
 14. O.S.G.P. Soares, J.J.M. Órfão, M.F.R. Pereira, Activated carbon supported metal catalysts for nitrate and nitrite reduction in water, *Catalysis Letters*, 126 (2008) 241-246.
 15. P.C.C. Faria, J.J.M. Órfão, M.F.R. Pereira; "A novel ceria-activated carbon composite for the catalytic ozonation of carboxylic acids", *Catalysis Communications*, 9 (2008) 2121-2126.
 16. P.C.C. Faria, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, M.F.R. Pereira, “Adsorption of aromatic compounds from the biodegradation of azo dyes on activated carbon”, *Appl. Surf. Sci.*, 254 (2008) 3497-3503.
 17. P.C.C. Faria, J.J.M. Órfão, M.F.R. Pereira, "Activated carbon catalytic ozonation of oxamic and oxalic acids", *Applied Catalysis B: Environmental*, 79 (2008) 237-243.
 18. P.C.C. Faria, J.J.M. Órfão, M.F.R. Pereira; "Catalytic ozonation of sulfonated aromatic compounds in the presence of activated carbon", *Applied Catalysis B: Environmental*, 83 (2008) 150-159.
 19. S.A. Carabineiro, “Conference Report: Gold Highlights at NanoSpain Conference in Braga, Portugal, April 14–18, 2008”, *Gold Bulletin*, 41 (2008) 266-269.
 20. S.A. Carabineiro, “Conference Report: Gold Highlights at the 21st Meeting of the Portuguese Society of Chemistry in Porto, Portugal, June 11-13, 2008”, *Gold Bulletin*, 41 (2008) 351-352.
 21. A.M.T. Silva, E. Nouli, A.C. Carmo-Apolinario, N.P. Xekoukoulotakis, D. Mantzavinos, “Sonophotocatalytic/H₂O₂ degradation of phenolic compounds in agro-industrial effluents”, *Catal. Today*, 124 (2007) 232-239.

22. A.M.T. Silva, E. Nouli, N.P. Xekoukoulotakis, D. Mantzavinos, "Effect of key operating parameters on phenols degradation during H₂O₂-assisted TiO₂ photocatalytic treatment of simulated and actual olive mill wastewaters", *Applied Catalysis B: Environmental*, 73 (2007) 11-22.
23. J.J.M. Órfão, "Review and evaluation of the approximations to the temperature integral", *AIChE Journal*, 53 (2007) 2905-2915.
24. W. Wang, C.G. Silva, J.L. Faria, "Photocatalytic degradation of Chromotrope 2R using nanocrystalline TiO₂/activated-carbon composite catalysts", *Applied Catalysis B: Environmental*, 70 (2007) 470-478.
25. I.C. Neves, G. Botelho, A.V. Machado, P. Rebelo, M.F.R. Pereira, A. Ramanathan, P. Pescarmona, "Feedstock recycling of polyethylene over ALTUD-1 mesoporous catalyst", *Polymer Degradation and Stability*, 92 (2007) 1513-1519.
26. O.S.G.P. Soares, P.C.C. Faria, J.J.M. Órfão, M.F.R. Pereira, "Ozonation of textile effluents and dye solutions in the presence of activated carbon under continuous operation", *Separation Science and Technology*, 42 (2007) 1477-1492.
27. HT Gomes, JL Figueiredo, JL Faria, "Catalytic wet air oxidation of olive mill wastewater", *Catal. Today* 124 (2007) 254-259.
28. J.L. Figueiredo, M.F.R. Pereira, M.M.A. Freitas, J.J.M. Órfão, "Characterization of active sites on carbon catalysts", *Ind. Eng. Chem. Res.*, 46 (2007) 4110-4115.
29. A. Méndez, M.M.A. Freitas, S. Villar-Rodil, J.I. Paredes, A. Martínez-Alonso, J.M.D. Tascón, J.L. Figueiredo. "A comparison of different carbon filaments on the nanometer and atomic scales by scanning tunneling microscopy", *Materials Letters* 61 (2007) 4787-4790.
30. N. Mahata, A.R. Silva, M.F.R. Pereira, C. Freire, B. de Castro, J.L. Figueiredo. "Anchoring of a [Mn(salen)Cl] complex onto mesoporous carbon xerogels", *J. Colloid Interf. Sci.*, 311 (2007) 152-158.
31. A.R. Gandhe, J.S. Rebello, J.L. Figueiredo, J.B. Fernandes, "Manganese Oxide OMS-2 as an effective catalyst for total oxidation of ethyl acetate", *Appl. Catal. B: Environmental*, 72 (2007) 129-135.
32. Z. Boukha, M. Kacimi, M.F.R. Pereira, J.L. Faria, J.L. Figueiredo, M. Ziyad "Methane dry reforming on Ni loaded hydroxyapatite and fluoroapatite", *Applied Catalysis A: General*, 317 (2007) 299-309.
33. J.J. Díaz Velásquez, L.M. Carballo Suárez, J.L. Figueiredo. "Thermal treatments of activated carbon catalysts under N₂O" *Carbon* 45 (2007) 212-214.
34. P.C.C. Faria, J.J.M. Órfão, M.F.R. Pereira; "Ozonation of aniline promoted by activated carbon", *Chemosphere*, 67 (2007) 809-815.
35. C.G. Silva, W. Wang, J.L. Faria, "Photocatalytic and photochemical degradation of mono-, di- and tri-azo dyes in aqueous solution under UV irradiation", *J. Photochemistry and Photobiology A: Chemistry* 181 (2006) 314-324.
36. J.J. Díaz Velásquez, L.M. Carballo Suárez, J.L. Figueiredo. "Oxidative dehydrogenation of isobutane over activated carbon catalysts" *Applied Catalysis A, General*, 311 (2006) 51-57.
37. M. Silva, C. Freire, B. de Castro, J.L. Figueiredo. "Styrene oxidation by manganese Schiff base complexes in zeolite structures" *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, 258 (2006) 327-333.
38. J. Garcia, H.T. Gomes, P. Serp, P. Kalck, J.L. Figueiredo, J. L. Faria, "Carbon nanotube supported ruthenium catalysts for the treatment of high strength wastewater with aniline using wet air oxidation", *Carbon* 44 (2006) 2384-2391.

