

RELATÓRIO DE ACTIVIDADE DE
JOÃO CARLOS BENTES WAERENBORGH

Investigador Principal
do Instituto Superior Técnico

(ABRIL 2014 - MARÇO 2017)

(para cumprimento da obrigação estabelecida
no Dec.-Lei nº 124/99, de 20 de Abril)

Campus Tecnológico e Nuclear, Instituto Superior Técnico,
Universidade de Lisboa



João Carlos Bentes Waerenborgh

<http://orcid.org/0000-0001-6171-4099>

Scopus Author ID: 7003400700

Researcher ID C-3701-2011

Investigador Principal

- Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares (C²TN) do IST, desde Setembro de 2013. Área *Materiais Avançados / Sistemas Terrestres, Radioactividade e Património Cultural*, grupo do Estado Sólido.

RESUMO DA ACTIVIDADE

A actividade de investigação foi desenvolvida no domínio da Química e Física do Estado Sólido com aplicação nas áreas de Materiais e Sistemas Terrestres.

No presente triénio fui co-autor de 15 comunicações em Encontros e Congressos Científicos Internacionais e 8 de âmbito nacional, 1 capítulo de livro, 1 acta de um Congresso Nacional e 24 artigos publicados em revistas com arbitragem científica e citação internacional, nomeadamente *Scopus* e *Thomson ISI Web of Knowledge*. Tenho sido com regularidade ‘*Referee*’ de artigos submetidos a revistas científicas internacionais na área da Ciência de Materiais. Sou co-orientador de um estudante de doutoramento e supervisor de uma bolsa de pós-doutoramento.

A par da actividade de investigação fui responsável pelo Laboratório de Espectroscopia Mössbauer do Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares (C²TN) do IST. O reconhecimento internacional da investigação desenvolvida nesta infra-estrutura é manifestado pela procura por parte de instituições de investigação estrangeiras de trabalhos de colaboração, pela minha integração no “*International Board on the Applications of the Mössbauer Effect (IBAME)*”, e inclusão, desde o ano de 2006, no *Mössbauer Century Club*, estabelecido pelo *Mössbauer Effect Data Center* (em 2006 na *University of North Carolina*, USA) e que reúne os investigadores com mais de 100 artigos publicados utilizando espectroscopia Mössbauer.

Os resultados obtidos podem ser consultados em pormenor nos artigos cuja lista se apresenta no final do relatório. As cópias dos artigos estão disponíveis em papel ou em formato digital (telefone interno 6220, e-mail jcarlos@ctn.tecnico.ulisboa.pt)

Materiais moleculares

O trabalho de investigação em materiais moleculares de Fe^{III} promissores como fotointerruptores magnéticos para reprodução à escala molecular de dispositivos spintrónicos envolveu a síntese de compostos com ligandos base de Schiff, a respectiva caracterização estrutural por difracção de raios X de monocristal e de pó, caracterização magnética por espectroscopia Mössbauer e medidas de magnetização (SQUID). Foi estudada a correlação entre as forças intermoleculares e a histerese e temperaturas de transição de spin [A10, A11]. Foram também estudados por espectroscopia Mössbauer materiais multifuncionais [A13, A16, A22], fotoresponsivos [A23] e líquidos iónicos magnéticos [A8, A18] no âmbito de colaborações com outras instituições:

- Dept. Física, FCT da Univ. Coimbra (Dr. M.R. Marques da Silva)
- Dept. Química Inorgânica, Facultat de Química, Universitat de València, Spain (Prof. E. Coronado)
- Institute of Chemical Research of Catalonia (ICIQ), Tarragona, Spain (Prof. J.R. Galán-Mascarós).
- Facultad de Ciencias, Universidad de Cantabria, Santander, Spain (Dr. I. de Pedro)

Óxidos condutores mistos para células de combustível e electrocatálise

Desenvolvimento de novos materiais para tecnologias electroquímicas relacionadas com a produção e transformação de energia, tais como as que utilizam pilhas de combustível de electrólito sólido ou membranas cerâmicas para a conversão do gás natural e biogás. Neste triénio foram caracterizados por espectroscopia Mössbauer $(\text{La}_{0.9}\text{Sr}_{0.1})_{0.98}\text{Cr}_{0.9-x}\text{Fe}_x\text{Mg}_{0.1}\text{O}_{3-\delta}$ ($0 < x < 0.3$), $\text{SrFe}_{1-x}\text{Ta}_x\text{O}_{3-\delta}$ e $\text{Sr}_x\text{La}_{2-x}\text{Cu}_{0.5}\text{Ru}_{0.5}\text{O}_4$ [A5, A7, A12]. Foi também estudado $\text{Sr}_2\text{FeMoO}_{6-\delta}$, material com propriedades magnetoresistivas promissoras para aplicações em electrónica [A9] e a incorporação do ferro por zona flutuante a laser em vidros de aluminosilicatos, electrólitos para a produção de ferro metálico por piroelectrólise dos respectivos óxidos [A3, A15, A24]. Colaboração com:

