

# **RELATÓRIO DE ACTIVIDADES**

de

**Rui Manuel Coelho da Silva**

**Investigador Principal** do IST no IPFN

**Triénio 2014-2017**

Relatório trienal de actividades  
em cumprimento da obrigação  
estabelecida no art.º 41º, nº 1,  
do Decreto-Lei nº 124/99, de 20  
de Abril.

[Página intencionalmente deixada em branco]

## Introdução

Encontra-se presentemente integrado no IPFN (Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear) do IST, sendo membro do Grupo de Caracterização de Materiais e do LATR (Laboratório de Aceleradores e Tecnologias de Radiações), onde exerce predominantemente as suas actividades de investigação.

As actividades desenvolvidas enquanto Investigador Principal durante o período a que se refere este relatório inserem-se no quadro geral dos projectos de *Investigação de Materiais com partículas carregadas*, em execução no LATR e IPFN, próprios e em colaboração, em particular no contexto dos materiais para os programas de Fusão Nuclear em que está envolvido o IPFN.

Às actividades de investigação propriamente dita, acrescem as actividades que lhes estão naturalmente associadas, de promoção, suporte e apoio à investigação, bem como actividades de formação, com relevância particular para o ensino. Neste último contexto e dada a criação do DECN (Departamento de Engenharia e Ciências Nucleares) – de que é membro – inclui-se a participação nos órgãos institucionais próprios CCP (Conselho Científico e Pedagógico) e CE (Comissão Executiva) do DECN.

### **I – Investigação:**

O trabalho de investigação incidiu em várias áreas, apoiado por projectos financiados pela FCT e QREN/AdI. Envolveu a caracterização de materiais por meio de técnicas de feixes de iões e outras, como fonte de informação para a realização, determinação e entendimento das propriedades dos sistemas definidos em sede dos projectos aprovados. As áreas em que incidiu a investigação podem definir-se como *a)* novos materiais com coexistência de propriedades eléctricas e magnéticas permanentes, *b)* revestimentos com importância industrial, e *c)* materiais com importância patrimonial.

Adicionalmente realizou-se investigação prospectiva, tendente a avaliar o potencial em áreas específicas de aplicação das técnicas de feixes de iões, conforme indicado em *d)* abaixo.

*a)* novos materiais com coexistência de propriedades eléctricas e magnéticas permanentes em óxidos semicondutores de hiato largo (colaboração com M.M. Cruz *et al.*, FCUL).

Concluiu-se o estudo de ZnO, implantado com fluências  $\sim 1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-2}$  de elementos magnéticos e não magnéticos inertes, com o foco na elucidação dos comportamentos obtidos, em particular a anisotropia das propriedades magnéticas.

*b)* revestimentos com importância industrial: revestimentos de vidros industriais.

Projecto QREN/AdI/23274/2012 ("Nobly Decorated Crystal") com VAA/Atlantis, CICECO-Univ. Aveiro.

Caracterização de composição e estrutura de películas decorativas de ligas metais nobres, Au:Ag e Au:Pd depositadas sobre vidro de Pb (cristal 30%).

A caracterização realizada no LATR incidiu na determinação da composição e estrutura por RBS, PIXE e XRD, com atenção particular na determinação de gradientes de composição, em particular Pb, nas interfaces película-vidro e superfície.

Notas: por imposições contratuais (relacionadas com segredo e propriedade industrial) os resultados e soluções obtidas na execução deste projecto não puderam ser apresentados na forma de publicações; a execução total, objectivos atingidos, e os resultados obtidos estão genericamente descritos nas 11/27 apresentações e actas, 3/5 relatórios de progresso e 1 relatório final (relatório técnico final, Set. 2015, apresentação final, Nov. 2015), produzidos no período em apreço.

Montante global contratado pelo consórcio: da ordem de 1,1 M€, com encaixe directo para IST de mais de 170 k€.

c) materiais com importância patrimonial

*Caracterização e estudo de vidros históricos*

(com L.C. Alves, IST, colaboração com M. Vilarigues, M. Ventura, A. Ruivo e A.P. de Matos, DCR/UNL e VICARTE)

Investigação compreendendo a caracterização de vitrais dos sécs. XVIII e XIX, no contexto do projecto PTDC/EPH-PAT/3579/2012 ("A colecção de vitrais de D. Fernando II"), terminado em 2016.