39. J.L. Figueiredo, M.F.R. Pereira, P. Serp, P. Kalck, P.V. Samant, J. B. Fernandes. "Development of carbon nanotube and carbon xerogel supported catalysts for the electro-oxidation of methanol in fuel cells", *Carbon* 44 (2006) 2516-2522.
40. A. Méndez, M. M. A. Freitas and J.L. Figueiredo. "Synthesis of carbon filaments and nanotubes on a graphitic substrate: optimization studies", *Carbon* 44 (2006) 2350-2353.
41. N. Job, M.F.R. Pereira, S. Lambert, A. Cabiac, G. Delahay, J.-F. Colomer, J. Marien, J.L. Figueiredo, J.-P. Pirard. "Highly dispersed platinum catalysts prepared by impregnation of texture-tailored carbon xerogels". *J.Catal.* 240 (2006) 160-171.
42. J.S. Rebello, P.V. Samant, J.L. Figueiredo, J.B. Fernandes, "Enhanced electrocatalytic activity of carbon-supported MnOx/Ru catalysts for methanol oxidation in fuel cells", *J. Power Sources*, 153 (2006) 36-40.
43. F. Villacañas, MFR Pereira, JJM Órfão, JL Figueiredo, "Adsorption of simple aromatic compounds onto activated carbons", *J. Colloid. Interf. Sci.*, 293 (2006) 128-136.
44. F. Gonçalves, JL Figueiredo, "Synergistic effect between Pt and K in the catalytic reduction of NO and N2O", *Appl.Catal.B: Environmental*, 62 (2006) 181-192.
45. C. Coelho, A.S. Oliveira, M.F.R. Pereira, O.C. Nunes, "The influence of activated carbon surface properties on the adsorption of the herbicide molinate and the bioregeneration of the adsorbent", *Journal of Hazardous Materials*, 138 (2006) 343-349.
46. O.S.G.P. Soares, J.J.M. Órfão, D. Portela, A. Vieira, M.F.R. Pereira, "Ozonation of textile effluents and dye solutions under continuous operation: Influence of operating parameters", *Journal of Hazardous Materials*, 137 (2006) 1664-1673.
47. P.C.C. Faria, J.J.M. Órfão, M.F.R. Pereira, "Ozone decomposition in water catalysed by activated carbon: influence of chemical and textural properties", *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 45 (2006) 2715-2721.
48. J.J.M. Órfão, A.I.M. Silva, J.C.V. Pereira, S.A. Barata, I.M. Fonseca, P.C.C. Faria, M.F.R. Pereira, "Adsorption of a reactive dye on chemically modified activated carbons - Influence of pH", *Journal of Colloid and Interface Science*, 296 (2006) 480-489.
49. P.C.C. Faria, J.J.M. Órfão, M.F.R. Pereira, "Mineralization of coloured aqueous solutions by ozonation in the presence of activated carbon", *Water Research*, 39 (2005) 1461-1470.
50. I. Brás, L. Lemos, A. Alves, M.F.R. Pereira, "Sorption of pentachlorophenol on pine bark", *Chemosphere*, 60 (2005) 1095-1102.
51. H.T. Gomes, P. Selvam, S.E. Dapurkar, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, "Transition metal (Cu, Cr and V) modified MCM-41 for the catalytic wet air oxidation of aniline, Microporous and Mesoporous Materials, 86 (2005) 287-294.
52. A. Méndez, G. Gascó, M.M.A. Freitas, G. Siebielec, T. Stuczynski, J.L. Figueiredo, "Preparation of carbon-based adsorbents from pyrolysis and air activation of sewage sludges", *Chemical Engineering Journal*, 108 (2005) 169-177.
53. J. Tsou, P. Magnoux, M. Guisnet, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, "Catalytic oxidation of Volatile Organic Compounds. Oxidation of methyl-isobutyl-ketone over Pt/zeolite catalysts", *Appl.Catal.B: Environmental*, 57 (2005) 117-123.
54. P.V. Samant, C.M. Rangel, M.H. Romero, J.B. Fernandes, J.L. Figueiredo, "Carbon supports for methanol oxidation catalyst", *J. Power Sources*, 151 (2005) 79-84.

55. A.R. Silva, J.L. Figueiredo, C. Freire, B. de Castro, "Copper(II) acetylacetonate anchored onto an activated carbon as a heterogeneous catalyst for the aziridination of styrene", *Catal.Today*, 102-103 (2005) 154-159.
56. P.V. Samant, M.F.R. Pereira, J.L. Figueiredo, "Mesoporous carbon supported Pt and Pt-Sn catalysts for hydrogenation of cinnamaldehyde", *Catal.Today*, 102-103 (2005) 183-188.
57. J. Garcia, H.T. Gomes, P. Serp, P. Kalck, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, "Platinum Catalysts Supported on MWNT for Catalytic Wet Air Oxidation of Nitrogen Containing Compounds", *Catal.Today*, 102-103 (2005) 101-109.
58. P.V. Samant, J.B. Fernandes, C.M. Rangel, J.L. Figueiredo, "Carbon xerogel supported Pt and Pt-Ni catalysts for electro-oxidation of methanol in basic medium", *Catal.Today*, 102-103 (2005) 173-176.
59. H.T. Gomes, Ph. Serp, Ph. Kalck, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, Carbon Supported Platinum Catalysts for Catalytic Wet Air Oxidation of Refractory Carboxylic Acids, *Topics in Catalysis*, 33 (2005) 59-68.
60. W.D. Wang, P. Serp, P. Kalck, J.L. Faria, "Photocatalytic degradation of phenol on MWNT and titania composite catalysts prepared by a modified sol-gel method", *Applied Catalysis B: Environmental*, 56 (2005) 305-312.
61. W. Wang, P. Serp, P. Kalck, J.L. Faria, "Visible light photodegradation of phenol on MWNT-TiO₂ composite catalysts prepared by a modified sol-gel method", *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, 235 (2005) 194-199.

CAPÍTULOS DE LIVROS

1. J.L. Figueiredo, "Heterogeneous Catalysis: An Overview", in "Catalysis from Theory to Application", J.L. Figueiredo, M.M. Pereira, J. Faria (editors), Coimbra University Press. pp. 3-31. Coimbra, 2008. ISBN: 978 989 8074 35 5.
2. J.J.M. Órfão, "Mechanisms and Kinetics in Heterogeneous Catalysis", in "Catalysis from Theory to Application", J.L. Figueiredo, M.M. Pereira, J. Faria (editors), Coimbra University Press. pp. 55-81. Coimbra, 2008. ISBN: 978 989 8074 35 5.
3. J.L. Faria, "The Heterogeneous Photocatalytic Process", in "Catalysis from Theory to Application", J.L. Figueiredo, M.M. Pereira, J. Faria (editors), Coimbra University Press. pp. 479-494. Coimbra, 2008. ISBN: 978 989 8074 35 5.
4. C.G. Silva, W. Wang, J.L. Faria, "Nanocrystalline CNT-TiO₂ Composites Produced by an Acid Catalyzed Sol-gel Method". In: *Advanced Materials Forum IV* (Edited by: A.T. Marques, A.F. Silva, A.P.M. Baptista, C. Sá, F.J.L.A. Alves, L.F. Malheiros, M. Vieira) Volume 587-588, pp. 849-853, 2008.
5. M.F.R. Pereira, J.J.M. Órfão and J.L. Figueiredo, "Les charbons actifs dans le traitement des eaux", in "Traitement et épuration des eaux industrielles polluées. Procédés membranaires, bioadsorption et oxydation chimique", Eds. G. Crini, P.-M. Badot, Presses Universitaires de Franche-Comté, 2007. ISBN : 978-2-84867-197-0.
6. I.C. Neves, A.M. Fonseca, F. Costa, M.F.R. Pereira, P. Pescarmona, "Noncovalent anchoring of hydride tungsten complex on mesoporous materials", *Studies in Surface Science and Catalysis*, 162 (2006) 417-424.

