

Designação do projeto | HAMaBICo – Hybrid Additive Manufacturing for Bio Inspired Components

Código do projeto | NORTE [01-0145_FEDER-000018](#)

Objetivo principal | Ver alternativas sugeridas para os cartazes/painéis

Região de intervenção | Norte

Entidade beneficiária | Universidade do Minho

Data de aprovação | dd-mm-aaaa

Data de início | 01-06-2016

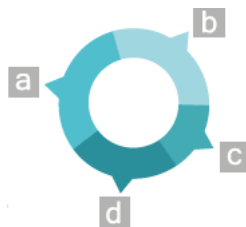
Data de conclusão | 31-05-2019 (estendido até 31 Dezembro 2019)

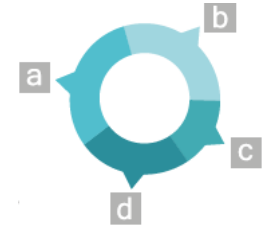
Custo total elegível | 750.100, 00

Apoio financeiro da União Europeia | Norte2020, por exemplo,
FEDER – 55.567,00 EUR

Apoio financeiro público nacional/regional | Quando aplicável

Objetivos, atividades e
resultados esperados/atingidos





Objectives

Main:

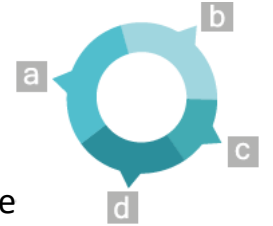
- Optimization of a multi-material (metals/ceramics) and multi-scale (nano and micro to macro) direct 3D laser sintering/melting equipment;
- Obtainment of demonstrator components, namely different types of prosthesis for dental, hip, knee, among other prosthesis.

Secondary:

- development of knowledge on the FGM's (dissimilar materials transitions - metals to ceramics or to other metals) within the same component; (yet Poorly explored)
- development of knowledge on design and modeling of FGM's->non-homogeneous, non-isotropic materials and components; (yet Poorly explored)
- development of knowledge on the 3D printing of dissimilar materials (metals and ceramics); (Completely new)
- development of knowledge on 3D printing multi-materials equipments mainly working at the nano-level interconnected with the micro-macro levels. (Completely new)
- development of knowledge on processing of sensors, communication systems, and actuators, by using 3D printing approaches and materials intrinsic properties (PZT, NiTi, etc)(Completely new) .

The following tasks were defined:

- T1:** Selection and characterization of the base materials;
- T2.** Design of component and the sensoric/actuating/communicating systems;
- T3.** Production and characterization of nano-range (range of 5-100 nanometer) parts;
- T4.** Production and characterization of micro to macro (range of >100 micrometer) parts;
- T5.** Optimization and testing of the HAM equipment;
- T6.** Processing of prototypes and in vitro preliminar testing;
- T7.** Evaluation of other potential component applications



The **main expected scientific outcomes** are:

- development of knowledge on the FGM's (dissimilar materials transitions - metals to ceramics or to other metals) within the same Understanding the best materials transitions (at the micro and at the nano-scales, to promote strong materials transitions within the same component);
- development of knowledge on design and modeling of FGM's->non-homogeneous, non-isotropic materials and components; create a body of knowledge on FGM+s modeling simultaneously with nano-scale and micro-scale materials transitions within the same component;
- development of knowledge on the 3D printing of dissimilar materials (metals and ceramics). Development of knowledge on multi-materials processing (metals and ceramics) at different scales (Nano and micro-macro)
- development of knowledge on 3D printing multi-materials equipments mainly working at the nano-level interconnected with the micro-macro levels. Development of knowledge on equipments features needed to manufacture at two scales (nano and micro to macro scales), and with different changing materials;
- development of knowledge on processing of sensors, communication systems, and actuators, by using 3D printing approaches and materials intrinsic properties (PZT, NiTi, etc). Development of knowledge on how to process integrated sensors, actuators, communication systems, with smart materials, integrated in components.