*Caracterização e estudo de azulejos hispano-mouriscos na Ibéria tardo-medieval*

(com L.C. Alves, IST, colaboração com S. Muralha†, S. Coentro, DCR/UNL e VICARTE)

Investigação compreendendo a caracterização da composição, distribuições elementares e estrutura, em vidrados e chacotas de azulejos hispano-mouriscos de colecções portuguesas dos sécs. XIV a XVI – em particular as colecções do Mosteiro de Santa Clara-a-Velha (Coimbra, séc. XVI) e do Palácio Nacional de Sintra (sécs. XIV-XVI), e os achados da de Santo António da Charneca (sécs. XV-XVI) – e coevos de Espanha – nomeadamente exemplares das colecções do Instituto Valencia de Don Juan, Madrid, Casa de Pilatos, Sevilha, e Museu de Cerámica y Artes Sumtuarias, Valencia – para a caracterização destes tipos de azulejos no quadro científico e técnico do património cultural ibérico.

Este trabalho realizou-se no contexto do projecto (PTDC/CPC-EAT/4719/2012 "Azulejaria Medieval em Portugal"), terminado em 2016, e do trabalho de doutoramento de S. Coentro "Hispano-Moresque tiles of Portuguese and Spanish collections of the late XIV to the early XVI centuries: an Iberian heritage" (SFRH/BD/73007/2010), entretanto concluído.

As técnicas experimentais envolvidas nos programas de investigação referidos, foram predominantemente as técnicas de feixes de iões, as espectrometrias de retrodispersão elástica, de reacções nucleares e de emissões de raios-X induzidos por iões, integralmente realizadas no LATR-IST, usando o acelerador Van de Graaff de 2,5 MV e a microssonda nuclear a ele ligada, para determinação de composições elementares, e suas distribuições. A caracterização dos sistemas estudados envolveu também outras técnicas, em particular a

diffractometria de raios-X e microscopia electrónica de varrimento, para a identificação de fases e caracterização topológica.

Na caracterização de vidros, vidrados e revestimentos de vidros recorreu-se ainda, entre outras, às técnicas de micro-fluorescência de raios-X, espectrometrias de absorção de infra-vermelhos e Raman, e absorção óptica (UV-vis.-IR).

Estes trabalhos experimentais de caracterização foram realizados também em laboratórios de instituições ou grupos de investigação com os quais se tem ou se criaram colaborações.

Entre as colaborações no período em apreço destacam-se, pela importância ou carácter de continuidade:

- LCMBT/CFMC-UL: Laboratório de Caracterização Magnética a Baixas Temperaturas, Centro de Física da Matéria Condensada da UL, Dep. Física da FC-UL;
- Dep. de Conservação e Restauro da UNL;
- Dep. Química da FCT-UNL;
- CENIMAT/FCT-UNL;
- VICARTE: Centro do Vidro Ciência e Arte.

Parte dos resultados obtidos encontram-se contidos nas publicações referidas adiante, e nos relatórios de actividades do LATR referentes aos anos de 2014 a 2017.

*d) investigação prospectiva*: realizaram-se trabalhos preparatórios directamente relacionados com:

*i)* elaboração de propostas de investigação – de novos materiais e técnicas para a tecnologia do vidro: vidros luminescentes com rendimentos quânticos elevados, proposta de pós-doutoramento SFRH/BPD/120416/2016, em colaboração com a Doutora Andreia Ruivo, integrada no VICARTE/FCT-UNL – materializado na implantação de vidros sodo-cálcicos com iões Eu com 300 keV/ião e correspondente caracterização de composição por RBS; simulação e selecção de iões-4f e condições de implantação com o objectivo de obtenção de soluções sólidas e/ou dispersões de nanopartículas com luminescência em vidros;

*ii)* elucidação de questões de investigação no domínio dos materiais avançados para energética (novas aplicações de vidros), em colaboração com o Doutor Prashant Dabas, integrado no VICARTE/FCT-UNL, materializado na detecção e quantificação de Li e B por meio de reacções nucleares em vidros de germanatos de lítio e de borossilicatos com potencial comportamento de electrólito sólido.

