

# **RELATÓRIO DE ACTIVIDADES**

**de**

**Fernanda Maria Amaro Margaça**

Investigadora Principal do IST

**1 de Maio de 2014 a 30 de Abril de 2017**

Relatório trienal de actividades,  
em cumprimento da obrigação  
estabelecida no artº 41, nº1, do  
Decreto-Lei nº 124/99 de 20 de Abril.

## RESUMO

Ao longo do triénio 2014 – 2017 a que se refere o presente relatório, o trabalho desenvolvido pode resumir-se da seguinte forma:

- ♦ Execução de actividades de I&D, com carácter de regularidade, no âmbito dos projectos em curso neste período, seja liderando o trabalho/projecto seja participando como membro de equipa multidisciplinar. Exemplo do primeiro caso é a actividade desenvolvida no âmbito do projecto de consolidação de recursos e competências ARIAS - Aplicações da Radiação Ionizante para um Ambiente Sustentável que envolveu diferentes aplicações dentre as quais realço o desenvolvimento de materiais híbridos preparados por radiação gama e o tratamento de efluentes da indústria da cortiça. Exemplo do segundo caso é o do projecto Vrad – Padrões de Inativação de Virus Entéricos por Radiação Ionizante.
- ♦ Coordenação de projectos e orientação ou acompanhamento de bolseiros neles integrados bem como de 6 bolseiros recebidos ao abrigo do programa ERASMUS+ em que foi estabelecido acordo plurianual com uma universidade da Roménia no âmbito da Física médica (2014 -2021).
- ♦ Colaboração com investigadores de Centros Nucleares em França e Hungria no âmbito da dispersão de neutrões a pequenos ângulos, para investigação da microestrutura dos materiais híbridos; apresentação de propostas de experiências para obtenção de tempo de feixe e realização das medidas.
- ♦ Participação, com apresentação de trabalhos, em várias Conferências ou Encontros Científicos Internacionais.
- ♦ Execução de outras actividades científicas, técnicas e de gestão, nomeadamente, *referee* de artigos científicos, responsável pelo Laboratório de Ensaios Tecnológicos e Áreas Limpas (LETAL), vogal na Comissão Executiva do Departamento de Engenharia e Ciências Nucleares (Janeiro 2015 – Janeiro 2017).
- ♦ Participação em comissões científicas da International Conference on Physics of Advanced Materials nas edições de 2014 e de 2016.

## Actividades de investigação científica e desenvolvimento

- ♦ PARTICIPAÇÃO EM PROJECTOS DE INVESTIGAÇÃO:

**ARIAS - Aplicações da Radiação Ionizante para um Ambiente Sustentável.** Fundação para a Ciência e Tecnologia, Projecto de Consolidação de Recursos e Competências RECI/AAG-TEC/0400/2012, Participantes: IST-ID, Investigador Responsável: Fernanda Margaça (1 Junho 2013- 30 Novembro 2015). Financiamento 499 469 €.

**Vrad – Padrões de Inativação de Virus Entéricos por Radiação Ionizante.** Fundação para a Ciência e Tecnologia, Projecto Exploratório EXPL/DTP-SAP/2338/2013. Projecto liderado pelo IST-ID. Investigador Responsável: Sandra Cabo Verde. (Abril 2014- Abril 2015). Financiamento: 49 541 €. Membro da equipa.

**Aplicação da Radiação Ionizante ao tratamento dos efluentes da cortiça.** Agência Internacional de Energia Atómica. Research Contract No. 16513 (Dezembro 2011-Dezembro 2016). Participantes: IST; Investigador Responsável: Fernanda Margaça. Financiamento: 14 500 €.

**AROMAP – Descontaminação de Plantas Aromáticas por Irradiação.** IFAP iniciativa de inovação Medida 4.1 PRODER - PA 53515 (Outubro 2014 – Outubro 2016). Projecto liderado por: Pragmático Aroma, Lda, Bragança. Investigador Responsável IST: António Falcão. Financiamento IST: 51 300 €. Membro da equipa.

**Fostering e-beam food irradiation: Modelling and Validation.** Agência Internacional de Energia Atómica. Research Contract No. 19220. Projecto liderado pelo IST-ID. Investigador Responsável: Sandra Cabo Verde. (Outubro 2015- Outubro 2017). Financiamento: 12 000 €. Membro da equipa.