At the end of the project it is expected that both a new equipment (multi-material and multi-scale) as well as some demonstrators (smart prosthesis) are obtained.

It is also expected that these outputs, both the equipment but mainly the components may be tested in vivo and transferred to companies exploitation. Different prosthesis (dental, knee, hip, etc) will be targeted, and at least 6 patents are expected to be issued within the present project. Moreover at least one or two spin-offs are expected to be created during this project. One of the spin-offs will deal with new equipments development (targeted for specific component fields) and the other for services for special smart components.

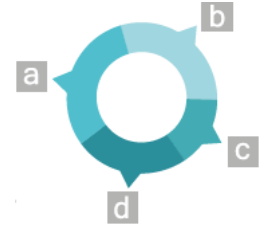
A detailed description of outcomes are described in the following pages.

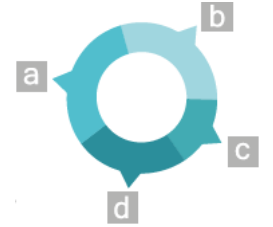
Atividade 1 - Seleção e caracterização de materiais base

Os materiais base selecionados foram essencialmente os seguintes:

Materiais para a base dos componentes: aços AISI, Ti6Al4V, CoCrMo, NiTi, ZrO₂, Al₂O₃, PEEK, BG-Bio-glasses, HAp, BTCP, ..)

Materiais para sensores/atuadores/sistemas de comunicação: Au, Ag, KNN, BaTiO₃, NiTi, ZrO₂, terfenol, ..)





Atividade 2 – Projeto de componentes e sistemas sensóricos, de atuação, de comunicação

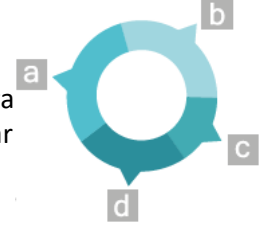
Foram pré-projetados diversos componentes com funções adicionais, nomeadamente:

- Implante de anca em titânio, com funções mecânicas para osteo-integração;
- Implante de joelho em zirconia, com funções mecânicas para osteo-integração;
- Implante dentário em Titânio com funções elétricas para osseointegração e anti-bacterianas;
- Implante dentário em zirconia com funções elétricas para osseointegração e anti-bacterianas;
- Implante em Titânio com funções de estimulação mecânica para osseointegração;
- Segmento de compressão de motor de automóvel com funções de vibração por magneto-estrição, para redução de atrito;
- Sensor de corrosão, multi-material, com transmissão de dados wireless;
- Diversas soluções multi-material, para próteses diversas,

Desta atividade foram publicados vários artigos e estão em preparação outros artigos, ainda não publicados, pois seguiram-se as atividades 3, 4, 5, e 6, para validar os pré-projetos, e nessas atividades estão indicados os artigos publicados. Apenas destaca-se um software/ algoritmo desenvolvido internamente que permite o projeto de componentes com gradiente de materiais e algumas revisões com vista á compreensão de soluções de materiais para componentes multifuncionais.

Artigos

Novel design of low modulus high strength zirconia scaffolds for biomedical applications	Marques, A., Miranda, G., Faria, D., (...), Silva, F., Carvalho, Ó.	2019	Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials
Development of novel zirconia implant's materials gradated design with improved bioactive surface	Faria, D., Pires, J.M., Boccaccini, A.R., (...), Silva, F.S., Mesquita-Guimarães, J.	2019	Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials , 94, pp. 110-125
A particle swarm-based algorithm for optimization of multi-layered and graded dental ceramics	Askari, E., Flores, P., Silva, F.	2018	Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials , 77, pp. 461-469
Custom-made root-analogue zirconia implants: A scoping review on mechanical and biological benefits	Pessanha-Andrade, M., Sordi, M.B., Henriques, B., (...), Teughels, W., Souza, J.C.M.	2018	Journal of Biomedical Materials Research - Part B Applied Biomaterials , 106(8), pp. 2888-2900
Fluorescence of natural teeth and restorative materials, methods for analysis and quantification: A literature review	Volpato, C.A.M., Pereira, M.R.C., Silva, F.S.	2018	Journal of Esthetic and Restorative Dentistry , 30(5), pp. 397-407
Nickel-cobalt-based materials for diamond cutting tools	Costa, M.M., Flores, P., Pereira, D., (...), Henriques, B., Miranda, G.	2018	International Journal of Advanced Manufacturing Technology , 95(1-4), pp. 1059-1067



