

**UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO**

**UNIDADE DE MICROSCOPIA ELECTRÓNICA**

**UME**

**Relatório Anual de Actividades – 2005**

VILA REAL, JANEIRO DE 2006

## **Introdução**

Para a UNIDADE DE MICROSCOPIA ELECTRÓNICA (UME) da UTAD, a funcionar desde Setembro de 2003, o ano de 2005 foi de consolidação dos conhecimentos em termos de operacionalidade do equipamento. Relativamente ao Microscópio Electrónico de Varrimento (SEM) a necessidade de alguns cursos de mestrado incluírem módulos mais teóricos de microscopia (nomeadamente o mestrado em Física e Química para o Ensino) obrigou a aprofundar os conceitos fundamentais de microscopia electrónica. Igualmente o novo estágio de fim de licenciatura, efectuado pelo técnico da UME, Eng.º Nuno Martins, afim de melhorar a classificação da licenciatura em Engenharia de Materiais, permitiu explorar muitas das potencialidades do SEM quer a nível teórico quer a nível experimental. Relativamente ao Microscópio Electrónico de Transmissão (TEM), foi convidado da UME durante dois dias o Doutor Augusto Luís Barros Lopes da Universidade de Aveiro, técnico de microscopia com larga experiência, o que permitiu a aquisição de um conhecimento mais profundo quer dos fundamentos de TEM quer da prática de funcionamento.

Relativamente à preparação de amostras foram praticamente resolvidos os problemas do depositador de carbono, estando este agora a funcionar devidamente, embora um dos seus sensores ainda seja provisório.

No final de 2005 uma nova etapa se abre para a UME com a aquisição, pelo Centro de Química de Vila Real no âmbito dos projectos de reequipamento científico, de um Difractómetro de raios X da PANalytical, modelo X'Pert, equipado com detector acelerador, no valor de 140 000 Euros. A instalação deste aparelho iniciou-se em 22 de Dezembro de 2005, aguardando-se neste momento a realização das modificações necessárias em termos de quadros eléctricos, após as quais se efectuará o programa previsto de instalação e treino de operação. Este aparelho contribuirá decisivamente para as potencialidades da UME na caracterização de materiais, estando previsto no projecto a sua utilização pelos Departamentos de Química, Engenharias, Física e Geologia da UTAD, bem como pelo INESC-Porto, Univ. do Minho, e Fac. Ciências da Univ. de Coimbra. Tal como actualmente se processa para os do microscópios electrónicos, será elaborado um Regulamento de utilização do Difractómetro de raios X, permitindo a sua utilização por todos os interessados.

Em 2005 foi ainda necessário alterar a Comissão de gestão da UME devido ao falecimento do Dr. António Figueiredo Fernandes. Por sua vez a Prof. Raquel Chaves pediu dispensa das suas funções por motivo de intenso trabalho pedagógico e científico à sua responsabilidade no Departamento de Genética e Biotecnologia. Assim, em 2005-2006 a

Comissão de gestão da UME é constituída pelos Professores Ana Maria Nazaré Pereira (Departamento de Protecção de Plantas), Pedro Bandeira Tavares (Departamento de Química) e pela Dr.<sup>a</sup> Sandra Mariza Monteiro (Departamento de Engenharia Biológica e Ambiental). O técnico da UME é, desde Abril de 2004, o Eng. Nuno Miguel Martins.

## 1) Actividades desenvolvidas no SEM

O Microscópio Electrónico de Varrimento (SEM) da UTAD é um equipamento da FEI modelo Quanta 400, podendo trabalhar em alto vácuo e em modo ambiental.

No ano de 2005 foram realizadas 300 horas de filamento documentadas neste relatório de actividades. De salientar que em média, por cada hora de filamento ligado, há necessidade de uma hora de trabalho específico, para preparação de amostra, produção de vácuo ou purga da câmara, entre outras. De salientar ainda as 43 horas de aulas ministradas neste aparelho, repartidas pelas licenciaturas e pelos mestrados da UTAD, contribuindo, desta forma, para aumentar a qualidade de ensino.