- ♦ ACTIVIDADES DE INVESTIGAÇÃO:

### **Materiais processados por radiação**

Foram obtidos novos materiais usando radiação ionizante: materiais híbridos para Aplicações biomédicas foram preparados no sistema PDMS-SiO<sub>2</sub>-CaO-TiO<sub>2</sub> usando

nitrato de cálcio. Para evitar a presença de resíduos de nitrato no produto final, foi otimizado o tratamento térmico obtendo-se um material contendo cálcio sem traços de nitrato. Também foram desenvolvidos, obtidos e estudados materiais híbridos de composição PDMS-SiO<sub>2</sub> com adição de alcóxidos de Ti e Zr. Os resultados mostraram que o Ti localiza-se preferencialmente na superfície de partículas secundárias de sílica, ao contrário do Zr, que sendo mais reactivo, prefere posicionar-se na superfície das partículas primárias. Este diferente comportamento leva à obtenção de materiais híbridos com características e morfologias diferentes.

Recentemente a investigação focou-se nos materiais híbridos de base PDMS-SiO<sub>2</sub> como ponto de partida para desenvolvimento de um novo material com características adequadas para consolidação e preservação de mosaicos romanos.

### **Tratamento de efluentes industriais por radiação ionizante**

Uma das etapas do processamento da cortiça é a cozedura das pranchas que lhes confere, entre outras coisas, a elasticidade necessária para o seu manuseamento. Estas águas contêm vários compostos tóxicos não degradáveis naturalmente. O trabalho de I&D efectuado demonstrou que a radiação ionizante pode ser aplicada a fim de aumentar a biodegradabilidade de alguns destes compostos. Nomeadamente fez-se o estudo da capacidade de biodegradação das águas de cozedura de cortiça através do metabolismo de bactérias e fungos, antes e após o tratamento por radiação gama e a avaliação da citotoxicidade em células humanas das mesmas amostras.

### **Extensão do tempo de prateleira de tomates cereja tratados por radiação gama**

O processo de irradiação é cada vez mais reconhecido como um método seguro e eficaz para garantir a segurança microbiológica e a preservação de alimentos por longos períodos de tempo, sem recorrer a conservantes. A irradiação de alimentos é um processo de tratamento correntemente utilizado para garantir a segurança e qualidade de mais de 60 géneros alimentícios em cerca de 50 países. O tomate constitui uma fonte predominante de licopeno em muitas dietas, e o seu consumo tem sido associado a diversos benefícios para a saúde. Além disso, Portugal é o 4º exportador de tomate processado, visto que o tomate fresco tem um mercado de exportação mais limitado devido ao curto tempo de prateleira. Os nossos estudos indicaram que uma dose de radiação gama de 3,2 kGy pode aumentar o tempo de

prateleira dos tomates cereja até 14 dias. Contudo, a irradiação por radiação gama está a ser ultrapassada pela irradiação por feixe de electrões devido à sua mais fácil implementação técnica e maior aceitação pública. Assim, o mesmo tipo de investigação está a decorrer para avaliar a tecnologia de irradiação por feixe de electrões, como um tratamento pós-colheita para garantir a segurança e qualidade de alimentos frescos, procurando-se validar a sua aplicação no aumento do tempo de prateleira de tomates cereja.

### **Inactivação de virus humanos entéricos por radiação ionizante**

Os vírus existem no ambiente e adquirem naturalmente tolerância a processos de tratamento convencionais. Tal é o caso de vírus entéricos humanos que são estáveis e persistentes no meio ambiente. Desta forma tornam-se poluentes de águas ambientais, podendo causar a exposição humana através da contaminação de águas potáveis ou recreacionais e dos alimentos. As tecnologias de radiação ionizante têm a capacidade de induzir, à temperatura ambiente, efeitos químicos e biológicos na matéria, sem a necessidade de recorrer a compostos químicos. Estas estão a ser frequentemente utilizadas como processos de tratamento eficazes e seguros, para produtos farmacêuticos, alimentos e águas residuais. Foi também demonstrado que a radiação ionizante tem um efeito virucida, mas a sua utilização na mitigação de vírus é ainda limitada devido à falta de conhecimento nos mecanismos de inativação viral. Neste período foram feitos estudos com radiação que permitiram a identificação de alguns padrões virucidas da radiação gama, nomeadamente em Norovírus Murino (MNV um modelo do Norovírus Humano) e Adenovírus (AdV). Os resultados obtidos indicaram que o substrato/matriz onde o vírus está suspenso é um factor fundamental na sua radioresistência. Recentemente começou-se a analisar a inactivação de vírus entéricos por outro tipo de radiação ionizante: feixe de electrões, com o intuito de gerar conhecimento nos processos mecânicos da acção virucida desta radiação.