Atividade 3 – Produção e caracterização de componentes á micro-escala (5 nanómetros a 100 micrómetros)

Nesta atividade foram testadas soluções de materiais, com combinações de materiais, para produção de estruturas funcionalizadas, produção e aplicação de nano-partículas para diversos fins, comunicação, sensorização, micro-antenas, micro-canais de comunicação, micro-área sensóricas, texturização superficial multifuncional, entre outros. Em particular destacam-se os seguintes:

- Produção de micro-fios de comunicação tipo sistema nervoso central,
- Micro-áreas de atuação em BaTiO3 para fins de osteo-integração e anti-bacterianas;
- Micro-áreas de atuação em NiTi (shape memory alloy)
- Micro Estruturas celulares multi-material, para obtenção de propriedades mecânicas customizadas;
- Produção de micro-agulhas para libertação selectiva de fármacos;
- Micro-texturização superficial multi-funcional.

Desta atividade podem destacar-se as seguintes publicações, onde todos os detalhes de materiais, design, processamento, etc, estão descritos com bastante pormenor..)

Artiaos

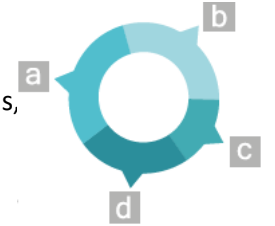
Shear bond strength of PEEK and PEEK-30GF cemented to zirconia or titanium substrates	Henriques, B., Fabris, D., Tuyama, E., (...), Souza, J.C.M., Fredel, M.	2019	Journal of Adhesion Science and Technology , 33(10), pp. 1090-1101
Zirconia surface modifications for implant dentistry	Schünemann, F.H., Galárraga-Vinueza, M.E., Magini, R., (...), Zhang, Y., Henriques, B.	2019	Materials Science and Engineering C , 98, pp. 1294-1305
Novel laser surface texturing for improved primary stability of titanium implants	Tiainen, L., Abreu, P., Buciumeanu, M., (...), Serna Guerrero, R., Carvalho, O.	2019	Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials , 98, pp. 26-39
Production and characterization of zirconia structures with a porous surface	Roedel, S., Mesquita-Guimarães, J., Souza, J.C.M., (...), Fredel, M.C., Henriques, B.	2019	Materials Science and Engineering C , 101, pp. 264-273
HAp-functionalized zirconia surfaces via hybrid laser process for dental applications	Carvalho, O., Sousa, F., Madeira, S., Silva, F.S., Miranda, G.	2018	Optics and Laser Technology , 106, pp. 157-167
Influence of laser structuring of PEEK, PEEK-GF30 and PEEK-CF30 surfaces on the shear bond strength to a resin cement	Henriques, B., Fabris, D., Mesquita-Guimarães, J., (...), Silva, F.S., Fredel, M.C.	2018	Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials , 84, pp. 225-234
On the mechanical properties of monolithic and laminated nano-ceramic resin structures obtained by laser printing	Henriques, B., Pinto, P., Silva, F.S., (...), Souza, J.C.M., Carvalho, O.	2018	Composites Part B: Engineering , 141, pp. 76-83
Ti6Al4V laser surface preparation and functionalization using hydroxyapatite for biomedical applications	Faria, D., Abreu, C.S., Buciumeanu, M., (...), Silva, F.S., Miranda, G.	2018	Journal of Biomedical Materials Research - Part B Applied Biomaterials , 106(4), pp. 1534-1545



Atividade 3 – cont.