## **Ib – Promoção de investigação:**

### *i) directa*

Como parte integrante da investigação e das suas funções, em particular na vertente de promoção da investigação, foi dado todo o apoio à génese de projectos de investigação por colegas investigadores mais novos (*e.g.* pós-doutorados), materializado na forma de revisões críticas, contribuições positivas com tópicos e fundamentação de ideias, bem como abordagens técnicas e discussão de resultados, em particular nas áreas dos *i*) materiais para a fusão; *ii*) novos materiais para a tecnologia do vidro; *iii*) património cultural:

*i) materiais para a fusão*: revisão e avaliação crítica da proposta de projecto de investigação "Copper-based high entropy alloys as novel thermal barriers" ao programa EUROfusion AWP2017 Enabling Research (proposta CfP-AWP17-ENR-IST-01-1), em colaboração com a IR Doutora Marta S.R. Silva Dias, IPFN/IST-UL, e colaboração na elaboração das respostas às interrogações do painel de revisão. A proposta incide na síntese e estudo de materiais de barreira térmica para as paredes expostas ao plasma de reactores de fusão nuclear;

*ii) novos materiais para a tecnologia do vidro*: contribuição para a elaboração – sumário, estado actual de conhecimentos e descrição técnica, revisão e avaliação crítica de proposta de projecto de investigação de "novos materiais e técnicas para a tecnologia do vidro: vidros luminescentes com rendimentos quânticos elevados", em contexto de programa de pós-doutoramento – SFRH/BPD/120416/2016 – da Doutora Andreia Filipa Cardoso Ruivo, VICARTE-UNL, sob responsabilidade conjunta com o Doutor César A.T. Laia, DQ/FCT-UNL. A proposta envolve a combinação de técnicas de sol-gel, irradiação e implantação iónica para a introdução de luminescência em vidros;

*iii) património cultural*: revisão e avaliação crítica de uma proposta ERC Consolidator Grant prop.no. 714760, "From words to objects: the art of glassmaking through recipes", de M. Vilarigues, Prof. Auxiliar, DCR/FCT-UNL, submetida ao European Research Council no concurso de 2016. Acção idêntica para recandidatura no concurso de 2017.

### *ii) indirecta*

Na promoção de investigação incluem-se também actividades de suporte e apoio – que pela sua importância e tempo que tomam representam uma fracção não desprezável do trabalho desenvolvido – relativos a aspectos específicos de protecção radiológica decorrente do funcionamento dos aceleradores em situações experimentais particulares que envolvem a produção de neutrões. Estas actividades – realizadas em colaboração e apoio do responsável para a protecção radiológica do LATR – envolvem a avaliação de situações, estimação de perigos e de medidas de protecção, e materializam a atenção crescente dada a estas questões em geral e em particular devido ao progressivo envolvimento na execução de experiências preparatórias de trabalho de investigação em grandes infraestruturas, de que resumidamente se destacam:

i) planeamento, cálculos e estudo da situação radiológica da experiência de medição de secção eficaz da reacção  $^{118}\text{Sn}(p,n)^{118\text{m}}\text{Sb}$  com interesse para astrofísica nuclear a energias próximas do “*threshold*” de 4.3 MeV, no acelerador TANDEM do LATR/IST-UL, em colaboração com o Doutor Daniel Galaviz Redondo (Prof. Aux., DF-UL), e a Doutora Annalia Palumbo (“*post-doctoral fellow*”, Universidade de Indiana, Pennsylvania, US), Set.2015-Mar.2016. Experiência realizada de 7 a 12 Mar.2016;

ii) planeamento e estudo da situação radiológica da experiência de teste de módulos com 128 cintiladores de CsI(Tl) do detector CALIFA: utilização de reacções  $^{27}\text{Al}(p,\gamma)^{28}\text{Si}$  no intervalo de energias de excitação [1,3] MeV, para preparação de experiências na colaboração R3B/FAIR, a realizar na "Large Scale Infrastructure" FAIR, Darmstadt, Alemanha. A preparação decorreu entre Jul.2016 e Out.2016. O programa proposto envolveu o Doutor Daniel Galaviz Redondo e colegas investigadores das universidades de Santiago, Espanha, e Munique, Alemanha, e decorreu no acelerador TANDEM do LATR/IST-UL, de 14 a 21 Nov.2016.