7. C.G. Silva, W. Wang, P. Selvam, S. Dapurkar, J.L. Faria, "Structured TiO₂ based catalysts for clean water technologies", *Studies in Surface Science and Catalysis*, 162 (2006) 151-158.
8. E. Sipos, G. Fogassy, P.V. Samant, J.L. Figueiredo, A. Tungler, "Enantioselective hydrogenations of exo- and endocyclic C=C double bond with highly mesoporous carbon supported Pd", in *Catalysis of Organic Reactions*, Ed. J.R. Sowa, Jr., CRC Press, Boca Raton, Vol. 104, pp.525-534, 2005. ISBN: 0-8247-2729-0.

COMUNICAÇÕES EM CONGRESSOS

1. J.L. Figueiredo, "The role of surface chemistry in catalysis with carbons", Invited Lecture, 3rd International Symposium on Carbon for Catalysis - CarboCat-III, Berlin, 9-12 November 2008, p. 9.
2. F. Gonçalves, H.F. Gorgulho, A.R. Silva, M.F.R. Pereira, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, "The influence of carbon surface chemistry on CO₂ and CH₄ adsorption", 3rd International Symposium on Carbon for Catalysis - CarboCat-III, Berlin, 9-12 November 2008, p. 111.
3. C.G. Silva, J.L. Faria, "Anatase vs rutile efficiency in the photocatalytic oxidation of clofibric acid under visible irradiation", 5th European Meeting on Solar Chemistry and Photocatalysis: Environmental Applications (SPEA5), Palermo, 4 - 8 October 2008.
4. A.M.T. Silva, C.G. Silva, J.L. Faria, "Ce-doped TiO₂ for photocatalytic degradation of phenol", 5th European Meeting on Solar Chemistry and Photocatalysis: Environmental Applications (SPEA5), Palermo, 4 - 8 October 2008.
5. J.L. Figueiredo, "Jacobsen catalyst anchored onto modified carbon xerogel as enantioselective heterogeneous catalyst for alkene epoxidation", Symposium in Honour of Eric Derouane, IST, Lisbon, 25-26 September 2008.
6. F. Gonçalves, J.P.S. Sousa, C.A. Orge, C. Freire, M.F.R. Pereira, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, "Síntese e funcionalização de materiais de carbono mesoporosos para adsorção de corantes", Key-note Lecture, XXXIII Reunión Ibérica de Adsorción, Madrid, 22-24 September 2008, pp. 19-20.
7. B.F. Machado, A. Solhy, J. Beausoleil, Y. Kihn, F. Gonçalves, M.F.R. Pereira, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, P. Serp, "Pt/MWCNT catalysts for the selective hydrogenation of cinnamaldehyde: influence of surface modifications of the support", II European Chemistry Congress, Torino, 16-20 September 2008.
8. J.J. Zhu, J.L. Faria, J.L. Figueiredo, "Basicity promotion and mechanism aspect of liquid selective oxidation of alcohols on Au/activated-carbon catalyst", 10th International Chemical and Biological Engineering Conference - CHEMPOR 2008, Braga, 4-6 September 2008, pp. 40-41 (abstract), 6 page full text in CD-ROM (pp. 90-95).
9. V.P. Santos, M.F.R. Pereira, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, "Total oxidation of ethyl acetate over TiO₂ supported noble metals catalysts", 10th International Chemical and Biological Engineering Conference - CHEMPOR 2008, Braga, 4-6 September 2008, pp. 243-244 (abstract), 6 page full text in CD-ROM (pp. 574-579).
10. B.F. Machado, S. Morales-Torres, H.T. Gomes, A.F. Pérez-Cadenas, F.J. Maldonado-Hódar, F. Carrasco-Marín, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, "Carbon aerogel

- supported platinum catalysts for selective hydrogenation of cinnamaldehyde”, 10th International Chemical and Biological Engineering Conference - CHEMPOR 2008, Braga, 4-6 September 2008, pp. 372-373 (abstract), 6 page full text in CD-ROM (pp. 1901-1906).
11. O.S.G.P. Soares, J.J.M. Órfão, M.F.R. Pereira, “Influence of the preparation methodologies in the performance of Pd-Cu/AC and Pt-Cu/AC catalysts for nitrate reduction with hydrogen”, 10th International Chemical and Biological Engineering Conference, CHEMPOR 2008, Braga, 4-6 September 2008, pág. 584-585 (resumo), texto completo de 6 páginas em CD-Rom.
 12. P.C.C. Faria, J.J.M. Órfão, M.F.R. Pereira, “Catalytic ozonation applied to the treatment of coloured effluents”, 10th International Chemical and Biological Engineering Conference - CHEMPOR 2008, Braga, 4-6 September 2008, pp. 127-128 (abstract), 6 page full text in CD-ROM (pp. 306-311).
 13. C.G. Silva, J.L. Faria, “Photocatalytic oxidation of clofibric acid using nanocrystalline sol-gel TiO₂ under visible irradiation”, 10th International Chemical and Biological Engineering Conference - CHEMPOR 2008, Braga, 4-6 September 2008, pp. 487-488 (abstract), 6 page full text in CD-ROM (pp 1169-1174).
 14. I. Brás, L. Lemos, A. Alves, M.F.R. Pereira, “Pentachlorophenol uptake by pine bark using a packed-bed column”, 4th European Bioremediation Conference, Chania, Crete, 3-6th September, 2008.
 15. V.P. Santos, M.F.R. Pereira, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, “Catalytic oxidation of ethyl acetate over different metal-doped cryptomelane catalysts”, 5th International Conference on Environmental Catalysis, Belfast, 31 August-3 September 2008, abstract nº 307.
 16. O.S.G.P. Soares, J.J.M. Órfão, M.F.R. Pereira, “Activated carbon supported metal catalysts Pd-Cu, Pt-Cu and Rh-Cu for nitrate reduction in water”, 5th International Conference on Environmental Catalysis, Belfast, 31 August-3 September 2008, abstract nº 299.
 17. P.C.C. Faria, J.J.M. Órfão, M.F.R. Pereira, “Activated carbon and ceria as catalysts for the ozonation of organic compounds in the aqueous phase”, 5th International Conference on Environmental Catalysis, Belfast, 31 August-3 September 2008, abstract nº 277.
 18. H.T. Gomes, A.C. Barbosa, C.A. Amaro, C.M. Oliveira, R.G. Sousa, J.L. Faria, B.F. Machado, “Fe containing silica gel catalysts for catalytic wet peroxide oxidation processes”, 5th International Conference on Environmental Catalysis, Belfast, 31 August-3 September 2008, p. 320.
 19. C.G. Silva, J.L. Faria, “Carbon nanotube-TiO₂ materials for visible-light-driven heterogeneous photocatalysis”, 5th International Conference on Environmental Catalysis, Belfast, 31 August-3 September 2008.
 20. Fabiola N Agüero, Bibiana P. Barbero, Manuel F. R. Pereira, José L. Figueiredo, Luis E. Cadús, “Catalizadores mixtos Pt-MnOx soportados para la combustión de compuestos orgánicos volátiles”, 21º Simpósio Ibero-americano de Catálise, Málaga, 22-27 June 2008, pág. 184 (resumo), texto completo em suporte digital (pág. VI-316 a VI-327).
 21. B.F. Machado, H.T. Gomes, P. Serp, P. Kalck, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, “Carbon xerogel supported noble metal catalysts for fine chemical applications”, 21º