- Dept. Cerâmica e Vidro da Universidade de Aveiro (Prof. J. Frade, Dr. V. V. Kharton).
- State Key Laboratory of Rare Earth Resource Utilization, Institute of Applied Chemistry, Chinese Academy of Sciences, Changchun, P. R. China (Prof. Min Feng Lü).

Ambiente e recursos minerais

Em colaboração com os grupos de “Protecção e Segurança Radiológicas” e “Engenharia e Tecnologias Nucleares” do C²TN fizeram-se estudos detalhados de especiação do ferro por espectroscopia Mössbauer em materiais de escombrelas de minas e em solos.

Em materiais de escombrelas de diversas áreas mineiras de Portugal e outros países de Europa e África, apropriados para extracção de terras raras, encontrou-se uma correlação entre a concentração de nanopartículas de óxidos/hidróxidos de Fe e a de terras raras nos locais onde os teores destes elementos no minério primário são semelhantes (trabalho feito no âmbito do projecto ENVIREE coordenado no IST pela Dra. I. Paiva).

Nos solos das Ilhas de Cabo Verde encontrou-se uma correlação entre as nanopartículas de óxidos de Fe e a concentração de elementos traço com um potencial impacto na nutrição das plantas e dos animais. O conhecimento da composição destes óxidos é também um contributo relevante para o estudo dos mecanismos de meteorização em climas semi-áridos [A1, A6, A17, A21].

Desenvolvimento de nanoplataformas vocacionadas para teranóstico

Em Setembro de 2016, em colaboração com Centro de Química Estrutural do IST no âmbito de uma tese de doutoramento, iniciei um projecto de investigação sobre nanoplataformas de sílica para imagiologia e entrega dirigida de fármacos. Várias matrizes à base de sílica amorfa serão estudadas, os nanossistemas serão decorados com nanopartículas de óxidos de ferro e de prata, visando imagiologia por ressonância magnética e fluorescência plasmónica amplificada. Os nanossistemas serão também bioconjugados com ligandos-péptidos específicos, tendo por objectivo o transporte dirigido para células tumorais.

Intermetálicos: Magnetismo e electrões fortemente correlacionados

O comportamento magnético ou dos electrões fortemente correlacionados em compostos intermetálicos de metais de transição *d* e *f* tem sido objecto de estudo desde há vários anos do grupo do Estado Sólido do actual C²TN. Neste triénio concluiu-se o estudo de intermetálicos ternários dos sistemas U-Fe-Ge e U-Fe-Sb [A2, A4, A14].

Colaboração com as equipas de investigação de:

- Laboratoire de Chimie du Solide et Inorganique Moléculaire, Univ. Rennes, France (Prof. O. Tougait, Prof. M. Pasturel).
- Faculty of Humanities and Natural Sciences, Prešov Univ., Slovakia (Prof. Marian Reiffers).

Coordenação do Laboratório de Espectroscopia Mössbauer

Neste triénio foram feitos estudos por Espectroscopia Mössbauer de transmissão de raios γ com absorvedores a temperaturas entre 300 e 1.4 K. Para além de amostras no estado sólido à temperatura ambiente estudaram-se líquidos iónicos. Desenvolveram-se novos porta-amostras para o estudo de materiais tratados termicamente a alta temperatura e arrefecidos bruscamente em azoto líquido e para materiais instáveis ao ar cujos absorvedores são preparados em caixas de luvas.

Mantiveram-se colaborações com as instituições de Investigação acima discriminadas, que conduziram à publicação de resultados em trabalhos conjuntos. Prosseguiu também o trabalho de colaboração e de apoio à investigação desenvolvida por linhas de actividade do C²TN, IST. Foi dada formação em espectroscopia Mössbauer a estudantes de *PhD* abaixo referidos.

Em Janeiro de 2017 iniciei a actualização do Programa de Protecção Radiológica deste Laboratório.

Membro de redes europeias

European Institute of Molecular Magnetism (EIMM). (<http://www.unizar.es/eimm2>).