### **Projectos de Investigação**

No triénio em causa contribuiu e/ou coordenou a execução dos seguintes projectos, em todos os casos terminados com sucesso, conforme testam os correspondentes relatórios entregues e aprovados pelas agências de financiamento (FCT e AdI):

**1. Tomografia com microsonda nuclear com discriminação em profundidade – Tomo3D**  
Proj. PTDC/FIS/115089/2009  
Jan.2013-Dez.2014.

**2. Microsonda 3D: Tomografia por PIXE, RBS e STIM (2º triénio)**  
Proj. SFRH/BPD/65817/2009 (Doutora Ana Cláudia Lourenço Santana Marques).  
Co-orientador em parceria com o Doutor Luís Manuel Cerqueira Lopes Alves.  
Jan.2013-Dez.2015.

**3. Nobly Decorated Crystal (NobleDec)**  
Proj. AdI/23274/2012  
Terminado Nov.2015.

**4. Azulejaria Medieval Portuguesa: um estudo de proveniência**  
Proj. PTDC/CPC-EAT/4719/2012  
Terminado Fev.2016.

**5. Vitrais da Pena**  
Proj. PTDC/EPH-PAT/3579/2012  
Terminado Fev.2016.

## Publicações

1. "Magnetic and electrical characterization of TiO<sub>2</sub> single crystals co-implanted with iron and cobalt", C. Silva, A.R.G. Costa, R.C. da Silva, L.C. Alves, L.P. Ferreira, M.D. Carvalho, N. Franco, M. Godinho, M.M. Cruz, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 364 (2014) 106-116. DOI: [10.1016/j.jmmm.2014.04.022](https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2014.04.022).
2. "A comparison of quantitative reconstruction techniques for PIXE-Tomography analysis applied to biological samples", D.G. Beasley, L.C. Alves, Ph. Barberet, S. Bourret, G. Deves, N. Gordillo, C. Habchi, Q. Letrequesser, A.C. Marques, H. Seznec, R.C. da Silva, *Nuclear Instrum. and Methods*, B 331 (2014) 248-52. DOI: [10.1016/j.nimb.2014.01.028](https://doi.org/10.1016/j.nimb.2014.01.028).
3. "Role of magnetic anisotropy on the magnetic properties of Ni nanoclusters embedded in a ZnO matrix", W.C. Nunes, R.P. Borges, M.M. Cruz, R.C. da Silva, U. Wahl, A. Cuchillo, P. Vargas, C. Magen, M. Godinho, *Journal of Applied Physics* 116, 033916 (2014). DOI: [10.1063/1.4890498](https://doi.org/10.1063/1.4890498).
4. "Hispano-Moresque ceramic tiles from the Monastery of Santa Clara-a-Velha (Coimbra, Portugal)", S. Coentro, R.A.A. Trindade, J. Mirão, A. Candeias, L.C. Alves, R.M.C. Silva, V.S.F. Muralha, *Journal of Archaeological Science*, 41 (2014) 21-28. DOI: [10.1016/j.jas.2013.07.031](https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.07.031).
5. "Influence of the substrate on structure and magnetic properties of Co-N thin films", C. Silva, A. Vovk, R.C. da Silva, P. Strichovanec, P.A. Algarabel, A. Casaca, C. Meneghini, I. Carlomagno, M. Godinho, M.M. Cruz. *Journal of Alloys and Compounds*, 633 (2015) 470-8. DOI: [10.1016/j.jallcom.2015.02.013](https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2015.02.013).
6. "Performance of a gas flow ionization detector filled with He-iso-C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> mixtures for STIM-T", A.C. Marques, M.M.F.R. Fraga, P. Fonte, D.G. Beasley, C. Cruz, L.C. Alves, R.C. da Silva, *Nuclear Instrum. and Methods*, B, 348 (2015) 100-5. DOI: [10.1016/j.nimb.2014.11.038](https://doi.org/10.1016/j.nimb.2014.11.038).
7. "The Cistercian glazed tiles of Santa Maria de Alcobaça's Abbey: Study and characterisation of the colour palette", F. Carvalho, I. Costeira, R.A.A. Trindade, L.C. Alves, R.C. da Silva, V.S.F. Muralha†, S. Coentro, *Journal of Medieval Iberian Studies*, (2016) 1-20 ISSN 1754-6559. DOI: [10.1080/17546559.2016.1222447](https://doi.org/10.1080/17546559.2016.1222447).