### **Formação e acompanhamento**

Responsável pela supervisão do trabalho da Mestre Joana Jácome Henriques de Lancastre no âmbito do projecto “Aplicação da Radiação Ionizante para um Ambiente Sustentável - ARIAS”, de 2013 até Novembro de 2015.

Promotora do acordo ERASMUS+ entre o IST e a Universidade Alexandru Ioan Cuza de Iasi, Iasi, Roménia: INTER-INSTITUTIONAL AGREEMENT LifeLong Learning Programme: HIGHER EDUCATION em vigor de 2014/2015 a 2020/2021, sendo responsável pelos estudantes (2 x 3 meses por ano) que vêm para formação e treino em laboratório.

## **5. Outras actividades**

Trabalho regular de *referee* de artigos científicos propostos para publicação na revista Sol Gel Science and Technology.

Elaboração regular de propostas para realização de experiências com feixes de neutrões a diferentes centros estrangeiros, nomeadamente, ao Budapest Neutron Centre, Budapeste, Hungria e Laboratoire Léon Brillouin, Saclay, França.

Participação regular (anual) na elaboração de candidaturas a financiamento de projectos de investigação à Fundação para a Ciência e Tecnologia, à Agência Internacional de Energia Atómica e mais esporadicamente a outras instituições.

Membro da organização (Scientific Committee) da conferência internacional ICPAM-10 – 10th International Conference on Physics of Advanced Materials. 22-28 September 2014, Alexandru Ioan Cuza University, Iasi, Romania.

Membro da organização (Advisory Committee) da conferência internacional ICPAM-11 – 11th International Conference on Physics of Advanced Materials. 8-14 September 2016, Babes-Bolyai University of Cluj-Napoca, Romania.

## **6. Trabalhos publicados e comunicações**

### **PUBLICAÇÕES**

#### **Capítulos de Livros com distribuição internacional**

Cabo Verde, S.; Guerreiro, D.; Meneses, M.; Silva, T.; Madureira, J.; Santos, P.; Melo, R.; Margaça, F. (2016). Applications of radiation technologies for developing “green” processes for treatment of biological hazards. In: Radiation Technology for

Cleaner Products and Processes, IAEA (Ed.), IAEA-TECDOC-1786, 151-161. ISSN: 1011-4289.

### Artigos ISI

J. Madureira, A.I. Pimenta, L. Popescu, A. Besleaga, M.I. Dias, P. M.P. Santos, R. Melo, I.C.F.R. Ferreira, S. Cabo Verde, F.M.A. Margaça. *Effects of gamma radiation on cork wastewater: antioxidant activity and toxicity*. Chemosphere, 2017, 169C: 139-145. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.11.064>.

J. Carlos Almeida, András Ferenc Wacha, Attila Bóta, László Almásy, Maria Helena V. Fernandes, Fernanda Margaça, Isabel M.M. Salvado: *PDMS-SiO<sub>2</sub> hybrid materials - a new insight into the role of Ti and Zr as additives*. Polymer 08/2015; 72:40-51. DOI:10.1016/j.polymer.2015.06.053

Joana J.H. Lancastre, António N. Falcão, Fernanda M.A. Margaça, Luís M. Ferreira, Isabel M. Miranda Salvado, László Almásy, Maria H. Casimiro, Anikó Meiszterics: *Nanostructure of PDMS-TEOS-PrZr hybrids prepared by direct deposition of gamma radiation energy*. Applied Surface Science 02/2015; DOI:10.1016/j.apsusc.2015.01.224

J. Carlos Almeida, Joana Lancastre, M. Helena Vaz Fernandes, Fernanda M.A. Margaça, Luís Ferreira, Isabel M. Miranda Salvado: *Evaluating structural and microstructural changes of PDMS-SiO<sub>2</sub> hybrid materials after sterilization by gamma irradiation*. Materials Science and Engineering C 03/2015; 48. DOI:10.1016/j.msec.2014.12.025