Mapping of the European Research Infrastructure Landscape (MERIL) (<http://portal.meril.eu/>)

Comissões Científicas

Membro do *International Board on the Applications of the Mössbauer Effect (IBAME)*

Projectos de Investigação

Membro da equipa de projectos financiados pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT).

Propriedades estruturais, eletrónicas, magnéticas e térmicas dos antimonietos ternários de urânio-ferro. Responsáveis: Marian Reiffers, Presov Univ., Slovakia, e António Cândido Lampreia Pereira Gonçalves, IST (2013-2014)

Métodos eficientes e ambientalmente sustentáveis para a extracção de elementos de terras raras a partir de fontes secundárias (ERA-MIN/0004/2014; H2020-SC5-2014, programa ERA-MIN, tópico: SC5-11a-2014, tipo de acção: RIA, 2015-2017). Coordenador: Chalmers University of Technology (Sweden). Responsável no IST: Isabel Paiva (2015-2017).

Investigador responsável do projecto submetido à FCT e não financiado

Fotointerruptores magnéticos baseados em compostos moleculares de Fe^{III} (PTDC/QUEQ-QIN/2134/2014)

Membro da equipa de candidaturas submetidas e em processo de avaliação em Fevereiro de 2017.

“*PANORAMA*” *EuroPeAn trAining NetwOrk on Rare eArth elements environMental trAnsfer: from rock to human*. MARIE Skłodowska-CURIE ACTIONS Innovative Training Networks (ITN) Call: H2020-MSCA-ITN-2017. Responsável no IST: M.I.Prudêncio.

Laboratório *LTHMFL* (*Low Temperature and high magnetic field laboratory*, Laboratório de Baixas Temperaturas e Campos Magnéticos Intensos) integrado na rede *Meril-Database* (Mapping of the European Research Infrastructure Landscape) e no NECL (Network of Extreme Conditions Laboratories); Concurso para a criação de um Roteiro Nacional de Infraestruturas de Investigação de Interesse Estratégico FCT, *Roteiro/0068/2013*. Responsáveis no IST M.Almeida e na Univ. Porto J.P.Araújo.

Formação e enquadramento de Pós doutorados e estudantes de Doutoramento

Co-orientação de tese de doutoramento

Joana Catarina Capinha de Matos “Nanoplataformas de sílica para imagiologia e entrega dirigida de fármacos Silica” Programa Doutoral ChemMat, (PD/0045/2013) doutoramento em Química dos Materiais (IST), supervisor M. Clara Gonçalves. Desde Setembro 2016.

Supervisão de bolsa de pós-doutoramento

Bruno José Cardoso Vieira “Natural and synthetic materials characterization by Mössbauer spectroscopy” pós doutoramento do Centro de Ciências e Tecnologias Nucleares, (contrato FCT UID/Multi/04349/2013). Desde Abril de 2016

Teses de Doutoramento ou de Mestrado onde se incluem resultados de espectroscopia Mössbauer obtidos em trabalhos de colaboração.

“Isothermal sections U-Fe-X (X = Ge, Sb, C) and studies of new ternary intermetallic compounds” Margarida Henriques PhD in Materials Engineering, Supervisor A.P.Gonçalves, IST, Univ. Lisboa (2016)

"Topsoils of volcanic islands Santiago, Fogo and Brava (Cape Verde) Rare earth elements patterns and other chemical elements before the 2014 - 2015 eruption in Fogo" Rosa Marques PhD in Georecursos, Supervisor M.I.Prudêncio, IST, Univ. Lisboa (2016)

“Síntese e Caracterização de Novos Compostos Moleculares com Unidades Tiofénicas” R.P.Santos MSc in Chemical Engineering, Supervisor M.D.Belo, D. Simões, IST, Univ. Lisboa (2016)

"Perovskite-like oxide and composite anode materials for Solid Oxide Fuel Cells" Vladislav Kolotygin PhD in Ciência e Engenharia de Materiais, Supervisor V. Kharton, Dept. Engenharia de Materiais e Cerâmica da Univ. Aveiro (2015)

"Iron(III) Spin Crossover Systems: Towards Switchable Molecular Conductors" Bruno José Cardoso Vieira. PhD in Chemistry. Supervisors: Laura Cristina de Jesus Pereira Waerenborgh (IST), Dr. Vasco Pires Silva da Gama (IST), Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, (2014)

"Hybrid magnetic materials based on layered double hydroxides: from the chemistry towards the applications" Gonzalo Abellán Sáez para aspirar al grado de Doctor en Nanociencia y Nanotecnología. Dirigida por el Prof Eugenio Coronado Miralles y el Dr Antonio Luis Ribera Hermano, Universidad de Valencia, Spain (2014)

Acções de formação

Leccionei o módulo de “Espectroscopia de Mössbauer” e em colaboração com outros investigadores o módulo “Estudo de casos multidisciplinares para diferentes cronologias com recurso a Técnicas Nucleares” no curso “Técnicas Nucleares para a Valorização do Património Cultural” no CTN/IST, Novembro de 2016.