Encontra-se já aceite e publicado *on-line* o trabalho:

8. "The glaze technology of Hispano-Moresque ceramic tiles: a comparison between Portuguese and Spanish collections", S. Coentro, L.C. Alves, C. Relvas, T. Ferreira, J. Mirão, J. Molera, T. Pradell, R.C. da Silva, V.S.F. Muralha†, *Archaeometry* (2017). DOI: [10.1111/arcm.12280](https://doi.org/10.1111/arcm.12280).

Enviada para publicação

9. "Mineral characterisation of hispano-moresque glazed tiles by  $\mu$ -Raman and SEM-EDS", S. Coentro, R.C. da Silva, C. Relvas, T.A. Ferreira, J. Mirão, A. Pleguezuelo, R. Trindade, V.S.F. Muralha, *J. of Raman Spectroscopy*.

## Trabalhos em Conferências e Seminários

1. "Performance of a gas flow ionization detector filled with He-iso-C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> mixtures for STIM-T", A.C. Marques, M.M.R. Fraga, P. Fonte, D.G. Beasley, C. Cruz, L.C. Alves, R.C. da Silva, *in* ICNMTA-2014, 14<sup>th</sup> International Conference on Nuclear Microprobe Technology & Applications, Padova, Italy, 06-11 Jul. 2014. **Poster**.
2. "The collection of Hispano-Moresque tiles from the Museum of the Roman Theatre in Lisbon: chemical characterization by micro-PIXE ", Leal, Ana Sofia, Coentro, Susana, Pereira, Silvia, Fernandes, Lídia, Silva, Rui M.C., Alves, Luís, Muralha, Vânia S.F., *in* ICNMTA-2014, 14<sup>th</sup> International Conference on Nuclear Microprobe Technology & Applications, Padova, Italy, 06-11 Jul. 2014. **Poster**.
3. **Palestra** "The LATR facilities ", *in* Iberian Accelerators Meeting, CMAM, Madrid, 27 Out. 2014.
4. "Archaeometric study of Hispano-Moresque tiles from Portuguese and Spanish collections", S. Coentro, B. Gratuze, L.C. Alves, R.M.C. Silva, V.S.F. Muralha, *in* Technart 2015, *International conference on non-destructive and micro analytical techniques in art and cultural heritage*, Catania, Italy, 27-30 Apr. 2015. **Poster**.
5. "Characterization of noble metallic thin coatings on lead glass substrates", A.R.M. Sarabando, J. Mesquita-Guimarães, F.M. Santos, A.B. Lopes, A.P. Rodrigues, L.C. Alves, R.C. da Silva, A. Gil, A. Sá, *in* Materiais-2015, FEUP, Porto, Portugal, 21-23 Jun. 2015. **Palestra** por A.R.M. Sarabando.
6. "Cistercian pavements from Santa Maria de Alcobaça abbey: first examples of tin-glazed tiles in Portugal", Fernanda Carvalho, Rui Trindade, Cátia Relvas, Teresa Ferreira, Luís C. Alves, Rui C. da Silva, José Mirão, Susana Coentro, Vânia S. F. Muralha, *in* GlazeArch 2015, *International Conference on glazed ceramics in architectural heritage*, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisbon, Portugal, 02-03 Jul. 2015. **Palestra** por F. Carvalho.
7. "Magnetic properties of Fe-N thin films", C. Silva, A. Vovk, R.C. da Silva, P. Štrichovanec, P.A. Algarabel, A.P. Gonçalves, L.P. Ferreira, M.D. Carvalho, M. Godinho, M.M. Cruz, *in* ICM-2015, 20<sup>th</sup> *International Conference on Magnetism*, Barcelona, Spain, 05-10 Jul. 2015. **Poster**.
8. **Palestra** "Ion beam based techniques for Physics and Materials Sciences", *in* programa doutoral DAEPHYS workshop, FCT-UNL, Monte da Caparica, 17 Jul. 2015.
9. "Swiss Kabinettscheiben from 19th century portuguese collection – study and characterisation", Andreia Machado, Alexandra Rodrigues, Mathilda Coutinho, Luis C. Alves, Victoria Corregidor, Rui C. da Silva, Sophie Wolf, Ildiko Katona-Serneels, Vincent Serneels, Stefan Trümpler, Márcia Vilarigues, *in* 20<sup>th</sup> *Congress of the International Association for the History of Glass*, Fribourg, Switzerland, 7-11 Sep. 2015. **Poster**.
10. **Palestra** "Os feixes de iões e as micro e nanotecnologias", *in* programa mestrado integrado de Nanotecnologias, CENIMAT/FCT-UNL, Monte da Caparica, 06 Mai. 2016.
11. **Palestra** "The contribution of the Portuguese Ion Beam Laboratory in the CALIFA programme", *in* ENSAF/ENSAR2 international workshop, CNA, Sevilha, 21 Nov. 2016.