### 1.1) Actividades realizadas por docentes e investigadores da UTAD

| Centro/Departamento                       | Responsável                    | Horas de Filamento | Actividades                                       |
|-------------------------------------------|--------------------------------|--------------------|---------------------------------------------------|
| Depº Engenharias                          | A. Teixeira Pinto              | 43:30              | Geopolímeros e cinzas                             |
|                                           | José Morais                    | 2:30               | Resina Epoxi                                      |
| Depº Química<br>CQVR                      | Rosa Rego                      | 12:30              | Membranas                                         |
|                                           | Cristina Oliveira              | 10:00              | Redes de Ni/Pd                                    |
|                                           | Pedro B. Tavares               | 46:15              | Materiais cerâmicos, filmes finos e geopolímeros. |
|                                           | Luís Carvalho                  | 3:00               | Cristais e água de rio                            |
| Depº Física                               | Ednan Joanni                   | 19:15              | Filmes finos                                      |
| Depº Geologia                             | Elisa Preto                    | 20:00              | Rochas e Lâminas                                  |
|                                           | Nuno Vaz                       | 5:15               | Microfósseis                                      |
|                                           | Rui Teixeira<br>(Doutoramento) | 3:00               | Minerais                                          |
| Depº Eng. Biológica e<br>Ambiental /CETAV | Teresa Pinto                   | 3:00               | Folhas                                            |
|                                           | Eunice Bacelar                 | 4:15               | Folhas                                            |
|                                           | Moutinho Pereira               | 10:45              | Folhas                                            |
|                                           | João Carrola                   | 11:45              | Brânquias                                         |
| UME                                       | Nuno Martins                   | 26:00              | Polímeros e Cinzas                                |
| <b>TOTAL</b>                              |                                | <b>221:00</b>      |                                                   |

### 1.2) Actividades solicitadas por outras Universidades ou Institutos de investigação

| Universidade/<br>Instituto inv. | Responsável   | Centro<br>Departamento | Horas de<br>Filamento | Actividades      |
|---------------------------------|---------------|------------------------|-----------------------|------------------|
| FEUP                            | Carla Sofia   | INEV                   | 4:30                  | Bolas de perfume |
| Univ. Évora                     | Manuel Mota   | NemaLab-ICAM           | 7:45                  | Nemátodes        |
| Univ. Minho                     | Rui Reis      | 3B'S                   | 5:45                  | Biomateriais     |
|                                 | Ana Machado   | Polímeros              | 4:45                  | Polímeros        |
| IPV                             | Paula Correia | IPV                    | 8:45                  | Farinhas         |
| LNEC                            | Maria Goreti  | LNEC                   | 3:30                  | Cal              |
| <b>TOTAL</b>                    |               |                        | <b>35:00</b>          |                  |

### 1.3) Colaboração em serviço docente na UTAD

| Responsável             | Horas de<br>Filamento | Horas<br>de aula | Actividades                                                                        | Departamento     |
|-------------------------|-----------------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Figueiredo<br>Fernandes | 1:15                  | 2:15             | Projecto da licenciatura<br>em Biologia e Geologia                                 | DEBA             |
| Figueiredo<br>Fernandes | 1:30                  | 2:30             | Mestrado em Biologia<br>e Geologia                                                 | DEBA             |
| Figueiredo<br>Fernandes | 2:30                  | 3:30             | Aula das estagiárias de<br>Biologia e Geologia                                     | DEBA             |
| RPI                     | 2:30                  | 3:30             | Visita de estudo da Esc.<br>Sec. Camilo Castelo<br>Branco                          | Pró-reitoria RPI |
| RPI                     | 1:15                  | 2:15             | Dia aberto da UTAD                                                                 | Pró-reitoria RPI |
| RPI                     | 1:00                  | 2:00             | Visita de estudo da Esc.<br>Sec. Aurélia de Sousa                                  | Pró-reitoria RPI |
| RPI                     | 0:15                  | 1:15             | Visita de estudo da Esc.<br>Sec. de Penafiel                                       | Pró-reitoria RPI |
| João Carrola            | 2:15                  | 3:15             | Aula de Ecotoxicologia<br>da licenciatura em<br>EARN                               | DEBA             |
| João Carrola            | 1:30                  | 2:30             | Aula da licenciatura em<br>Medicina Veterinária                                    | DEBA             |
| João Carrola            | 0:45                  | 1:45             | Aula da licenciatura em<br>Ecologia Aplicada                                       | DEBA             |
| Pedro<br>Tavares        | 1:00                  | 2:00             | Aula de mestrado em<br>Biologia e Geologia                                         | DEBA             |
| Pedro<br>Tavares        | 1:15                  | 2:15             | Aula da licenciatura em<br>Química (Técnicas de<br>Caracterização de<br>Materiais) | Depº Química     |