Arguente em juris de Teses de Doutoramento

- Doutoramento em Ciência e Engenharia de Materiais "Perovskite-like oxide and composite anode materials for Solid Oxide Fuel Cells" Vladislav Andreevich Kolotygin, Orientador Dr. V. V. Kharton, Dept. Engenharia de Materiais e Cerâmica da Univ. Aveiro, Fevereiro 2015.

- Doutoramento em Georecursos "Topsoils of volcanic islands Santiago, Fogo and Brava (Cape Verde)" Rosa Maria Salgueiro Marques, Orientador/Responsável: Dra. M.I.Prudêncio, Prof. F.J.T.Rocha. Dept. Engenharia e Ciências Nucleares do Instituto Superior Técnico, Univ. Lisboa, Maio 2016.

- Doutoramento em Ciência e Engenharia de Materiais "Mechanochemistry of high temperature fuel cell materials" Isabel Alexandra Gonçalves Antunes, Supervisor D. P. Fagg, Dept. Engenharia de Materiais e Cerâmica da Univ. Aveiro, Junho 2016.

Trabalhos apresentados em Conferências e Encontros Científicos dos quais fui co-autor desde Abril de 2014 até Março de 2017.

Comunicações orais

44^{èmes} Journées des Actinides (JdA 2014), Ein-Gedi, ISRAEL, 22-28 April 2014 <http://www.jda2014.org/>

(C1) A.P. Gonçalves, M.S. Henriques, J.C. Waerenborgh, I. Curlik, S. Il'kovič, M. Reiffers "Studies on the UFeSb₂ uranium antimonide"

11th Prague Colloquium on *f*-Electron Systems, Prague, Czech Republic, 2-5 July 2014 <http://kfk1.cz/pcfes/>

(C2) M. Henriques, D.I. Gorbunov, J.C. Waerenborgh, M. Pasturel, O. Tougait, V. Petříček, M. Dušek, A.V. Andreev, L. Havela, A.P. Gonçalves "Crystal structure and physical properties of novel U-Fe-Ge intermetallic compounds"

(C3) A.P. Gonçalves, M. Henriques, J.C. Waerenborgh, I. Curlik, S. Il'kovič, M. Reiffers " Studies of UFeSb₂ uranium antimonide"

ISPMA 13, 13th International Symposium on Physics of Materials, Charles University Prague, Czech Republic, 31st August - 4th September 2014 <http://material.karlov.mff.cuni.cz/en/ispma>

(C4) A.P. Gonçalves, M.S. Henriques, E.B. Lopes, L.C.J. Pereira, J. Marçalo, A. Cruz, J.C. Waerenborgh, T. Wiss, T. Stora, S. Maskova, L. Havela " The (almost) unexplored world of uranium nanomaterials" (invited)

14th Castle Meeting (New trends on Paleo, Rock and Environmental Magnetism)

Évora, Portugal, 31st of August to 6th of September 2014 <http://www.fc.ul.pt/en/conferencia/14th-castle-meeting>

(C5) Silva, P.F., Almeida, F., Waerenborgh, J.C., Madureira, P., Henry, B., Neres, M., Petrovský, E.

"Thermomagnetic analyses of oceanic basalts - Testing a new approach to differentiate oxidation degree from the primitive composition of titanomagnetites"

45^{èmes} Journées des Actinides (JdA 2015), Prague, Czech Republic, 15-19 April 2015 <http://www.jda2015.org>

(C6) A.P. Gonçalves, M.S. Henriques, J.C. Waerenborgh, I. Curlik, S. Il'kovič, M. Reiffers, J. Ruzs "Physical properties of an UFe_{1-x}Sb₂ single crystal"

20th International Conference on Magnetism ICM2015, Barcelona, Spain, July, 2015 <http://www.icm2015.org>

(C7) M.S. Henriques, J.C. Waerenborgh, I. Èurlik, S. Ilkovic, M. Reiffers, J. Ruzs, A.P. Gonçalves, "Physical properties of an UFe_{1-x}Sb₂ single crystal"