Joana J.H. Lancastre, António N. Falcão, Fernanda M.A. Margaça, Luís M. Ferreira, Isabel M. Miranda Salvado, Maria H. Casimiro, László Almásy, Anikó Meiszterics: *Influence of the polymer molecular weight on the microstructure of hybrid materials prepared by  $\gamma$ -irradiation*. Radiation Physics and Chemistry 01/2015; 106:126-129. DOI:10.1016/j.radphyschem.2014.06.023

J. Carlos Almeida, Antonio G. B. Castro, Isabel M. Miranda Salvado, Fernanda M. A. Margaça, M. Helena Vaz Fernandes: *A new approach to the preparation of PDMS-SiO<sub>2</sub> based hybrids - A structural study*. Materials Letters 08/2014; 128:106-109. DOI:10.1016/j.matlet.2014.04.135

J. C. Almeida, A. G. B. Castro, J. J. H. Lancastre, I. M. Miranda Salvado, F. M. A. Margaca, M. H. V. Fernandes, L. M. Ferreira, M. H. Casimiro: *Structural characterization of PDMS–TEOS–CaO–TiO<sub>2</sub> hybrid materials obtained by sol–gel*. Materials Chemistry and Physics 01/2014; 143:557-563.  
DOI:10.1016/j.matchemphys.2013.09.032

Almeida, J.C.; Wacha, A. F.; Bóta, A.; Almásy, L.; Fernandes, M. H. V.; Margaça, F.M.A ; Salvado, I. M. M. (2015). *PDMS-SiO<sub>2</sub> hybrid materials – A new insight into the role of Ti and Zr as additives*. Polymer 08/2015; 72, 40-51. doi.org/10.1016/j.polymer.2015.06.053.

Almeida, J.C.; Lancastre, J.J.H; Fernandes, M. H. V.; Margaça, F.M.A; Ferreira, L.M.; Salvado, I. M. M. (2015). *Evaluating structural and microstructural changes of PDMS –SiO<sub>2</sub> hybrid materials after sterilization by gamma irradiation*. Materials Science and Engineering C, 48, 354-358. doi.org/10.1016/j.msec.2014.12.025.

Lancastre, J.J.H.; Falcão, A.N.; Margaça, F.M.A.; Ferreira, L.M.; Salvado, I. M. M; Almásy, L.; Casimiro, M.H.; Meiszterics, A. (2015). *Nanostructure of PDMS-TEOS-PrZr hybrids prepared by direct deposition of gamma radiation energy*. Applied Surface Science, 352, 91-94. doi.org/10.1016/j.apsusc.2015.01.224.

Lancastre, J.J.H.; Falcão, A.N.; Margaça, F.M.A.; Ferreira, L.M Salvado, I. M. M.; Casimiro,M.H.; Almásy, L.; Meiszterics, A. (2015). *Influence of the polymer molecular weight on the microstructure of hybrid materials prepared by  $\gamma$ -irradiation*. Radiation Physics and Chemistry, 106, 126–129. doi.org/10.1016/j.radphyschem.2014.06.023.

Almeida, J.C., Wacha, A., Gomes, P.S., Alves, LC, Fernandes, MHV, Margaça, FMA, Salvado, IMM, Fernandes, MHR. *A biocompatible hybrid material with simultaneous calcium and strontium release capability for bone tissue repair Mater. Science and Eng. C-Materials for Biological Applications*, 62 (2016) 429-438 <http://dx.doi.org/10.1016/j.msec.2016.01.083>

Guerreiro, D.; Madureira, J.; Silva, T.; Melo, R.; Santos, P.M.P.; Ferreira, A.; Trigo, M.J.; Falcão, A.N.; Margaça, F.M.A.; Cabo Verde, S. (2016) *Post-harvest treatment of cherry tomatoes by gamma radiation: microbial and physicochemical parameters evaluation*. Innovative Food Science and Emerging Technologies 36: 1–9. Doi: 10.1016/j.ifset.2016.05.008.



Pimenta, A.I.; Guerreiro, D.; Madureira, J.; Margaça, F.M.A.; Cabo Verde, S. (2016) *Tracking human adenovirus inactivation by gamma radiation under different environmental conditions*. Applied and Environmental Microbiology 82, 5166 –5173. DOI: 10.1128/AEM.01229-16.