## II – Desenvolvimento:

### **Microssonda Nuclear – tomografia com feixes de iões**

No âmbito do projecto SFRH/BPD/65817/2009 (2º triénio) de pós-doutoramento da Doutora A.C. Marques, e do projecto de I&D PTDC/FIS/115089/2009 (Tomo 3D), estreitamente interligados e que foram encerrados com sucesso em meados do triénio em referência, ficou o LATR do IST/CTN dotado do equipamento e capacidade técnica para efectuar microtomografia na Microssonda Iónica, e lançar um programa de desenvolvimento que permita alargar o âmbito da investigação realizada, servindo uma comunidade mais vasta, quando as circunstâncias o determinem.

### **Interfaces, sistemas automáticos e aquisição de dados**

No triénio em referência continuou-se a implementação de soluções para a substituição dos sistemas de controlo automático de posicionamento e aquisição de dados no acelerador Van de Graaff (quando e se necessário), de forma a minimizar o impacto de eventuais avarias (*downtime*), e possibilitar a extensão ao acelerador TANDEM. Estes sistemas têm sido mantidos operacionais e implementados ao nível lógico (programático) das interfaces pelo próprio. Contando já com duas décadas de serviço continuado, as razões apresentadas em relatório anterior mantêm-se: a inexistência de unidades de reserva, a possibilidade de falha por envelhecimento e a aproximação previsível do fim de vida útil, o desenvolvimento de uma nova linha experimental no acelerador *Tandem*, e a vantagem de dispor-se de sistemas comuns que ofereçam redundância e modularidade, baseados em soluções comerciais robustas e acessíveis.

Em consequência da experiência acumulada na leccionação e investigação, em particular no que respeita à preparação, antevisão e análise de resultados experimentais, tem desenvolvido, mantido e ampliado *software* em linguagens várias, *e.g.* VBS, VBA, C e javascript/HTML5, permitindo a crescente e quase total autonomização relativamente a *software* proprietário, nas áreas de:

- registo de dados e conversão de formatos (VB, VBS, javascript/HTML5, VBA): pacote S<sup>2</sup>SV “Spectroscopy Simple Viewing Screen” em modo client/server (residente em servidor) ou autónomo local, multi-*browser* (HTML5 compliant) – multi-plataforma, multi-SO (Windows, Mac-OS-X, Linux, Android), – com as funcionalidades resumidas abaixo (em inglês, da apresentação preparada para divulgação)

“S<sup>2</sup>SV provides some simple (but) useful features: reads multiple (spectral) data formats: CANBERRA, BRÜKER/AXS, OMDAQ, THERMO-SCIENTIFIC binaries + plain ASCII; offers:

- up to 4 spec overlap (may be extended, virtually no limit), colour coded with id tagging
- cursor enabled with displayable cursor-(X,Y) + on demand true spec-(X,Y) at cursor
- X-calibration enabled by direct insertion/conversion function (linear, quadratic, best LLSq)
- lin-lin, sqr-lin, log-lin and lin-log display
- X, Y scales changeable on demand: Y scale-up/down; X scale-left/right, expand/contract, scroll
- full spec recover
- ROI integral/area calculation;
- no installation needed (just a HTML5 compliant browser)
- available any time/anywhere at <http://www.se.ctn.tecnico.ulisboa.pt/FisNuclear/S2SV>”

- identificação de características espectrais pertinentes em espectros IBA (RBS, NRA, PIXE), calibração e identificação elementar (VBA em folha EXCEL);
- cálculo de grandezas pertinentes para previsão e pré-análise de resultados experimentais IBA, cinemática total (RBS, NRA), secções eficazes (RBS: Rutherford, Mott, etc...), etc. (VBA em folha EXCEL)
- utilização de novas unidades (*hardware*) de ataque a motores e criação de interfaces com o utilizador (*hardware* baseado em placas E/S e em Arduino para ataque de unidade de potência proprietária, *software* desenvolvido para o efeito em VB);
- utilização de novas unidades (*hardware*) de aquisição de sinal de baixo custo (unidades da TI) e preparação de implementação de interfaces com o utilizador.

### **III – Formação:**

1. Orientação e supervisão de estudantes em diferentes graus de formação, *cf.* indicado em "IV – Supervisão de teses de graduação e orientação de estudantes". Cf. também com "V – Participação em júris" e "VI – Participação em CAT's".
2. Leccionação
  - a) No âmbito da colaboração com a Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (FCT-UNL):
    - i) Cursos semestrais "Física Nuclear" aos 6<sup>os</sup> semestres (3<sup>os</sup> anos) dos Mestrados Integrados em Engenharia Física e em Engenharia Biomédica, como Professor Auxiliar Convidado do Departamento de Física, da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Compreende a leccionação da matéria teórica e supervisão dos trabalhos práticos em laboratório;
    - ii) Módulo teórico "Técnicas de Feixes de Iões" enquadrado na disciplina semestral "Métodos de Exame e Análise" aos Mestrado Integrados em Conservação e Restauro e em Ciências da Conservação, da Universidade Nova de Lisboa. Esta acção é efectuada no âmbito da colaboração entre o ITN e o DCR.
  - b) No âmbito da colaboração com o DF/IST-UL (desde o ano lectivo 2015-16):

Unidade: LFEA – Laboratórios de Física Experimental Avançada

Módulo: TFI-RBS – Técnicas de Feixes de Iões-Espectrometria de Retrodispersão de Rutherford

Actividade: exposição de fundamentos teóricos (em sala) e realização de sessões experimentais (4) com manipulação de equipamento, recolha e análise de dados (em laboratório), com acompanhamento e discussão interactiva com os alunos.
3. Colaboração e participação em cursos de formação ministrados e/ou planeados pelo DECN (ex-centro de formação do ITN):
  - i) leccionação do módulo "Física das Radiações", Curso de Protecção e Segurança Radiológica em Radiografia Industrial, CTN, 23 Nov.2015.
  - ii) módulo "IBA: técnicas de análise com feixes de iões", Curso de Técnicas Nucleares para a Valorização do Património Cultural, CTN, 17-18 e 24-25 Nov.2016.

#### **IV – Supervisão de teses de graduação/pós-graduação e orientação de estudantes**

##### **Doutoramento**

*Hispano-Moresque tiles of Portuguese and Spanish collections of the late XIV to the early XVI centuries: an Iberian heritage*

*Candidato:* Susana Coentro (SFRH/BD/73007/2010)

*Co-orientadores:* Doutor Rui André Alves Trindade, MNAA, VICARTE

Doutora Vânia Solange Ferreira Muralha†, FCT-UNL/VICARTE

*Especialidade:* Estudos Artísticos

*Universidade:* Univ. Nova de Lisboa

*Status:* monografia entregue na FCT-UNL (Fev2017), a aguardar marcação de provas.

##### **Pós-Doutoramento**

*Microsonda 3D: Tomografia por PIXE, RBS e STIM*

Proj. SFRH/BPD/65817/2009 (2º triénio, Jan.2013-Dez.2015)

*Colaboradora:* Doutora Ana Cláudia Marques.