46^{èmes} Journées des Actinides (JdA 2016), Alpe d'Huez, France, 16-20 March 2016 <http://www.jda2016.org>

(C8) A.P. Gonçalves, M.S. Henriques, J.C. Waerenborgh, M. Kupčik, N. Zahuráková, A. Džubinská, I. Čurlik, S. Il'kovič, M. Reiffers "Physical properties of a new U₃Fe_{3-y}Sb₄ system"

5as. Jornadas de Segurança aos Incêndios Urbanos, LNEC, Lisboa, 1st-2nd june 2016, <http://5jorninc.lnec.pt/>

(C9) A. Dionísio, M.A. Sequeira Braga, J.C. Waerenborgh "Contributo das geociências na investigação de incêndios em Edifícios históricos: o caso da Sé de Lisboa"

C²TN Workshop on Advanced Materials, CTN, IST, Bobadela, Portugal, November 10, 2016

(C10) B.J.C. Vieira, L.C.J. Pereira, V. Gama, I.C. Santos, J.T. Coutinho, J.C. Waerenborgh, "Iron (III) Spin Crossover Compounds"

Comunicações poster

Goldschmidt 2014, Sacramento, California, USA, 8-13 June 2014 <http://goldschmidt.info/2014/>

(C11) R. Marques, M.I. Prudêncio, J. C. Waerenborgh, F. Rocha, E. Ferreira da Silva, M.I. Dias, J. Madeira, M. Quevedo-Reyes "Geochemical fingerprints in topsoils of Brava island, Cape Verde"

XIII SBPMat, XIII Meeting of the Brazilian Materials Research, João Pessoa, PB Brasil, 28th September - 2nd October 2014 <http://sbpmat.org.br/13encontro/?lang=en>

(C12) Luiz Carlos Bertolino, Roberto Weider de Assis Franco, Mário Abel Gonçalves, Fernando Arraiano de Souza Barriga, João Carlos Waerenborgh, Jean Santarelli Monteiro de Castro "Determination of Fe (III) in palygorskite from Guadalupe (PI) Brazil"

45^{èmes} Journées des Actinides (JdA 2015), Prague, Czech Republic, 15-19 April 2015 <http://www.jda2015.org>

(C13) M.S.Henriques, D.I.Gorbunov, A.V.Andreev, J.C.Waerenborgh, M.Pasturel, M.Dušek, Y.Skourski, L. Havela, A.P. Gonçalves, " Synthesis, structural and physical properties of a novel intermetallic compound $U_3Fe_2Ge_7$ "

Goldschmidt 2015, Prague, Czech Republic, 16th - 21st August 2015 <http://goldschmidt.info/>

(C14) Rosa Marques, M.I.Prudêncio, M.I.Dias, Fernando Rocha, J.C. Waerenborgh, J.Madeira "Metal(loid)s and radioactive metallic elements in the clay-sized fraction of soils used for agriculture in Brava island (Cape Verde)"

Colloquium spectroscopicum internationale XXXIX, Figueira da Foz, Coimbra, Portugal 30 August - 3 September 2015 <http://csi2015.fis.uc.pt/>

(C15) M. Ramos Silva, J. Coutinho, L.C.J. Pereira, P. Martín-Ramos, J.C. Waerenborgh, Magnetic coupling through cyanoacetate bridges: Syntheses, structure and physical properties of two low dimensional compounds

ECCG5, 5th European Conference on Crystal Growth, Bologna, Italy, 9-11 September 2015

<http://www.imem.cnr.it/eccg5/>

(C16) N. M. Ferreira, A.V. Kovalevsky, M.A. Valente, N.A. Sobolev, J.C. Waerenborgh, J.R. Frade, F.M. Costa, Crystallization kinetics of iron inclusion in magnesium aluminosilicate glass processed by laser floating zone technique

2º Workshop Plataforma IST-Nanotecnologia e Materiais. Os Materiais e a Industria Nacional. IST, Lisboa, 14-15 September 2015, <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/investigacao/ist-nm>

(C17) Elsa B. Lopes, Laura C. J. Pereira, J. C Waerenborgh, Manuel Almeida "Baixas Temperaturas e Campos Magnéticos Intensos na Caracterização Eléctrica e Magnética de Materiais"

Simpósio O Solo na investigação científica em Portugal, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, 27th November 2015, <https://www.isa.ulisboa.pt/files/events/pub/programa-simposio-o-solo-na-investigacao.pdf>