- Simpósio Ibero-Americano de Catálise, Málaga, 22-27 June 2008, p. 129 (abstract), full text in digital support (pp. V107-V114).
22. S. Morales-Torres, B.F. Machado, A.F. Pérez-Cadenas, A.M.T. Silva, F.J. Maldonado-Hódar, J.L. Faria, J.L. Figueiredo, F. Carrasco-Marín, Oxidación catalítica en fase acuosa (CWAO) de aniline con catalizadores de Pt soportados sobre carbon activado, 21º Simpósio Ibero-Americano de Catálise, Málaga, 22-27 June 2008, p. 179 (abstract), full text in digital support (pp. VI183-VI190).
 23. V.P. Santos, J.L. Figueiredo, T. Lopez, P. Navarro, M. Montes, M.F.R. Pereira, J.J.M. Órfão, "Kinetic study of the catalytic oxidation of ethyl acetate over a titania supported platinum catalyst", 21º Simpósio Ibero-Americano de Catálise, Málaga, 22-27 June 2008, p. 195 (abstract), full text in digital support (pp. VI623-VI632).
 24. O.S.G.P. Soares, J.J.M. Órfão, M.F.R. Pereira, "Assessment of activated carbon supported metal catalysts for nitrate and nitrite reduction in water", 21º Simpósio Ibero-americano de Catálise, Málaga, 22-27 June 2008, pág. 208 (resumo), texto completo em suporte digital (pág. VI-957 a VI-966).
 25. P.C.C. Faria, J.J.M. Órfão, M.F.R. Pereira, "Cerium oxide catalysts for the ozonation of oxalic acid", 21º Simpósio Ibero-Americano de Catálise, Málaga, 22-27 June 2008, p. 178 (abstract), full text in digital support (pp. VI147-VI154).
 26. C.G. Silva, J.L. Faria, "Carbon nanotube-TiO₂ catalysts for the photocatalytic oxidation of benzene derivatives in aqueous suspensions", 21º Simpósio Ibero-Americano de Catálise, Málaga, 22-27 June 2008, p. 180 (abstract), full text in digital support (pp. VI220-VI227).
 27. D.B. Barros, S.L.H. Rebelo, F. Gonçalves, M.F.R. Pereira, J.J.M. Órfão, C. Freire, "Functionalization of carbon materials by Bingel reaction and covalent graft to transition metal complexes", 2nd Int. Conference on Advanced Nano Materials, Aveiro (Portugal), 22-25 June 2008, Abstract nº 39.
 28. C.A. Orge, J.P.S. Sousa, F. Gonçalves, P.C.C. Faria, C. Freire, J.J.M. Órfão, M.F.R. Pereira, "Síntese e aplicação em ozonização catalítica de materiais de carbono mesoporosos", XXI Encontro Nacional da SPQ, pg. 84, Porto, 11-13 June, 2008
 29. O.S.G.P. Soares, J.J.M. Órfão, M.F.R. Pereira, "Redução catalítica de nitratos e nitritos em água", XXI Encontro Nacional da SPQ, pg. 70, Porto, 11-13 June, 2008.
 30. P.C.C. Faria, J.J.M. Órfão, M.F.R. Pereira, "Ozonização catalítica de compostos orgânicos modelo em solução aquosa", XXI Encontro Nacional da SPQ, pg. 69, Porto, 11-13 June, 2008.
 31. V.P. Santos, M.F.R. Pereira, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, "Oxidação total de actetato de etilo usando catalisadores de óxido de manganês", XXI Encontro Nacional da SPQ, Porto, 11-13 June, 2008, p. 53.
 32. A.F. Cunha, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, "Ni-Cu Raney-type catalysts for CO_x-free hydrogen production via methane cracking. XXI Encontro Nacional da SPQ, Porto, 11-13 June, 2008, p. 74.
 33. J.P.S. Sousa, C.A. Orge, F. Gonçalves, C. Freire, J.L. Figueiredo, M.F.R. Pereira, J.J.M. Órfão, "Adsorção de corantes em materiais de carbono mesoporosos modificados", XXI Encontro Nacional da SPQ, Porto, 11-13 June, 2008, p. 82.
 34. S.S.T. Bastos, F. Gonçalves, V.P. Santos, J.J.M. Órfão, M.F.R. Pereira, J.L. Figueiredo, "Preparação de óxidos metálicos por exotemplating em materiais de carbono", XXI Encontro Nacional da SPQ, Porto, 11-13 June, 2008, p. 87.

35. B.F. Machado, H.T. Gomes, J.L. Faria, "Titanium dioxide supported Pt catalysts for cinnamaldehyde hydrogenation", XXI Encontro Nacional da SPQ, Porto, 11-13 June, 2008, p. 89.
36. A.M.T. Silva, B.F. Machado, H.T. Gomes, J.L. Figueiredo, G. Drazic, J.L. Faria, Photodeposition of Pt nanoparticles on Ce-Ti-O. XXI Encontro Nacional da SPQ, Porto, 11-13 June, 2008, p. 90.
37. S.A.C. Carabineiro, A.M.T. Silva, G. Drazic, J.L. Figueiredo, "Gold nanoparticles on ceria supports for the oxidation of carbon monoxide", XXI Encontro Nacional SPQ, Porto, 11-13 June, 2008, p. 92.
38. P.V. Samant, H.T. Gomes, J.L. Figueiredo, J. L. Faria, "Preparation of highly mesoporous carbon catalysts for wet oxidation of aniline", XXI Encontro Nacional da SPQ, Porto, 11-13 June, 2008, p. 93.
39. I. Rocha, T. Galvão, A.G. Gonçalves, H. Gaspar, H. Alves, C. Pereira, F. Gonçalves, B. Jarrais, A. Ribeiro, A. Carneiro, J. Morgado, M.F.R. Pereira, C. Freire, "Preparation and characterisation of nanostructured carbon and silica based materials for textile applications", XXI Encontro Nacional da SPQ, pg. 139, Porto, 11-13 June, 2008.
40. D. Teixeira, S.L.H. Rebelo, F. Gonçalves, A.M.G. Silva, M.F.R. Pereira, J.J.M. Órfão, C. Freire, "Covalent sidewall functionalization of carbon nanotubes by metalloporphyrins through 1,3-dipolar cycloaddition", XXI Encontro Nacional da SPQ, pg. 85, Porto, 11-13 June, 2008.
41. M.F.R. Pereira, "Química superficial de materiais de carbono: aplicações ambientais", XXI Encontro Nacional da SPQ, pg. 7, Porto, 11-13 June, 2008.
42. E.G. Rodrigues, O.S.G.P. Soares, S.A.C. Carabineiro, F. Gonçalves, M.F.R. Pereira, J.L. Figueiredo, J.J.M. Órfão, "Oxidação selectiva de glicerol catalisada por metais nobres em carvão activado", XXI Encontro Nacional da SPQ, Porto, 11-13 June, 2008, p. 262.
43. M.J. Sampaio, H.T. Gomes, "Production of biodiesel using heterogeneous acid catalysts", XXI Encontro Nacional da SPQ, Porto, 11-13 June, 2008, p. 307.
44. J.J. Zhu, J.L. Faria, J.L. Figueiredo, "Carbon supported cobalt catalyst for alcohol oxidation with molecular oxygen", XXI Encontro Nacional da SPQ, Porto, 11-13 June, 2008, p. 308.
45. C.G. Silva, J.L. Faria, "Photocatalytic oxidation of clofibric acid with nanocrystalline TiO₂", XXI Encontro Nacional da SPQ, Porto, 11-13 June, 2008, p. 118.
46. S.A. Carabineiro, P. Serp, J.L. Figueiredo, "Preparation of gold nanoparticles on several supports and their use for the oxidation of carbon monoxide", NanoSpain 2008 - Nanolberian Conference, Braga, 14-18 April 2008.
47. B.F. Machado, H.T. Gomes, P. Serp, P. Kalck, J.L. Faria, "Liquid-Phase Hydrogenation of Unsaturated Aldehydes: Enhancing Selectivity of MWCNT Catalysts by Thermal Activation", NanoSpain 2008 - Nanolberian Conference, Braga, 14-18 April 2008.
48. A. Solhy, B.F. Machado, J. Beausoleil, Y. Kihn, F. Gonçalves, M.F.R. Pereira, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, P. Serp, "MWCNT activation and its influence on the catalytic performance of Pt/MWCNT catalysts for selective hydrogenation", NanoSpain 2008 - Nanolberian Conference, Braga, 14-18 April 2008, p. 105.
49. J.L. Figueiredo, M.F.R. Pereira, P.V. Samant, J.B. Fernandes, S.A. Carabineiro, "Carbon xerogel supported Pt-Ru catalysts for electro-oxidation of methanol in