Artigos

Ti6Al4V laser surface preparation and functionalization using hydroxyapatite for biomedical applications	Faria, D., Abreu, C.S., Buciumeanu, M., (...), Silva, F.S., Miranda, G.	2018	Journal of Biomedical Materials Research - Part B Applied Biomaterials , 106(4), pp. 1534-1545
Nanostructured biocompatible ceramics and glass-ceramics (Book Chapter)	Mesquita-Guimarães, J., Henriques, B., Silva, F.S., (...), do Nascimento, R.M., Fredel, M.C.	2018	Nanostructured Biomaterials for Cranio-Maxillofacial and Oral Applications , pp. 87-118
Influence of specimens' geometry and materials on the thermal stresses in dental restorative materials during thermal cycling	Fabris, D., Souza, J.C.M., Silva, F.S., (...), Gasik, M., Henriques, B.	2018	Journal of Dentistry , 69, pp. 41-48
Influence of sintering pressure on the microstructure and tribological properties of low temperature fast sintered hot-pressed Y-TZP	Madeira, S., Buciumeanu, M., Carvalho, O., Silva, F.S.	2018	Ceramics International , Article in Press
Effects of laser fluence and liquid media on preparation of small Ag nanoparticles by laser ablation in liquid	Moura, C.G., Pereira, R.S.F., Andritschky, M., (...), Nascimento, R.M.D., Silva, F.S.	2017	Optics and Laser Technology , 97, pp. 20-28
Effect of laser surface texturing on primary stability and surface properties of zirconia implants	Moura, C.G., Pereira, R., Buciumeanu, M., (...), Nascimento, R., Silva, F.S.	2017	Ceramics International , 43(17), pp. 15227-15236
Laser surface structuring of Ti6Al4V substrates for adhesion enhancement in Ti6Al4V-PEEK joints	Henriques, B., Sampaio, M., Buciumeanu, M., (...), Silva, F., Carvalho, O.	2017	Materials Science and Engineering C , 79, pp. 177-184
A nanoindentation study on Al3 Ni interface of Ni reinforced aluminum-silicon composite	Miranda, G., Madeira, S., Silva, F.S., Carvalho, O.	2017	Mechanics of Advanced Materials and Structures , 24(10), pp. 871-874
The effect of surface treatment on the friction and wear behavior of dental Y-TZP ceramic against human enamel	Buciumeanu, M., Queiroz, J.R.C., Martinelli, A.E., Silva, F.S., Henriques, B.	2017	Tribology International , 116, pp. 192-198



Atividade 4 – Produção e caracterização de componentes á macro-escala (maior que 200 micrometros)

Nesta atividade foram testadas soluções de materiais, com combinações de materiais, para produção de estruturas customizadas para diversos fins, com propriedades mecânicas, bioatividade, de bio-compatibilidade, de atrito, magnéticas, entre outras, para as aplicações acima projetadas. Em particular destacam-se os seguintes:

Definição e caracterização de variáveis de processamento em impressão 3D para diferentes materiais;

Caraterização de materiais e superfícies para materiais/componentes obtidos obtidos, em desgaste, corrosão, atrito, etc,;

Desta atividade podem destacar-se as seguintes publicações, onde todos os detalhes de materiais, design, processamento, etc, estão descritos com bastante pormenor.