## COMUNICAÇÕES em Conferências

### **Palestra convidada**

Fernanda M. A. Margaça, Joana J. H. Lancastre, Susana R. Gomes, Joana P. Santos, Luís M. Ferreira, António N. Falcão, Isabel M. Miranda Salvado, Maria H. Casimiro, Gamma radiation: an alternative to Sol-Gel for processing bulk glasses and hybrid materials, 10<sup>th</sup> International Conference on Physics of Advanced Materials, ICPAM-10, Iasi, Romania, 22-28 September 2014.

### **Contribuições orais ou em painel**

Pimenta, A.I.; Margaça, F.; Cabo Verde, S. (2016). Viral disinfection of strawberries and raspberries by gamma radiation. International Conference on Safety and Innovation in Food Packaging 2016 (InSIPack), 16 June, Lisbon, Portugal.

Madureira, J.; Barros, L.; Melo, R.; Santos, P.M.P.; Falcão, A.N.; Cabo Verde, S.; Ferreira, I.C.F.R.; Margaça, F.M.A (2016). Degradation of compounds present in cork boiling water by gamma radiation. 9<sup>o</sup> Encontro Nacional de Cromatografia (9ENC), 5-9 January, Lisbon, Portugal.

Madureira, J.; Cabo Verde, S.; Margaça, F. M. A. (2016) Degradação de compostos fenólicos por radiação gama, XXII Encontro Luso-Galego de Química, 9-11 November, Bragança, Portugal.

Madureira, J.; Cabo Verde, S.; Margaça, F.M.A. (2016) Aplicação da radiação ionizante no tratamento e valorização de águas residuais da indústria corticeira, C2TN Workshop on Earth Systems, Radioactivity and Cultural Heritage - Environment Quality, 16th September, IST/CTN, Portugal.

Ferreira, L.M.; Rodrigues, A.P.; Cabo Verde, S.; Alves, L.C.; Casimiro, M.H.; Lancastre, J.J.H.; Falcão, A.N.; Margaça, F.M.A.; Araújo, M.F (2016). Hybrid materials prepared by gamma irradiation for consolidation of ancient mosaics:

morphology and preliminary biocide activity studies. 12th International Symposium on Ionizing Radiation & Polymers (IRaP2016), 25-30 September, Peninsula Gien, France.

Cabo Verde, S., Pereira, J.; Oliveira, M.; Guerreiro, D.; Silva, T.; Meneses M.; Madureira, J.; Melo, R.; Santos, P.M.P.; Margaça, F.M.A.; Falcão, A.N. (2015) Ionization radiation treatment of fruits and vegetables for immuno-compromised patients: feasibility study. IAEA 4th Research Coordinated Meeting on the Development of Irradiated Food for Immuno-compromised patients and other Potential Target Groups, 1-5 June 2015, Vienna, Austria.

Guerreiro, D.; Pimenta, A.I.; Antonio, A.L.; Ferreira, I.C.F.R.; Santos, P.M.P.; Falcão, A.N. Margaça, F.M.A.; Cabo Verde, S. (2015) Padrões de inativação microbiana em hortelã-pimenta por radiação gama. *VII Simpósio de Microbiologia Aplicada*, Rio Claro (S. Paulo), Brasil, 27-29 May.

Guerreiro, D.; Pimenta, A.I.; Antonio, A.L.; Ferreira, I.C.F.R.; Santos, P.M.P.; Falcão, A.N.; Margaça, F.M.A.; Cabo Verde, S. (2015) Salmonella Typhimurium inactivation in *Mentha x piperita* L. by gamma irradiation. In *6<sup>th</sup> congress of Microbiology and Biotechnology*, Évora, Portugal, 10-12 December.

Lancastre, J.J.H.; Ferreira, L.M.; Casimiro, M.H.; Margaça, F.M.A.; Falcão, A.N.; Miranda Salvado, I.M. (2015) Gamma irradiation: a green tool for the preparation, modification and functionalization of polymeric-based materials. *6th workshop on Green Chemistry and Nanotechnologies in Polymer Chemistry*, Bragança, Portugal, 15-17 July.

Madureira, J.; Pimenta, A.I.; Dias, M.I.; Melo, R.; Santos, P.M.P.; Falcão, A.N.; Cabo Verde, S.; Ferreira, I. C F R; Margaça, F.M.A. (2015) Assessment of gamma radiation effects on antioxidant activity of cork wastewater. *2<sup>nd</sup> EuCheMS Congress on Green and Sustainable Chemistry*, Lisboa, Portugal, 4-7 October.