*Co-orientador:* Doutor Luís Cerqueira Alves.

##### **Mestrado**

*Monitorização de dose de radiação em técnicas de radiodiagnóstico convencionais.*

*Candidato:* Filipe Manuel Moreira Mealha

*Co-orientador:* Doutor Carlos Sousa, director IT, Hospital Fernando Fonseca, EPE;

*Especialidade:* Engenharia Biomédica

*Universidade:* Dep. Física, Univ. Nova de Lisboa

*Data:* 2016 (05 de Dezembro de 2016).

#### **V – Participação em júris como arguente**

*Design, implementation, performance of distributed and scalable sensor system for critical distance measurements in the CMS detector at LHC*

**Doutoramento** em Física de João Filipe Rodrigues Antunes, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, 22 de Dezembro de 2014.

*Functionalization by ion Implantation of Si: influence on wettability and tribomechanical properties at micro and nanoscale*

**Doutoramento** em Engenharia de Materiais de Bruno Miguel Fernandes Nunes, Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa, 23 de Outubro de 2015.

*Influence of laser-induced surface nanotextures on the tribological behaviour of Si*

**Mestrado** em Física da Matéria Condensada e Nano-Materiais de Isabel Alves Lopes, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 10 de Novembro de 2016.

#### **VI – Participação em Comissões de Acompanhamento (CAT) de programas doutorais**

Doutoramento em Física, DF/FCT-UNL, João Filipe Rodrigues Antunes (2014);

Programa doutoral em Conservação e Restauro, Ciências da Conservação, DCR-UNL, Alexandra José Rodrigues, *Glass Collection from Museu Nacional de Arte Antiga – study and preservation* (orientadores Prof. M. Vilarigues, DCR-UNL, Sarah Fern, Imperial College, London, UK), 2014-7;

Programa doutoral em Engenharia Física, DF/FCT-UNL, Hugo Miguel Martins Ferreira da Silva, *Secções eficazes elásticas <sup>16</sup>O(p,p) em geometria forward* (orientador Prof. J. Cruz, DF/FCT-UNL), 2015-7;

## **VI – Outras actividades**

No triénio abrangido pelo presente relatório o Investigador Principal realizou ainda as seguintes actividades:

### **Outras acções de formação e divulgação**

Recepção de visitantes de escolas secundárias, universidades e outras instituições, com apresentação em auditório das actividades desenvolvidas no CTN-IST em geral, e *in situ* no LATR-CTN, em particular. Neste contexto destaca-se a mais recente recepção e a apresentação “O CTN/IST e o LATR (equipamentos, investigação e oportunidades)”, à visita organizada no âmbito do ENEF’2017 “Encontro Nacional de Estudantes de Física, 2017”, em 17 Fev.2017, com acompanhamento e exposição nas instalações do LATR.

### **Grupos de trabalho e comissões**

1. Revisor (*referee*) interno do Relatório de Vigilância Radiológica a Nível Nacional (2012) do DPRSN. Mai.2014.
2. Relator do Relatório Trienal de Actividades (2011-2014) da Investigadora Auxiliar Maria Teresa Ferreira Marques Pinheiro, Jun.2015.
3. Revisor (*referee*) interno do Relatório de Vigilância Radiológica a Nível Nacional (2013) do DPRSN. Jun.2015.
4. Relator do Relatório Trienal de Actividades (2012-2015) do Investigador Auxiliar João Garcia Alves, Nov. 2015.

### **Participação em órgãos institucionais**

- Membro do Conselho Científico e Pedagógico (CCP) do Dep. Ciências e Engenharia Nucleares (DECN), desde Mar.2015.
- Membro da CE-DECN (efectivamente desde 01Fev.2017, com ratificação pelo plenário DECN, desde 22Fev.2017).

# RELATÓRIO DE ACTIVIDADES

de

**Rui Manuel Coelho da Silva**

**Investigador Principal do IST no IPFN**

**Triénio 2014-2017**

IPFN/LATR, CTN  
20 de Março de 2017

O Investigador Principal

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Rui M.C. da Silva', with a horizontal line drawn through the bottom of the signature.

(Rui M.C. da Silva)