Artigos

Implant surface design for improved implant stability – A study on Ti6Al4V dense and cellular structures produced by Selective Laser Melting	Bartolomeu, F., Costa, M.M., Gomes, J.R., (...), Silva, F.S., Miranda, G.	2019	Tribology International , 129, pp. 272-282
Multi-material Ti6Al4V & PEEK cellular structures produced by Selective Laser Melting and Hot Pressing: A tribocorrosion study targeting orthopedic applications	Bartolomeu, F., Buciumeanu, M., Costa, M.M., (...), Silva, F.S., Miranda, G.	2019	Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials 89, pp. 54-64
Surface design using laser technology for Ti6Al4V-hydroxyapatite implants	Miranda, G., Sousa, F., Costa, M.M., (...), Silva, F.S., Carvalho, O.	2019	Optics and Laser Technology , 109, pp. 488-495
Mechanical properties of zirconia periodic open cellular structures	Fabris, D., Mesquita-Guimarães, J., Pinto, P., (...), Silva, F.S., Henriques, B.	2019	Ceramics International , Article in Press
Damping and mechanical behavior of metal-ceramic composites applied to novel dental restorative systems	Madeira, S., Gasik, M., Souza, J.C.M., Silva, F.S., Henriques, B.	2019	Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials 90, pp. 239-247
A study on the production of thin-walled Ti6Al4V parts by selective laser melting	Miranda, G., Faria, S., Bartolomeu, F., (...), Gasik, M., Silva, F.S.	2019	Journal of Manufacturing Processes , 39, pp. 346-355
Ti6Al4V-PEEK multi-material structures – design, fabrication and tribological characterization focused on orthopedic implants	Bartolomeu, F., Abreu, C.S., Moura, C.G., (...), Silva, F.S., Miranda, G.	2019	Tribology International , pp. 672-678
Evaluation of the color and translucency of glass-infiltrated zirconia based on the concept of functionally graded materials	Volpato, C.A.M., Carvalho, Ó.S.N., Pereira, M.R.D.C., Correia Pereira da Silva, F.S.	2019	Journal of Prosthetic Dentistry , 121(3), pp. 547.e1-547.e7
Corrosion and tribocorrosion behaviour of Ti6Al4V produced by selective laser melting and hot pressing in comparison with the commercial alloy	Toptan, F., Alves, A.C., Carvalho, Ó., (...), Silva, F., Miranda, G.	2019	Journal of Materials Processing Technology , 266, pp. 239-245
Influence of sintering pressure on the microstructure and tribological properties of low temperature fast sintered hot-pressed Y-TZP	Madeira, S., Buciumeanu, M., Carvalho, O., Silva, F.S.	2019	Ceramics International , 45(5), pp. 5883-5893



Atividade 4 – cont.
Artigos

Color stability of a bis-acryl composite resin subjected to polishing, thermocycling, intercalated baths, and immersion in different beverages	Macedo, M.G.F.P., Volpato, C.A.M., Henriques, B.A.P.C., (...), Silva, F.S., Silva, C.F.C.L.	2018	Journal of Esthetic and Restorative Dentistry , 30(5), pp. 449-456
Wear behaviour of tetragonal zirconia polycrystal with a porous surface	Dantas, T.A., Roedel, S., Flores, P., (...), Silva, F.S., Henriques, B.	2018	International Journal of Refractory Metals and Hard Materials , 75, pp. 85-93
Optimized route for the production of zirconia structures with controlled surface porosity for biomedical applications	Roedel, S., Souza, J.C.M., Silva, F.S., (...), Fredel, M.C., Henriques, B.	2018	Ceramics International , 44(11), pp. 12496-12503
Bond strength enhancement of zirconia-porcelain interfaces via Nd:YAG laser surface structuring	Henriques, B., Fabris, D., Souza, J.C.M., (...), Fredel, M.C., Mesquita-Guimarães, J.	2018	Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials , 81, pp. 161-167
Functionally graded nanostructured biomaterials (FGNB) (Book Chapter)	Madeira, S., Souza, J.C.M., Fredel, M.C., (...), Silva, F.S., Zhang, Y.	2018	Nanostructured Biomaterials for Cranio-Maxillofacial and Oral Applications , pp. 159-180
Effect of HAp and β-TCP incorporation on the tribological response of Ti6Al4V biocomposites for implant parts	Dantas, T.A., Costa, M.M., Miranda, G., (...), Abreu, C.S., Gomes, J.R.	2018	Journal of Biomedical Materials Research - Part B Applied Biomaterials , 106(3), pp. 1010-1016
Tribocorrosion behavior of additive manufactured Ti-6Al-4V biomedical alloy	Buciumeanu, M., Bagheri, A., Shamsaei, N., (...), Silva, F.S., Henriques, B.	2018	Tribology International , 119, pp. 381-388
Ti6Al4V cellular structures impregnated with biomedical PEEK - New material design for improved tribological behavior	Buciumeanu, M., Almeida, S., Bartolomeu, F., (...), Silva, F.S., Miranda, G.	2018	Tribology International , 119, pp. 157-164
Bioactive glass coatings (Book Chapter)	Mesquita-Guimarães, J., Henriques, B.H., Silva, F.S.	2018	Bioactive Glasses: Materials, Properties and Applications: Second Edition , pp. 103-116
Surface damage of dental implant systems and ions release after exposure to fluoride and hydrogen peroxide	Peñarrieta-Juanito, G., Sordi, M.B., Henriques, B., (...), Magini, R.S., Souza, J.C.M.	2018	Journal of Periodontal Research Article in Press
Sliding behavior of zirconia porous implant surfaces against bone	Dantas, T.A., Roedel, S., Mesquita-Guimarães, J., (...), Silva, F.S., Henriques, B.	2018	Journal of Biomedical Materials Research - Part B Applied Biomaterials , Article in Press
Copper–nickel-based diamond cutting tools: stone cutting evaluation	Henriques, B., Ferreira, P., Buciumeanu, M., (...), Silva, F.S., Miranda, G.	2017	International Journal of Advanced Manufacturing Technology , 92(1-4), pp. 1339-1348