- fuel cells”, International Workshop on Advances on Fuel Cells and the Hydrogen Economy, Lisboa, 15 de Fevereiro de 2008.
50. S. Martins, A. Ribeiro, A.M.T. Silva, P. Araújo, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, “Wet peroxide oxidation and wet oxidation of nitrophenols in aqueous streams”, 1st Meeting of Young Researchers of U. Porto - IJUP08, Porto, 20-22 February, 2008, p. 159.
 51. C.A. Orge, J.P.S. Sousa, F. Gonçalves, C. Freire, M.F.R. Pereira, J.J.M. Órfão, Mesoporous carbons: synthesis and functionalization, 1st Meeting of Young Researchers of U. Porto, IJUP08, pg. 153, Porto, 20-22 Fevereiro, 2008.
 52. D. Teixeira, D. Barros, S.L.H. Rebelo, M.F.R. Pereira, J.J.M. Órfão, C. Freire, Anchoring of macrocycle compounds onto nanostructured carbon materials for catalytic applications, 1st Meeting of Young Researchers of U. Porto, IJUP08, pg. 58, Porto, 20-22 Fevereiro, 2008.
 53. I. Rocha, T. Galvão, A.G. Gonçalves, C. Pereira, F. Gonçalves, A. Carneiro, M.F.R. Pereira, C. Freire, Novel functionalised textiles through nanostructured carbon and clay based materials (NANOTEXTUP), 1st Meeting of Young Researchers of U. Porto, IJUP08, pg. 9, Porto, 20-22 Fevereiro, 2008.
 54. F.G. Azevedo, M. Domingos, C.G. Silva, J.L. Faria, “Fotocatalytic degradation of Ciprofloxacin antibiotic in TiO₂ aqueous suspension”, 1st Meeting of Young Researchers of U. Porto, IJUP08, Porto, 20-22 Fevereiro, 2008.
 55. F. Maia, R. Silva, B. Jarrais, A.R. Silva, M.F.R. Pereira, C. Freire, J.L. Figueiredo, Anchoring of the Jacobsen Catalyst onto Activated Carbon Fibres: Application in Enantioselective Catalysis, 7^a Conferencia de Química Inorgânica, Fátima, Portugal, 30 Novembro-1 Dezembro, 2007.
 56. O.S.G.P. Soares, J.J.M. Órfão, M.F.R. Pereira, “Remoção de nitratos em águas por redução catalítica com hidrogénio: catalisadores bimetálicos suportados em carvão activado”, IX Reunión del grupo Español del Carbón, Teruel, 22-24 October 2007, pp. 299-300.
 57. H. F. Gorgulho, F. Gonçalves, M.F.R. Pereira, J.L. Figueiredo, Characterization of the activated carbon surface chemistry by potentiometric titrations and temperature-programmed desorption, IX Reunión del Grupo Español del Carbón, Teruel, 22-24 October 2007, pp. 239-240
 58. B.F. Machado, A. Ribeiro, I. Moreira, M. Rosário, A.M. Silva, H.T. Gomes, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, “Effect of textural and chemical properties of carbon xerogels for the catalytic wet air oxidation of aniline”, IX Reunión del grupo Español del Carbón, Teruel, 22-24 October 2007, pp. 237-238.
 59. M.M.A. Freitas, E. Kowalczyk, F. Gonçalves, J.L. Figueiredo, “Carbon molecular sieves for gas separation” IX Reunión del grupo Español del Carbón, Teruel, 22-24 October 2007, pp. 421-422.
 60. P.C.C. Faria, J.J.M. Órfão, O.S.G.P. Soares, M.F.R. Pereira, “Ozonização do ácido sulfanílico e do ácido benzenossulfónico na presença de carvão activado”, IX Reunión del grupo Español del Carbón, Teruel, 22-24 October 2007, pp. 199-200.
 61. C.M.C. Pereira, F. Gonçalves, M.F.R. Pereira, J.L. Figueiredo, A.T. Marques; “Developing Advanced Composites for Spatial Structures: The Effect of Carbon Nanotubes and Fibres on Resin Flammability”, 6th ESA Round Table on Micro & Nano Technologies for Space Applications, ESA/ESTEC, Noordwijk, 8-12 October 2007.