(C18) Marques, R; Prudêncio, M. I.; Dias, M. I.; Rocha, F.; Waerenborgh, J. C.; Madeira, J. "Rare earth elements, actinides and other metals in arable soils of Brava island (Cape Verde)"

ICMM2016, 15th International Conference on Molecule based Magnets, Sendai, Japan, 4-8 September 2016,

<http://www.icmm2016.imr.tohoku.ac.jp/>

(C19) J. C. Waerenborgh, B.J. C. Vieira, L.C. J. Pereira, J.T. Coutinho, I. C. Santos, V.Gama " Mössbauer studies of symmetry breaking spin-state transition and thermal hysteresis in Fe^{III} spin-crossover complexes"

11th Inorganic Chemistry Conference, Sintra, Portugal, 7-8 October 2016. <http://11icc.eventos.chemistry.pt/>

(C20) B.J. C. Vieira, L.C. J. Pereira, V.Gama, I. C. Santos, J.T. Coutinho, J. C. Waerenborgh "New iron(III) spin crossover compound with symmetry breaking spin-state transition and ordered intermediate state"

15th Water Rock Interaction 2016, Evora, Portugal, 16th - 21st October 2016, <http://wri15portugal.org>

(C21) Marques R, Prudêncio MI, Waerenborgh JC, Rocha F, Ferreira da Silva E, Dias MI, Vieira BJC, Marques JG, Franco D "Volcanic conduits of the Chã das Caldeiras caldera (Fogo Island, Cape Verde) – REE and Fe crystalchemistry"

Publicações com arbitragem científica de 2014 a Março de 2017.

Capítulo de livros

[E1] Marques, R., Prudêncio, M.I., Dias, M.I., Rocha, F., Waerenborgh, J.C., Madeira, J., Terras raras, actínidos e outros metais em solos agricultáveis da ilha Brava (Cabo Verde). Rare earth elements, actinides and other metals in arable soils of Brava island (Cape Verde). *In*: Abreu M.M., Figueiro, D., Santos, E.S. (Eds). O solo na Investigação Científica em Portugal, (pp. 99-102). ISAPress, Lisboa (2015). [ISBN: 978-972-8669-65-2].

Actas e 'Proceedings' de Congressos

[P1] A. Dionísio, M.A. Sequeira Braga, J.C. Waerenborgh "Contributo das geociências na investigação de incêndios em Edifícios históricos: o caso da Sé de Lisboa" Actas 5as. Jornadas de Segurança aos Incêndios Urbanos, LNEC, Lisboa, 1st-2nd June 2016, <http://5jorninc.lnec.pt>. (2016) 1-9.

Artigos publicados desde 2014 em revistas com arbitragem científica e citação internacional (Scopus e Thomson ISI Web of Knowledge)

- (A1) R. Marques, M.I. Prudêncio, J.C. Waerenborgh, F. Rocha, M.I. Dias, F. Ruiz, E. Ferreira da Silva, M. Abad, A.M. Muñoz "Origin of reddening in a paleosol buried by lava flows in Fogo island (Cape Verde)" *J. African Earth Sciences* 96 (2014) 60-70 doi: 10.1016/j.jafrearsci.2014.03.019
- (A2) M.S. Henriques, D. Berthebaud, A. Lignie, J.C. Waerenborgh, E.B. Lopes, M. Pasturel, O. Tougait, A.P. Gonçalves "A novel ternary uranium-based intermetallic $U_{34}Fe_{4-x}Ge_{33}$: structure and physical properties" *J. Alloys and Comp.* 606 (2014) 154-163 doi:10.1016/j.jallcom.2014.03.189
- (A3) N.M. Ferreira, A.V. Kovalevsky, J.C. Waerenborgh, M. Quevedo-Reyes, A.A. Timopheev, F.M. Costa, J.R. Frade "Crystallization of iron-containing Si-Al-Mg-O glasses under laser floating zone conditions" *J. Alloys and Comp.* 611 (2014) 57-64 doi:10.1016/j.jallcom.2014.05.118
- (A4) A.P. Gonçalves, M.S. Henriques, J.C. Waerenborgh, I. Curlik, S. Il'kovič, M. Reiffers "On the crystal structure and physical properties of the UF_6Sb_2 compound" *J. Alloys and Comp.* 616 (2014) 601-606 doi:10.1016/j.jallcom.2014.07.153
- (A5) A.A. Yaremchenko, V.V. Kharton, V.A. Kolotygin, M.V. Patrakeev, E.V. Tsipis, J.C. Waerenborgh "Mixed conductivity, thermochemical expansion and electrochemical activity of Fe-substituted $(La,Sr)(Cr,Mg)O_{3-\delta}$ for solid oxide fuel cell anodes" *Journal of Power Sources* 249 (2014) 483-496 doi:10.1016/j.jpowsour.2013.10.129
- (A6) R. Marques, J.C. Waerenborgh, M.I. Prudêncio, M.I. Dias, F. Rocha, E. Ferreira da Silva "Iron speciation in volcanic topsoils from Fogo island (Cape Verde) – iron oxide nanoparticles and trace elements concentrations" *Catena* 113 (2014) 95-106 doi:10.1016/j.catena.2013.09.010