Atividade 4 – cont.

Artigos



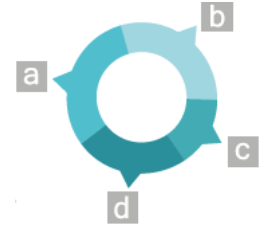
Microstructure, Mechanical and Wear Behaviors of Hot-Pressed Copper-Nickel-Based Materials for Diamond Cutting Tools	Miranda, G., Ferreira, P., Buciumeanu, M., (...), Silva, F.S., Henriques, B.	2017	Journal of Materials Engineering and Performance , 26(8), pp. 4046-4055
Bioactive materials driven primary stability on titanium biocomposites	Dantas, T.A., Abreu, C.S., Costa, M.M., (...), Dourado, N., Gomes, J.R.	2017	Materials Science and Engineering C 77, pp. 1104-1110
316L stainless steel mechanical and tribological behavior—A comparison between selective laser melting, hot pressing and conventional casting	Bartolomeu, F., Buciumeanu, M., Pinto, E., (...), Silva, F.S., Miranda, G.	2017	Additive Manufacturing , 16, pp. 81-89
Tribological behavior of Ti6Al4V cellular structures produced by Selective Laser Melting	Bartolomeu, F., Sampaio, M., Carvalho, O., (...), Silva, F.S., Miranda, G.	2017	Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials , 69, pp. 128-134
Effect of sintering pressure on microstructure and mechanical properties of hot-pressed Ti6Al4V-ZrO2 materials	Madeira, S., Pinto, A.M.P., Rodrigues, L.C., (...), Caramês, J., Silva, F.S.	2017	Materials and Design , 120, pp. 394-403
Wear behavior of Ti6Al4V biomedical alloys processed by selective laser melting, hot pressing and conventional casting	BARTOLOMEU, F., BUCIUMEANU, M., PINTO, E., (...), CARVALHO, O., MIRANDA, G.	2017	Transactions of Nonferrous Metals Society of China (English Edition) , 27(4), pp. 829-838
Study of the tribocorrosion behaviour of Ti6Al4V – HA biocomposites	Buciumeanu, M., Araujo, A., Carvalho, O., (...), Silva, F.S., Henriques, B.	2017	Tribology International , 107, pp. 77-84
Thermal residual stresses in bilayered, trilayered and graded dental ceramics	Fabris, D., Souza, J.C.M., Silva, F.S., (...), Zhang, Y., Henriques, B.	2017	Ceramics International , 43(4), pp. 3670-3678
Influence of interlayer design on residual thermal stresses in trilayered and graded all-ceramic restorations	Henriques, B., Fabris, D., Souza, J.C.M., (...), Zhang, Y., Fredel, M.	2017	Materials Science and Engineering C , 71, pp. 1037-1045
Processing and strengthening of 58S bioactive glass-infiltrated titania scaffolds	Mesquita-Guimarães, J., Leite, M.A., Souza, J.C.M., (...), Boccaccini, A.R., Fredel, M.C.	2017	Journal of Biomedical Materials Research - Part A , 105(2), pp. 590-600
Tribological behavior of bioactive multi-material structures targeting orthopedic applications	Costa, M.M., Bartolomeu, F., Alves, N., Silva, F.S., Miranda, G.	2019	Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials , 94, pp. 193-200
Tribological characterization of bioactive zirconia composite layers on zirconia structures	Buciumeanu, M., Faria, D., Mesquita-Guimarães, J., Silva, F.S.	2018	Ceramics International , 44(15), pp. 18663-18671