|                 |              |              |                                                                        |                                  |
|-----------------|--------------|--------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Carlos Carvalho | 0:30         | 1:30         | Aula da licenciatura em Genética                                       | Depº de Genética e Biotecnologia |
| Teresa Pinto    | 1:15         | 2:15         | Aula da licenciatura em Biologia Geologia                              | DEBA                             |
| Teresa Pinto    | 1:00         | 2:00         | Aula da licenciatura em Bioquímica                                     | DEBA                             |
| Cármén Moreira  | 1:00         | 2:00         | Aula da licenciatura em Enologia                                       | DEBA                             |
| Cármén Moreira  | 0:45         | 1:45         | Aula da licenciatura em Genética e Biotecnologia                       | DEBA                             |
| João Coutinho   | 1:15         | 2:15         | Aula da licenciatura em Enologia                                       | DEBA                             |
| Isabel Cortez   | 0:30         | 1:30         | Aula da licenciatura em Eng. <sup>a</sup> Agrícola (Patologia Vegetal) | Depº Protecção de Plantas        |
| <b>TOTAL</b>    | <b>23:15</b> | <b>42:15</b> |                                                                        |                                  |

#### 1.4) Actividades de formação, alinhamentos, calibrações e manutenção do SEM.

| Responsável                   | Nº horas filamento | Nº horas totais | Actividades                                      | Centro Depº |
|-------------------------------|--------------------|-----------------|--------------------------------------------------|-------------|
| Nuno Martins<br>Pedro Tavares | 14:45              | 50:00           | Formação, alinhamentos, calibrações e manutenção | UME         |

#### 1.5) Actividades de intervenção de manutenção do SEM.

| Responsável | Data          | Nº Horas | Motivo        |
|-------------|---------------|----------|---------------|
| PANalytical | 17/18-10-2005 | 21:00    | Revisão anual |

## 2) Actividades desenvolvidas no Microscópio Electrónico de Transmissão - TEM

O Microscópio Electrónico de Transmissão (TEM) da UTAD é um equipamento da LEO modelo 906 E, com uma tensão de aceleração máxima de 120 kV e mínima de 40 kV, o que é indicado para observação de amostras biológicas.

No ano de 2005 foram realizadas 17,5 horas de filamento documentadas neste relatório de actividades. De salientar que em termos de microscopia electrónica de transmissão a preparação de amostras consome a maior parte do tempo, sendo por vezes necessário alguns dias de trabalho para preparar uma amostra. No entanto verifica-se uma baixa taxa de ocupação deste aparelho.

De salientar ainda que as 17,5 horas de aulas ministradas neste aparelho, foram repartidas pelas licenciaturas e mestrados da UTAD, contribuindo, desta forma, para aumentar a qualidade de ensino.

### 2.1) Actividades realizadas no TEM

| Responsável                   | Horas de Filamento | Actividades                            | Centro/Departamento        |
|-------------------------------|--------------------|----------------------------------------|----------------------------|
| Maria Pinto                   | 3:00               | Tumor mamário de Gata                  | Depº Ciências Veterinárias |
| Ana N. Pereira                | 1:00               | Observação de vírus                    | Depº Protecção Plantas     |
| Pedro Tavares                 | 1:00               | Amostra cerâmica                       | Depº Química               |
| Nuno Martins<br>Pedro Tavares | 3:00               | Treino com o Dr. Augusto Lopes         | UME                        |
| Nuno Martins<br>Pedro Tavares | 1:15               | Alinhamentos, calibrações e manutenção | UME                        |
| <b>TOTAL</b>                  | <b>9:15</b>        |                                        |                            |