- (A7) Minfeng Lü, X.Deng, J.C. Waerenborgh, X. Wu, J.Meng, Crystal structure, oxidation state and magnetism of $\text{Sr}_x\text{La}_{2-x}\text{Cu}_{0.5}\text{Ru}_{0.5}\text{O}_4$ ($x = 1, 1.5$), *J. Solid State Chem.* 211 (2014) 1-7 doi:10.1016/j.jssc.2013.11.039
- (A8) A. Garcia-Saiz, I. de Pedro, P. Migowski, O. Vallcorba, J.Junquera, J.A.Blanco, O.Fabelo, D.Sheptyakov, J.C. Waerenborgh, M.T. Fernandez-Diaz, J.Rius, J.Dupont, J.A.Gonzalez, J.R. Fernández, "Anion- π and Halide-Halide Non-Bonding Interactions in a New Ionic Liquid Based on Imidazolium Cation with Three-Dimensional Magnetic Ordering in the Solid State" *Inorg. Chem.* 53 (2014) 8384-8396 doi:10.1021/ic500882z
- (A9) N.A. Kalanda, L.V. Kovalev, J.C. Waerenborgh, M.R. Soares, M.L. Zheludkevich, M.V. Yarmolich, N.A. Sobolev "Interplay of superstructural ordering and magnetic properties of the $\text{Sr}_2\text{FeMoO}_{6-\delta}$ double perovskite" *Science of Advanced Materials* 7 (2015) 446-454 doi:10.1166/sam.2015.2134
- (A10) B. J. C. Vieira, J.T. Coutinho, J.C. Dias, J.C. Nunes, I.C. Santos, L.C. J. Pereira, V.Gama, J.C. Waerenborgh "Crystal structure and spin crossover behaviour of the $[\text{Fe}(5\text{-Cl-qsal})_2][\text{Ni}(\text{dmit})_2] \cdot 2\text{CH}_3\text{CN}$ complex" *Polyhedron* 85 (2015) 643-651 doi:10.1016/j.poly.2014.09.038
- (A11) B.J.C. Vieira, J.C. Dias, I.C. Santos, L.C.J. Pereira, Vasco da Gama, J.C. Waerenborgh "Thermal hysteresis in a spin crossover FeIII quinolylsalicylaldimine complex, $\text{FeIII}(5\text{-Br-qsal})_2\text{Ni}(\text{dmit})_2 \cdot \text{solv}$: solvent effects." *Inorg. Chem.* 54 (2015) 1354-1362 doi: 10.1021/ic502278d
- (A12) E.V. Shalaeva, M.V. Patrakeev, A.A. Markov, A.P. Tyutyunnik, A.M. Murzakaev, V.V. Kharton, E.V. Tshipis, J.C. Waerenborgh, I.A. Leonidov, V.L. Kozhevnikov "Ion transport in dual-phase $\text{SrFe}_{1-x}\text{Ta}_x\text{O}_{3-\delta}$ ($x = 0.03 - 0.10$): effects of redox cycling" *J. Solid State Electrochem.* 19 (2015) 841-849 doi: 10.1007/s10008-014-2698-2
- (A13) V. Gómez, C. Sáenz de Pipaón, P. Maldonado-Illescas, J.C. Waerenborgh, E. Martin, J. Benet-Buchholz, J. R.Galán-Mascarós "Easy excited state trapping and record T_{TIESST} in a spin crossover polyanionic Fe^{II} trimer" *J. Amer. Chem. Soc.* 137 (2015) 11924-11927 DOI:10.1021/jacs.5b07879
- (A14) M.S. Henriques, D.I. Gorbunov, J.C. Waerenborgh, M. Pasturel, A.V. Andreev, M. Dušek, Y. Skourski, L. Havela, A.P. Gonçalves "Synthesis and structural/physical properties of $\text{U}_3\text{Fe}_2\text{Ge}_7$: a single crystal study" *Inorg. Chem.* 54 (2015) 9646-9655 DOI: 10.1021/acs.inorgchem.5b01736
- (A15) Nuno M.Ferreira, Andrei V Kovalevsky, Manuel A Valente, Nicolai A Sobolev, João C Waerenborgh, Florinda M Costa, Jorge R Frade "Iron incorporation into magnesium aluminosilicate glass network under fast laser floating zone processing" *Ceramics International* 42 (2016) 2693-2698 doi:10.1016/j.ceramint.2015.10.150
- (A16) A.Abhervé, T.Grança, J.Ferrando-Soria, M.Clemente-León, E.Coronado, J.C. Waerenborgh, F.Lloret, E. Pardo "Spin-crossover complex encapsulation within a magnetic metal-organic framework" *Chemical Communications* 52 (2016) 7360-7363 DOI: 10.1039/C6CC03667H
- (A17) R. Marques, M.I. Prudêncio, J. C. Waerenborgh, F. Rocha, E. Ferreira da Silva, M.I. Dias, J. Madeira, B.J.C. Vieira, J. G. Marques "Geochemical fingerprints in topsoils of the volcanic Brava island, Cape Verde." *Catena* 147 (2016) 522-535. DOI 10.1016/j.catena.2016.08.008