62. J.L. Figueiredo, "Materiais de Carbono em Catálise" (Plenary Lecture), 8^o Encontro da Divisão de Catálise e Materiais Porosos da SPQ, Lamego, 21-23 September 2007.
63. N. Mahata; F. Gonçalves; M.F.R Pereira; J.L. Figueiredo, Selective Hydrogenation of Cinnamaldehyde to Cinnamyl Alcohol over Mesoporous Carbon Supported Fe and Zn Promoted Pt Catalyst, 8^o Encontro da Divisão de Catálise e Materiais Porosos da SPQ, Lamego, 21-23 September 2007.
64. A.F. Cunha, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, "Produção de hidrogénio por decomposição de metano na presença de catalisadores do tipo Raney", 8^o Encontro da Divisão de Catálise e Materiais Porosos da SPQ, Lamego, 21-23 September 2007, pp 57-60.
65. F. Azevedo, I.C. Neves, G. Botelho, A.V. Machado, P. Pescarmona, M.F.R. Pereira, "Acidity performance of MCM-41 over polypropylene catalytic degradation", 8^o Encontro da Divisão de Catálise e Materiais Porosos da SPQ, Lamego, 21-23 September 2007, pp 163-166.
66. V.P. Santos, J.J.M. Órfão, M. Montes, T. Lopez, V.M. Villalba, M.F.R. Pereira, J.L. Figueiredo, "Avaliação de catalisadores para a oxidação completa de compostos orgânicos voláteis", 8^o Encontro da Divisão de Catálise e Materiais Porosos da SPQ, Lamego, 21-23 September 2007, pp 193-196.
67. B.F. Machado, H.T. Gomes, P. Serp, P. Kalck, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, "Carbon xerogel as catalytic support for noble metal based selective hydrogenation reactions", 8^o Encontro da Divisão de Catálise e Materiais Porosos da SPQ, Lamego, 21-23 September 2007, pp. 207-210.
68. O.S.G.P. Soares, J.J.M. Órfão, F. Gonçalves, M.F.R. Pereira, "Remoção de nitratos em águas por redução catalítica com hidrogénio: catalisadores Pd-Cu e Pt-Cu suportados em carvão activado", 8^o Encontro da Divisão de Catálise e Materiais Porosos da SPQ, Lamego, 21-23 September 2007, pp 215-218.
69. P.C.C Faria, D.C.M. Monteiro, J.J.M. Órfão, M.F.R. Pereira, "Avaliação do desempenho de óxidos metálicos e de óxidos suportados em carvão activado na ozonização catalítica de compostos orgânicos em fase aquosa", 8^o Encontro da Divisão de Catálise e Materiais Porosos da SPQ, Lamego, 21-23 September 2007, pp 219-222.
70. C.M.C. Pereira, F. Gonçalves, M.F.R. Pereira, J.L. Figueiredo, A.T. Marques; "A study of the effects of carbon nanotubes on fire behaviour of epoxy resin", 1st International Carbon Composites Conference in Aerospace Valley, Arcachon, 17-19 September 2007.
71. J.L. Figueiredo Catalytic Properties of Carbon Materials, XXXI Reunión Bial de la Real Sociedad Española de Química, Conferencia Invitada, Toledo, 9-14 Setembro, 2007
72. J.L. Figueiredo, M.F.R. Pereira, N. Mahata, F. Suárez-García, A. Martínez-Alonso, J.M.D. Tascón, Functionalization of Carbon Xerogels by Oxygen Plasma, 2nd International Conference CESEP'07, Carbon for Energy Storage and Environmental Protection, Krakow, 2-6 Setembro, 2007, pág. 113.
73. P.C.C. Faria, J.J.M. Órfão, M.F.R. Pereira, "Ozonation of oxalic and oxamic acids in the presence of activated carbon", 2nd International Conference CESEP'07, Carbon for energy storage and environmental protection, Krakow, 2-6 September, 2007, pág. 206.

74. J.L. Figueiredo, The Role of Surface Chemistry in the Preparation of Carbon Catalysts, Key-note Lecture, 2nd International Conference CESEP'07, Carbon for Energy Storage and Environmental Protection, Krakow, 2-6 Setembro, 2007, p. 18.
75. P.C.C. Faria, J.J.M. Órfão, M.F.R. Pereira, "Activated carbon promoted ozonation of organic model compounds resulting from the biodegradation of dyes", Europacat VIII, Turku/Åbo, 26-31 August, 2007, P13-85 (CD-ROM).
76. V.P. Santos, M.F.R. Pereira, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo "Performance of OMS-2 and Pt/TiO₂ towards total oxidation of ethyl acetate: a comparative study", Europacat VIII, Turku/Åbo, 26-31 August, 2007, P13-66 (CD-ROM).
77. A.M.T. Silva, F. Gonçalves, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, Photocatalytic oxidation of low weight volatile organic compounds. Europacat VIII, Turku/Åbo, 26-31 August, 2007.
78. B.F. Machado, H.T. Gomes, J.L. Faria, "Photochemical deposition: a simple and effective approach to prepare hydrogenation catalysts", EuropaCat VIII, Turku, 26-31 August 2007, P5-85 (CD-ROM).
79. B.F. Machado, H.T. Gomes, P. Serp, P. Kalck, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, "High temperature activation of noble metal catalysts supported on carbon multi-walled nanotubes for selective hydrogenation of unsaturated aldehydes", EuropaCat VIII, Turku, 26-31 August 2007, O5-10 (CD-ROM).
80. A.M.T. Silva, B.F. Machado, A.C. Apolinário, G. Drazic, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, Synthesis and Characterization of Nanostructured Catalysts Produced by the Solvothermal Method. NanoSMat 2007, 2nd Int. Conference on Surfaces, Coatings and Nanostructured Materials. 9-11 July 2007, Alvor.
81. B. Stasinska, A. Machocki, K. Antoniak, M. Rotko, J.L. Figueiredo, F. Gonçalves, "Importance of palladium dispersion in Pd/Al₂O₃ catalysts for complete oxidation of humid low-methane air mixtures", Int. Symposium on Air and Water Pollution Abatement, AWPA 2007, Zakopane, 21-23 de Junho de 2007.
82. J.L. Figueiredo, M.F.R. Pereira, M.M.A. Freitas, J.J.M. Órfão, Characterization of active sites on carbon catalysts. International Symposium on Catalysis Engineering. Delft, 14 June, 2007, pp. 73-74.
83. B.F. Machado, H.T. Gomes, J.L. Faria, "Preparation of nanostructured TiO₂ supported platinum catalysts by photochemical deposition", First International School on Applied Catalysis and IX Italian Seminar on Catalysis 2007, Bari, 3-9 June 2007, p. 58.
84. J.L. Figueiredo, M.F.R. Pereira, N. Mahata, F. Suárez-García, A. Martínez-Alonso, J.M.D. Tascón, Carbon xerogels with tunable properties. Materials 2007, Porto, 1-4 Abril, 2007.
85. F. Maia, R. Silva, B. Jarrais, A.R. Silva, M.F.R. Pereira, C. Freire, J.L. Figueiredo, "Pore tuned activated carbons as novel mesoporous support for enantioselective molecular catalyst", XX Encontro Nacional da SPQ, Monte da Caparica, 14-16 de Dezembro, 2006, 247.
86. B. Jarrais, N. Mahata, A.R. Silva, M.F.R. Pereira, C. Freire, J.L. Figueiredo, "Carbon xerogels as nanostructured supports for vanadium(IV) acetylacetonate: catalytic activity in the epoxidation of an allylic alcohol", XX Encontro Nacional da SPQ, Monte da Caparica, 14-16, Dezembro 2006, pp 227.
87. J.L. Faria, "Nanostructured catalytic materials", XX Encontro Nacional da SPQ, Monte da Caparica, 14-16, Dezembro 2006, pp 105.