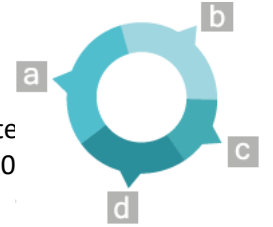
Atividade 5 – Processamento e teste das estruturas com sensorização/atuação/comunicação, usando o sistema híbrido de manufatura

Nesta atividade foram testadas soluções de materiais e estruturas, com combinações de materiais, para produção de estruturas customizadas para diversos fins, em particular sensorização/atuação, e comunicação. Em particular destacam-se os seguintes:

- Impressão/subtração e caracterização de sistemas de comunicação;
- Impressão/subtração e caracterização de sistemas de atuação;
- Impressão/subtração e caracterização de sistemas de sensorização;

Desta atividade podem destacar-se algumas publicações, onde todos os detalhes de materiais, design, processamento, etc, estão descritos com bastante pormenor. Nesta atividade a maior parte das publicações está ainda em fase de publicação.





Atividade 6 – Processamento de protótipos e testes in vitro

Nesta atividade resultaram alguns protótipos, a partir dos projetos da atividade 2, que estão a ser validados in-vitro, e que deram origem a várias patentes. Neste momento existe alguns artigos, mas ainda poucos, que estão a aguardar a autorização, por parte da agência de propriedade intelectual, para serem publicados. Espera-se que durante o ano de 20 possam surgir, já com as patentes publicadas, diversos artigos em revistas ISI, com os resultados in vitro destas soluções.

Desta atividade podem destacar-se as seguintes patentes, QUE JÁ PASSARAM A FASE NACIONAL E ESTÃO AGORA NA FASE MUNDIAL, onde todos os detalhes de materiais, design, processamento, etc, estão descritos com bastante pormenor. Realçam-se ainda alguns artigos.

Patentes

PPP 110370 (P674.8 WO 2018.10.26) - PROCESSO DE OBTENÇÃO DE UMA ESTRUTURA CERÂMICA PARA RESTAURAÇÃO DENTÁRIA

PPP 110371 (P675.0 WO 2018.10.26) - IMPLANTE DENTÁRIO COM SISTEMA DE FIXAÇÃO PARA CARGA IMEDIATA IMPLANTE DENTÁRIO COM SISTEMA DE FIXAÇÃO PARA CARGA IMEDIATA

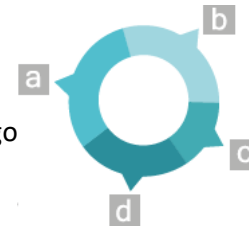
PPP 110372 (P676.1 WO 2018.10.26) - IMPLANTE DENTÁRIO COM GRADIENTE FUNCIONAL E RESPECTIVO PROCESSO PARA SUA OBTENÇÃO