- (A18) I. de Pedro, O. Fabelo, A. García-Saiz, O. Vallcorba, J. Junquera, J. Angel Blanco, J.C. Waerenborgh, D. Andreica, A. Wildes, M.T. Fernández-Díaz, J. Rodríguez Fernández "Dynamically slow solid-to-solid phase transition induced by thermal treatment of DimimFeCl₄ magnetic ionic liquid" *Phys. Chem. Chem. Phys.* 18 (2016) 21881-21892. DOI: 10.1039/C6CP02433E
- (A19) M. Tsvetkov, M. Milanova, L. C. J. Pereira, J. C. Waerenborgh, Z. Cherkezova-Zheleva, J. Zaharieva, I. Mitov "Magnetic properties of binary and ternary mixed metal oxides NiFe₂O₄ and Zn_{0.5}Ni_{0.5}Fe₂O₄, doped with rare earths by sol - gel synthesis" *Chem. Papers* 70 (2016) 1600–1610 DOI: 10.1515/chempap-2016-0097
- (A20) Verónica Jornet-Mollá, Yan Duan, Carlos Giménez-Saiz, J. C. Waerenborgh, Francisco M. Romero "Hydrogen-bonded Networks of [Fe(bpp)₂]²⁺ Spin Crossover Complexes and dicarboxylate anions: structural and photomagnetic properties" *Dalton Trans* 45 (2016) 17918-17928 DOI: 10.1039/c6dt02934e
- (A21) R. Marques, M.I. Prudêncio, J.C. Waerenborgh, F. Rocha, E. Ferreira da Silva, M.I. Dias, B.J.C. Vieira, J.G. Marques, D. Franco, Volcanic conduits of the Chã das Caldeiras caldera (Fogo Island, Cape Verde) – REE and Fe crystal chemistry, *Procedia Earth and Planetary Science* 17 (2017) 928-931 doi: 10.1016/j.proeps.2017.01.023
- (A22) M. Ramos Silva, J. Coutinho, L.C.J. Pereira, P. Martín-Ramos, J.C. Waerenborgh, Magnetic coupling through cyanoacetate bridges: Syntheses, structure and physical properties of two low dimensional compounds *Spectrochimica Acta A.* 172 (2017) 9-13 doi: 10.1016/j.saa.2016.06.
- (A23) Yan Duan, J. C. Waerenborgh, Juan M. Clemente-Juan, Carlos Giménez-Saiz, Eugenio Coronado "Light-induced decarboxylation in a photo-responsive iron-containing complex based on polyoxometalate and oxalato ligands" *Chemical Science* 8 (2017) 305-315 DOI: 10.1039/c6sc01919f
- (A24) N.M. Ferreira, A.V. Kovalevsky, M.A. Valente, J.C. Waerenborgh, J.R. Frade, F.M. Costa "Structural and redox effects in iron-doped magnesium aluminosilicates" *Journal of Crystal Growth* 457 (2017) 19-23 doi:10.1016/j.jcrysgr.2016.01.039

Sacavém, 21 de Fevereiro de 2017

João Carlos Bentes Waerenborgh