88. B.F. Machado, H.T. Gomes, P. Serp, P. Kalck, J.L. Faria, "Carbon nanotube supported catalysts for selective hydrogenation of unsaturated aldehydes", XX Encontro Nacional da SPQ, Monte da Caparica, 14-16, Dezembro 2006, pp 242
89. C.G. Silva, M.F. Azevedo, M. Domingos, J.L. Faria, "Photocatalytic removal of antibiotics from water", XX Encontro Nacional da SPQ, Monte da Caparica, 14-16, Dezembro 2006, pp 195.
90. C.G. Silva, J.L. Faria, "TiO₂ heterogeneous photocatalytic oxidation of phenol", XX Encontro Nacional da SPQ, Monte da Caparica, 14-16, Dezembro 2006, pp 332.
91. P.C.C. Faria, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, M.F.R. Pereira, "Adsorção em carvões activados de compostos aromáticos provenientes da biodegradação de corantes têxteis", XXXI Reunión Ibérica de Adsorción, Tarragona, 27-29 de Setembro de 2006.
92. I.C. Neves, A.M. Fonseca, F. Costa, M.F.R. Pereira, P. Pescarmona, "Noncovalent anchoring of hydride tungsten complex on mesoporous materials", 9th International Symposium Scientific Bases for the Preparation of Heterogeneous Catalysts, Louvain-la-Neuve, Belgium, 10-14 September, 2006.
93. B. Machado, A. Ribeiro, I. Moreira, M. Rosário, H. Gomes, J. Figueiredo, J. Faria, "Catalytic properties of carbon xerogels for wet oxidation of aniline", 1st European Conference on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes, EAAOP-1, pp. 195, Chania, 7-9 de Setembro, 2006, (CD-ROM).
94. H. Gomes, J. Figueiredo, J. Faria, "Catalytic wet air oxidation of olive mill wastewaters", 1st European Conference on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes, EAAOP-1, pp. 271, Chania, 7-9 de Setembro, 2006, (CD-ROM).
95. P.C.C. Faria, J.J.M. Órfão, M.F.R. Pereira, "Ozonation of aniline catalyzed by activated carbon: influence of pH and AC surface chemical properties", 1st European Conference on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes, EAAOP-1, pp. 130, Chania, 7-9 de Setembro, 2006, (CD-ROM).
96. O.S.G.P. Soares, P.C.C. Faria, J.J.M. Órfão, M.F.R. Pereira, "Ozonation of textile effluents and dye solutions in the presence of activated carbon under continuous operation", 1st European Conference on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes, EAAOP-1, pp. 114, Chania, 7-9 de Setembro, 2006, (CD-ROM).
97. C.G. Silva, W. Wang, J.L. Faria, "Effect of composition and structural properties on the photocatalytic activity of sol-gel TiO₂", 1st European Conference on Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes, EAAOP-1, pp. 35, Chania, 7-9 de Setembro, 2006, (CD-ROM).
98. A.R. Silva, B. Jarrais, N. Mahata, M.F.R. Pereira, J.L. Figueiredo, C. Freire, "Spontaneous gold decoration of porous carbon and nanotubes", 4th Int. Conference on Gold Science, Technology and its Applications, GOLD 2006, pp. 186, Limerick, 3-6 de Setembro, 2006.
99. B.F. Machado, H.T. Gomes, J.L. Faria, "Supported noble metal catalysts prepared by photochemical deposition", 1st European Chemistry Congress, Budapest, 27-31 August, 2006.
100. R.M.D. Nunes, B.F. Machado, A. Peixoto, M.J. Moreno, M.P. Pereira, J.L. Faria, "High diastereoselective hydrogenation of unsaturated oxo-steroids with new

- titanium dioxide supported platinum heterogeneous catalysts”, 1st European Chemistry Congress, Budapest, 27-31 August, 2006.
101. A. Méndez, M. M. A. Freitas, S. Villar-Rodil, J.I. Paredes, A. Martínez-Alonso, J.M.D. Táscon, J.L. Figueiredo. “Scanning tunneling microscopy characterization of carbon filaments grown on a graphitic substrate”, Carbon 2006, Aberdeen, 16-21 de Julho, 2006, pp. 228, (CD-ROM).
 102. P.C.C. Faria, J.J.M. Órfão, M.F.R. Pereira, “Influence of activated carbon properties in the decomposition of ozone in aqueous phase”, Carbon 2006, Aberdeen, 16-21 de Julho, 2006, pág. 140, (CD-ROM).
 103. F. Maia, N. Mahata, A.R. Silva, M.F.R. Pereira, C. Freire, J.L. Figueiredo, “Jacobsen catalyst anchored onto modified carbon xerogel as enantioselective heterogeneous catalysts for alkene epoxidation”, Carbon 2006, Aberdeen, 16-21 de Julho, 2006, pág. 27, (CD-ROM).
 104. J.L. Figueiredo, N. Mahata, M.F.R. Pereira, B. Jarrais, A.R. Silva, B. de Castro, C. Freire, “Preparation of catalysts by anchoring metal complexes onto mesoporous carbons”, II International Symposium on Carbon for Catalysis, CARBOCAT-II, St. Petersburg, 11-13 de Julho, 2006 (CD-Rom).
 105. J.L. Faria, B.F. Machado, H.T. Gomes, P. Serp, P. Kalck, “Carbon supported noble metal catalysts prepared by photochemical deposition”, II International Symposium on Carbon for Catalysis, CARBOCAT-II, St. Petersburg, 11-13 de Julho, 2006 (CD-Rom).
 106. J.L. Faria, B.F. Machado, H.T. Gomes, “Size-dependent effects in supported metal catalysts for liquid phase hydrogenation reactions”, SizeMat, Size-dependent effects in materials for environment protection and energy application, Varna, 25-27 May, 2006.
 107. J. Tsou, P. Magnoux, M. Guisnet, J. J. M. Órfão, J. L. Figueiredo, “Nature of the coke deposited on zeolitic catalysts during the oxidation of methyl-isobutyl-ketone”, 10th International Symposium on Catalyst Deactivation, Berlin, 5-8 de Fevereiro, 2006
 108. C.G. Silva, W. Wang, J.L. Faria, "Activated carbon fiber loaded TiO₂ catalysts for the photocatalytic degradation of drugs in water", 8ª Enc. Nac. de Fotoquímica, Coimbra, 16-17 de Dezembro, 2005, p. 19
 109. J. Garcia, H.T. Gomes, P. Serp, P. Kalck, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, “Aplicación de MWNT a aguas residuales de alta carga orgánica mediante CWAO”, VIII Reunión del Grupo Español del Carbón, Baeza, 6-9 Novembro, 2005, pp. 65-66.
 110. J.L. Figueiredo, N. Mahata, M.F.R. Pereira, B. Jarrais, A.R. Silva, B. de Castro, C. Freire, “Imobilização de complexos metálicos em carvões mesoporosos”, VIII Reunión del Grupo Español del Carbón, Baeza, 6-9 Novembro, 2005, pp. 113-114.
 111. C.G. Silva, W. Wang, J.L. Faria, "Synergetic effect induced by activated carbon upon the TiO₂/UV photocatalytic degradation of azo dyes", VIII Reunión del Grupo Español del Carbon, Baeza, 6-9 Novembro 2005, p. 67-68.
 112. B.F. Machado, H.T. Gomes, P. Serp, P. Kalck, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, "Supported Platinum Catalysts Prepared by Photochemical Deposition", Nanocat 2005, Lyon, France, 23-28 October 2005
 113. P. Magnoux, J. Mijoin, L. Pinard, J. Tsou, J.L. Figueiredo, "Oxidation of VOCs using basic zeolites as catalysts", III Seminario Internacional "Contaminacion del Medio