### 2.2) Colaboração em serviço docente na UTAD

| Responsável          | Horas de Filamento | Horas de aula | Actividades                                      | Departamento     |
|----------------------|--------------------|---------------|--------------------------------------------------|------------------|
| Figueiredo Fernandes | 2:00               | 2:30          | Mestrado em Biologia e Geologia                  | DEBA             |
| RPI                  | 1:00               | 1:30          | Visita de estudo Esc. Sec. Camilo Castelo Branco | Pró-reitoria RPI |
| RPI                  | 1:00               | 1:30          | Dia aberto da UTAD                               | Pró-reitoria RPI |

|                            |             |              |                                                           |                                  |
|----------------------------|-------------|--------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------|
| RPI                        | 0:30        | 1:00         | Visita de estudo da Esc. Sec. Aurélia de Sousa            | Pró-reitoria RPI                 |
| RPI                        | 0:30        | 1:00         | Visita de estudo da Escola Sec. de Penafiel               | Pró-reitoria RPI                 |
| João Carrola               | 0:15        | 0:45         | Aula de Ecotoxicologia da licenciatura em EARN            | DEBA                             |
| João Carrola               | 0:15        | 0:45         | Aula da licenciatura em Medicina Veterinária              | DEBA                             |
| João Carrola               | 0:15        | 0:45         | Aula da licenciatura em Ecologia Aplicada                 | DEBA                             |
| Teresa Pinto Jorge Ventura | 0:30        | 1:00         | Aula de mestrado em Biologia e Geologia                   | DEBA                             |
| Pedro Tavares              | 0:30        | 1:00         | Aula da licenciatura em Química (TCM)                     | Depº Química                     |
| Carlos Carvalho            | 0:30        | 1:00         | Aula da licenciatura em Genética                          | Depº de Genética e Biotecnologia |
| Teresa Pinto               | 0:15        | 0:45         | Aula da licenciatura em Biologia Geologia                 | DEBA                             |
| Teresa Pinto               | 0:30        | 1:00         | Aula da licenciatura em Bioquímica                        | DEBA                             |
| Cármén Moreira             | 0:15        | 0:30         | Aula da licenciatura em Enologia                          | DEBA                             |
| Cármén Moreira             | 0:15        | 0:45         | Aula da licenciatura em Genética e Biotecnologia          | DEBA                             |
| João Coutinho              | 0:15        | 0:45         | Aula da licenciatura em Enologia                          | DEBA                             |
| Isabel Cortez              | 0:30        | 1:00         | Aula da licenciatura em Eng. Agrícola (Patologia Vegetal) | Depº Protecção de Plantas        |
| <b>TOTAL</b>               | <b>8:15</b> | <b>17:30</b> |                                                           |                                  |

### **3) Outras actividades desenvolvidas pela UME**

#### **3.1) Actividades de gestão**

Reparação de equipamento complementar à microscopia electrónica (ao abrigo da garantia):

- Depositador de Au/Pd
- Depositador de carbono

Organização de sessões de promoção do interesse científico com demonstrações de microscopia electrónica, para alunos do ensino secundário do distrito de Vila Real – Dia Aberto da UTAD (16 de Março).

Actualização da página de Internet da UME (<http://home.utad.pt/~ume>).

Continuação do processo de adesão à Rede Nacional de Microscopia Electrónica.

#### **3.2) Participação do técnico da UME em acções de formação, seminários, congressos e outros.**

**Difracção de Raios-X (XRD) e Fluorescência de Raios-X (FRX):** acção de formação e divulgação organizada pela empresa Dias de Sousa S.A., na Universidade de Aveiro. Participante: Nuno Martins.

**Difracção de Raios-X (XRD):** acção de formação e divulgação organizada pela empresa PANalytical, na Universidade do Minho. Participante: Nuno Martins.

Participação na 4ª CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE GEOPOLÍMEROS, 1º CONGRESSO MUNDIAL DE GEOPOLÍMEROS, Universidade Jules Verne, Saint – Quentin, França, 29 de Junho a 1 de Julho. Participante: Nuno Martins.

Participação no 12º ENCONTRO DA SOCIEDADE PORTUGUESA DE MATERIAIS E 3º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE MATERIAIS, Universidade de Aveiro, 20 a 23 de Março. Participante: Nuno Martins.

### 3.3) Artigos publicados em Revistas do SCI com trabalhos realizados na UME

Neste item são apresentadas as referências de artigos publicados, aceites para publicação e submetidos para revistas do SCI em 2005, contendo imagens obtidas nos microscópios da UME.