Madureira, J.; Melo, R.; Ceriani, E.; Silva, T.; Santos, P.M.P.; Marotta, E.; Pinhão, N.; Margaça, F.M.A.; Paradisi, C. (2015) Oxidation of clofibric acid in water by electrical discharge and gamma radiation. *2<sup>nd</sup> Annual Meeting of COST Action "Electrical Discharges with Liquids for Future Applications" (COST Action TD1208)*, Barcelona, Spain, 23-26 February.

Pimenta, A. I.; Madureira, J.; Ribeiro, J.; Popescu, L.; Besleaga, A.; Melo, R.; Santos, P. M. P.; Falcão, A. N.; Cabo Verde; S., Margaça F. M. A. (2015) Evaluation of the gamma radiation effects on cork wastewater toxicity. *2<sup>nd</sup> EuCheMS Congress on Green and Sustainable Chemistry*, Lisboa, Portugal, 4-7 October.

Pimenta, A. I.; Guerreiro, D.; Santos, P.M.P.; Falcão, A.N.; Margaça, F.M.A.; Cabo Verde, S. (2015) Tracking enteric viruses inactivation by gamma irradiation. RAD 2015 - *Third International Conference on Radiation & Applications in Various Fields of Research*, Budva, Montenegro, 8-12 June.

Pimenta, A.I.; Guerreiro, D.; Santos, P.M.P.; Falcão, A.N.; A., Margaça, F.M.A., Cabo Verde, S. (2015) Enteric viruses inactivation by gamma irradiation. *6<sup>th</sup> Congress of European Microbiologists FEMS 2015*, Maastricht, Netherlands, 7-11 June.

Pimenta, A. I.; Guerreiro, D.; Santos, P.M.P.; Falcão, A.N.; Margaça, F.M.A.; Cabo Verde, S. (2015) Tracking Enteric Viruses Inactivation by Gamma Radiation in Aquatic Environments. In *6th International Conference on Medical Geology*, Aveiro, Portugal, 26 July- 1st August.

Pimenta, A.I.; Guerreiro, D.; Santos, P.M.P.; Falcão, A.N.; Margaça, F.M.A.; Cabo Verde, S. (2015) Human Adenovirus: gamma radiation inactivation challenges. In *6th congress of Microbiology and Biotechnology*, Évora, Portugal, 10-12 December.

Madureira, J. ; Pimenta, A.I.; Ribeiro, J.; Popescu, L.; Besleaga, A.; Melo, R.; Santos, P.M.P.; Falcão, A.N.; Cabo Verde, S.; Margaça, F.M.A. (2015) Effects of gamma radiation on cork wastewater toxicity. In *6<sup>th</sup> congress of Microbiology and Biotechnology*, Évora, Portugal, 10-12 December.

J.J.H. Lancastre, A.N. Falcão, F.M.A. Margaça, L.M. Ferreira, I.M. Miranda Salvado, M.H. Casimiro, L. Almásy, A. Meiszterics, The inorganic oxide network microstructure in Si based Ormosils prepared by gamma radiation, 1<sup>st</sup> Autumn School on Physics of Advanced Materials, 21st – 26th September 2014, Iasi, Romania.

D. Guerreiro, T. Silva, M. Meneses, J. Madureira, R. Melo, S. Cabo Verde, F. M. A. Margaça. Gamma radiation effects on microbial inactivation and antioxidant activity of cherry tomatoes. IAEA International Symposium on Food Safety and Quality: Applications of Nuclear and Related Techniques, 10-13 Nov. 2014, Vienna, Austria.

T. Silva, R. Melo, S. Cabo Verde, F.M.A. Margaça, Effects of ionizing radiation on agro-industrial wastewater, 2nd International Congress on Water, Waste and Energy Management, 16 – 18 July 2014. Porto, Portugal.

J. Madureira, R. Melo, S. Cabo Verde, I. Matos, J.P. Noronha, I.M. Fonseca, F.M.A. Margaça, Desorption of phenolic compounds on activated carbons, 2nd International Congress on Water, Waste and Energy Management, 16 – 18 July 2014. Porto.

ITN, 16 de Janeiro 2017.