- Fisico", Universidad Nacional de Cuyo, CICUNC, Mendoza, Argentina, 19-21 October 2005.
114. J.L. Figueiredo, M.F.R. Pereira, P. Serp, P. Kalck, P.V. Samant, J. B. Fernandes, "Development of carbon nanotube and carbon xerogel supported catalysts for the electro-oxidation of methanol in fuel cells", 1st Int. Conference on Carbon for Energy Storage and Environmental Protection, CESEP'05, Orléans, 2-6 de Outubro 2005.
 115. J. Garcia, H.T. Gomes, P. Serp, P. Kalck, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, "The challenges of treating high strength wastewaters: CWAO using MWNT supported ruthenium catalysts", 1st International Conference on Carbon for Energy Storage and Environmental Protection, CESEP'05, Orléans, 2-6 de Outubro 2005
 116. P.C.C. Faria, S.G.P. Soares, J.J.M. Órfão, M.F.R. Pereira, "Degradation of acid dye solutions by ozonation in the presence of activated carbon", 1st International Conference on Carbon for Energy Storage and Environment Protection, CESEP'05, Orléans, 2-6 de Outubro 2005.
 117. P.C.C. Faria, J.J.M. Órfão, M.F.R. Pereira, "Ozonation of coloured effluents in the presence of activated carbon", 9th International Chemical Engineering Conference, CHEMPOR 2005, Coimbra, 21-23 September, 2005, pp. 449-450, CD (full paper).
 118. H.T. Gomes, P. Selvam, S.E. Dapurkar, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, "Catalytic wet air oxidation of aniline on transition metal modified MCM-41 catalysts", 9th International Chemical Engineering Conference, CHEMPOR 2005, Coimbra, 21-23 September, 2005, p. 149-150 CD (full paper).
 119. B.F. Machado, H.T. Gomes, P. Serp, P. Kalck, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, "Photochemical deposition of Platinum over MWNT: preparing catalysts for selective hydrogenation of cinnamaldehyde", 9th International Chemical Engineering Conference, CHEMPOR 2005, Coimbra, 21-23 September, 2005, p. 189-190, CD (full paper).
 120. J.J.M. Órfão, M.M. Dias, "Simulation of dynamic processes using stochastic methods. A learning tool", 9th International Chemical Engineering Conference, CHEMPOR 2005, Coimbra, 21-23 September 2005, p. 494-495 (abstract), CD (full paper).
 121. P.C. Silva, P. Braga, S. Tasaka, M.M.A. Freitas, "Produção de carvão ativado a partir de resinas de permuta iónica esgotadas", 9th International Chemical Engineering Conference, CHEMPOR 2005, Coimbra, 21-23 September 2005, p. 416-417, CD (full paper).
 122. W.D. Wang, C.G. Silva, J.L. Faria, "Photocatalytic degradation of an azo dye over TiO₂-based photocatalysts modified by activated carbon", 9th International Chemical Engineering Conference, CHEMPOR 2005, Coimbra 21-23 September 2005, p. 321-322, CD (full paper).
 123. C.G. Silva, W. Wang, J.L. Faria, "TiO₂/activated-carbon fiber composite catalysts for the photocatalytic removal of antibiotics from water", 12th International Symposium on Relations between Homogeneous and Heterogeneous Catalysis, Florence, 18-22 July 2005, p. 133
 124. J. García, H.T. Gomes, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, "Estudio cinético en la oxidación catalítica de anilina con catalizadores de platino soportado en carbon activado", Reunión de la Sociedad Española de Catálisis (SECAT'05), Madrid, 27-29 June 2005, p. 295-296.

- 125.Z. Boukha, M. Kacimi, J.L. Figueiredo, M.F.R. Pereira, J.L. Faria, M. Ziyad, "Etude comparative des caractéristiques des catalyseurs Ni/hydroxyapatite et Ni/fluoroapatite et leur activité catalytique dans la réaction de reformage du méthane au dioxyde de carbone", 2ème journée Gestion des Produits Organiques pour un Meilleur Respect de l'Environnement, Casablanca, 7 June 2005.
- 126.J. Tsou, L. Pinard, J. Mijoin, A. Gandhe, J.J.M. Orfão, M. Guisnet, P. Magnoux, J.L. Figueiredo, "New perspectives of basic zeolites for the total oxidation of VOCs", 4th International Conference on Environmental Catalysis, Heidelberg, 5-8 de Junho de 2005.
- 127.A.R. Gandhe, J.B. Fernandes, J.L. Figueiredo, "TiO₂ as an eco-friendly ortho-selective methylation catalyst", 4th International Conference on Environmental Catalysis, Heidelberg, 5-8 de Junho de 2005.
- 128.F. Gonçalves, J.L. Figueiredo, "Development of carbon supported metal catalysts for the reduction of NO and N₂O", 4th International Conference on Environmental Catalysis, Heidelberg, 5-8 de Junho de 2005.
- 129.W. Wang, C.G. Silva, J.L. Faria, "TiO₂/carbon catalysts for degradation of an histological marker in water solutions", 4th International Congress on Environmental Catalysis, Heidelberg, Germany, 5-8 June 2005, p. 213
- 130.P.C.C. Faria, J.J.M. Órfão, M.F.R. Pereira, "Influência das propriedades químicas e texturais do carvão activado na decomposição do ozono em fase aquosa", 7º Encontro da Divisão de Catálise e Materiais Porosos da SPQ, Lisboa, 13-14 de Maio, 2005.
- 131.F. Cunha, J.J.M. Órfão, J.L. Figueiredo, "Produção de hidrogénio por decomposição catalítica de metano", 7º Encontro da Divisão de Catálise e Materiais Porosos da SPQ, Lisboa, 13-14 de Maio, 2005.
- 132.H.T. Gomes, J.L. Figueiredo, J.L. Faria, "aplicação do processo de oxidação catalítica por via húmida ao tratamento de efluentes de lagares de azeite", 7º Encontro da Divisão de Catálise e Materiais Porosos da SPQ, Lisboa, 13-14 de Maio, 2005.
- 133.C.G. Silva, J.L. Faria, "Tratamento fotoquímico e fotocatalítico de efluentes fortemente corados", VII Encontro da Divisão de Catálise e Materiais Porosos da SPQ, Lisboa, 13-14 Maio, 2005, p. 19-22.
- 134.B.F. Machado, H.T. Gomes, P. Serp, P. Kalck, J.L. Faria, "Deposição Fotoquímica de Platina sobre Nanotubos de Carbono: Preparação de Catalisadores para a Hidrogenação Selectiva de Aldeídos Insaturados", 7º Encontro da Divisão de Catálise e Materiais Porosos da SPQ, Lisboa, 13-14 Maio, 2005, p. 129-132.
- 135.Z. Boukha, M. Kacimi, J.L. Figueiredo, M.F.R. Pereira, J.L. Faria, M. Ziyad, "Production d'hydrogène via le procédé catalytique CH₄ + CO₂ sur des catalyseurs à base Nickel/Hydroxyapatite promue au cuivre", 10ème Rencontre Marocaine sur la Chimie de l'Etat Solide, Meknès, 27-29 April 2005, p. 242.

ISBN 978-972-752-268-2



9 789727 522682 >