**MARDARE, C.C.; JOANNI, E.; MARDARE, A.I.; DE SÁ, C.P.M.; TAVARES, P.B.** (2005) – The performance of Zr as barrier layer for Pt bottom electrodes in Pb(Zr,Ti)O<sub>3</sub> thin film capacitors. **Thin Solid Films** **483**, 21-26. [SCI]

**MARDARE, C.C.; JOANNI, E.; MARDARE, A.I.; FERNANDES, J.R.A.; DE SÁ, C.P.M.; TAVARES, P.B.** (2005) – Effects of adhesion layer (Ti or Zr) and Pt deposition temperature on the properties of PZT thin films deposited by RF magnetron sputtering. **Applied Surface Science** **243**, 113-124. [SCI]

**OLIVEIRA, Maria C. F.** – Preparation and characterization of Pd-black films for electrocatalysis. **Advanced Materials Forum III** (in press) [SCI]

**REGO, R.; CAETANO, N., MENDES, A.** (2005) – Hydrogen/methane and hydrogen/nitrogen sensor based on the permselectivity of polymeric membranes. **Sensors and Actuators B** **111-112**, 150-159. [SCI]

**GOMES, M. E. P.; FAVAS, P. J. C.** (2005) – Mineralogical controls on mine drainage in the Ervedosa mine, Northeast Portugal. **Applied Geochemistry**, (submetido) [SCI]

**REGO, R.; CAETANO, N., MENDES, A.** (2005) – Preliminary study of membrane extraction thermal desorption. Application to herbicides analysis using GC-FID, (submetido) [SCI]

### 3.4) Comunicações em Seminários e Conferências.

Neste item estão incluídos apresentações orais ou sob a forma de poster em seminários ou conferências em 2005, contendo imagens obtidas nos microscópios da UME.

**OLIVEIRA**, Maria C. F. (2005) – Uma nova fonte de hidrogénio na hidrogenação catalítica de um álcool insaturado. XII ENCONTRO DA SOCIEDADE PORTUGUESA DE ELECTROQUÍMICA, 6 a 9 de Julho, Covilhã. (comunicação oral).

**AMARAL**, João; **TAVARES**, Pedro B.; **AMARAL**, Vitor; **MENDONÇA**, Tânia; **ARAÚJO**, João; **REIS**, Mário; **VIEIRA**, Joaquim (2005) – Tuning of magnetocaloric effect in ferromagnetic La-Sr manganites through Er and Eu doping. Materiais'2005. III INTERNATIONAL MATERIALS SYMPOSIUM AND XII PORTUGUESE MATERIALS SOCIETY MEETING, 20 a 23 de Março, Aveiro. (Poster).

**CARROLA**, J.; **GARCIA-SANTOS**, S.; **MONTEIRO**, S.; **MARTINS**, Nuno V.; **FONTAÍNHAS-FERNANDES**, A. (2005) – Estudo da histopatologia da Brânquia de Tilápia sujeitas a efluentes de uma ETAR, utilizando a Microscopia óptica e Electrónica de Varrimento. XV CONGRESSO DE ZOOTECNIA, 2 a 5 de Novembro, Vila Real. (Poster).

**OLIVEIRA**, Maria C. F. (2005) – Preparation and characterization of Pd-black films for electrocatalysis. XII MATERIALS PORTUGUESE SOCIETY MEETING AND III INTERNATIONAL MATERIALS MEETING, 20-23 de Março, Aveiro. (Poster).

**PINTO**, T.M.S.; **ANJOS**, M.R.A.F.; **PIMENTEL-PEREIRA**, M.J., **FERREIRA-CARDOSO**, J.V.; **PEIXOTO**, F.; **GOMES-LARANJO**, J.C.E. (2005). – Aplicação da Microscopia Óptica e de Varrimento no Estudo da Estrutura Histológica da Folha de *Castanea sativa* Mill. IX CONGRESSO LUSO ESPANHOL DE FISIOLOGIA VEGETAL – XVI REUNIÓN DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE FISIOLOGIA VEGETAL, 18 a 21 de Setembro, Évora. (Poster).

**REGO**, R.; **MENDES**, A. (2005) – Hydrogen/methane sensor based on the permselectivity of polymeric membranes. EUROSENSORS XVIII, Rome, Italy, 12-15 Setembro. (Poster).

**TAVARES**, Pedro B.; **JOANNI**, Ednan; **SAVA**, Raluca; **MARDARE**, Cezarina C. (2005) – Synthesis of  $\text{BiFeO}_3$  ceramic targets and thin film deposition by laser ablation. *Materiais'2005*, III INTERNATIONAL MATERIALS SYMPOSIUM AND XII PORTUGUESE MATERIALS SOCIETY MEETING, Aveiro, 20-23 de Março. (Poster).

**TAVARES**, Pedro B.; **PINTO**, Amândio Teixeira; **VIEIRA**, Eduardo; **MARTINS**, Nuno V (2005) – Characterisation of an alkaline activated Ca-rich clay. *Materiais'2005*, III INTERNATIONAL MATERIALS SYMPOSIUM AND XII PORTUGUESE MATERIALS SOCIETY MEETING, Aveiro, 20-23 de Março (Poster).

**VIEIRA**, Eduardo; **TEIXEIRA PINTO**, Amândio; **TAVARES**, Pedro B.; **MARTINS**, Nuno V. (2005) – Industrial wastes as raw material for alkaline activation. *Materiais'2005*, III INTERNATIONAL MATERIALS SYMPOSIUM AND XII PORTUGUESE MATERIALS SOCIETY MEETING, Aveiro, 20-23 de Março (Poster).

### 3.5) Teses de Doutoramento, Mestrado e Relatórios

Neste item estão incluídos trabalhos de provas académicas contendo imagens obtidas nos microscópios da UME em 2005.

**PONTES, Sarah Lagorsse de Ribeiro (2005) – Xenon recycling from an anaesthetic system using carbon molecular sieve membranes.** Tese de doutoramento em Química apresentada à FEUP sob a orientação do Prof. Doutor Adélio Mendes (FEUP) e do Prof. Doutor Fernão Magalhães (FEUP) (Defesa prevista para Março 2006).

**REGO, Rosa (2005) – Development of gas sensors for binary mixtures and solvent-free sample preparation techniques based on polymeric membranes.** Tese de doutoramento em Química apresentada à FEUP sob a orientação do Prof. Doutor Adélio Mendes (FEUP) e do Prof. Doutor Fernão Magalhães (FEUP) (Defesa agendada para Fevereiro 2006).

**AMARAL, João Cunha de Sequeira (2005) – Estudo de Manganites Modificadas com Iões de Terra Rara.** Dissertação de Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais apresentada à Universidade de Aveiro sob a orientação do Prof. Doutor Vítor Amaral (Univ. Aveiro).

**MACHADO, Barbára Cláudia (2005) – Caracterização das litologias e patologias da pedra da Sé Catedral de Vila Real.** Dissertação de Mestrado em Biologia e Geologia para o Ensino apresentada à UTAD sob a orientação da Prof.<sup>a</sup> Doutora Maria Elisa Preto. (em conclusão)

**MONTES, Ricardo M. Pinto (2005) – Impacte ambiental causado pela mina da Freixeda (Mirandela).** Dissertação de Mestrado em Biologia e Geologia para o Ensino apresentada à UTAD sob a orientação da Prof.<sup>a</sup> Doutora Maria Elisa Preto.

**PRIVOROTSKAYA, Natalya (2005) – High temperature effect of geopolymeric coatings on concretes.** Dissertação de Mestrado apresentada na Wallace Libray do Rochester Institute of Technology, Estado de Nova Iorque, co-orientação do Prof. Doutor A. Teixeira Pinto.

**MARTINS, Nuno Miguel Vieira (2005) – A Microscopia Electrónica de Varrimento na Caracterização de Materiais.** Relatório de estágio da Licenciatura em Engenharia de Materiais apresentado à Universidade do Minho sob a Orientação do Prof. Doutor Pedro Manuel Bandeira Tavares (UTAD) e Prof.<sup>a</sup> Doutora Ana Vera Machado (UM), para melhoria da classificação da licenciatura.

**TEIXEIRA PINTO, A.; TAVARES, Pedro B.; RAPAZOTE, Joana; LAGINHAS, Cristóvão (2005) – Sistemas Ligantes Obtidos por Activação Alcalina de Aluminosilicatos.** 2º Relatório de progresso do projecto CIMPOR/Fundação D. Dinis, Vila Real.