PPP 110374 (P677.2 WO 2018.10.26) - IMPLANTE DENTÁRIO COM SISTEMA DE ELETROESTIMULAÇÃO E RESPECTIVO MÉTODO DE OBTENÇÃO

PPP 110375 (P678.3 WO 2018.10.26) - IMPLANTE DENTÁRIO EM ZIRCÓNIA OU ALUMINA COM FUNÇÕES ELÉTRICAS CURATIVAS E RESPECTIVO MÉTODO DE OBTENÇÃO

Artigos

Hard and soft tissue cell behavior on PEEK, Zirconia, and Titanium implant materials	da Cruz, M.B. , Marques, J.F. , Peñarrieta-Juanito, G.M. , (...), da Mata, A.D.S.P. , Caramês, J.M.M.	2019	International Journal of Oral and Maxillofacial Implants , 34(1), pp. 1-27
Development of β-TCP-Ti6Al4V structures: Driving cellular response by modulating physical and chemical properties	Costa, M.M. , Lima, R. , Melo-Fonseca, F. , (...), Silva, N.A. , Miranda, G.	2019	Materials Science and Engineering C , 98, pp. 705-716
Sliding behavior of zirconia porous implant surfaces against bone	Dantas, T.A. , Roedel, S. , Mesquita-Guimarães, J. , (...), Silva, F.S. , Henriques, B.	2019	Journal of Biomedical Materials Research - Part B Applied Biomaterials , 107(4), pp. 1113-1121
Evaluation of in vitro properties of 3D micro-macro porous zirconia scaffolds coated with 58S bioactive glass using MG-63 osteoblast-like cells	Mesquita-Guimarães, J. , Ramos, L. , Detsch, R. , (...), Silva, F.S. , Boccaccini, A.R.	2019	Journal of the European Ceramic Society , 39(7), pp. 2545-2558
45S5 BAG-Ti6Al4V structures: The influence of the design on some of the physical and chemical interactions that drive cellular response	Melo-Fonseca, F. , Lima, R. , Costa, M.M. , (...), Silva, N.A. , Miranda, G.	2018	Materials and Design , 60, pp. 95-105
Bioactivity of novel functionally structured titanium-ceramic composites in contact with human osteoblasts	Peñarrieta-Juanito, G.M. , Costa, M. , Cruz, M. , (...), Silva, F. , Souza, J.C.M.	2018	Journal of Biomedical Materials Research - Part A , 106(7), pp. 1923-1931



Atividade 7 – Avaliação de outras aplicações potenciais para este tipo de componentes

Esta atividade é curta e prende-se com a análise de potenciais aplicações para estes novos tipos de componentes e materiais. Na realidade esta atividade está a decorrer ao longo do projeto mas só será formalizada nos últimos 3 meses, de acordo com o cronograma, o que só ocorrerá em 2019.

2.1.2. Desvios relativamente ao aprovado

O projeto está a decorrer de acordo com o programado inicialmente. Os desvios que se podem assinalar são apenas por excesso, ou seja, estão a obter-se mais resultados que o previsto inicialmente e a criar-se maiores oportunidades de exploração de novas aplicações e soluções para estes componentes e materiais multi-funcionais. Neste sentido será solicitada uma **prorrogação do final do projeto**, em cinco meses, **até 31 Maio de 2020**, para que se possam explorar estas novas possibilidades.

2.1.3. Publicações

Estavam previstos 8 artigos/ ano em revistas indexadas ao ISI, ou seja previa-se a publicação de 24 artigos. Neste momento estão já publicados **60 artigos** em revistas indexadas ao ISI, ou seja mais do dobro do previsto, e prevê-se ainda a publicação de mais cerca de 10 a 15 artigos.

2.1.4. PHD Teses

Estão em curso seis (**seis teses de doutoramento**) que tiveram início no âmbito do presente projeto e que se espera tenham o seu fim durante 2019 e 2020. Terminou uma tese durante o projeto. Deste projeto deverão resultar 7 teses de doutoramento.

2.1.5. Patentes

Estavam previstas 6 patentes europeias. Foram submetidas até ao momento **5 patentes mundiais**. Estão duas novas patentes, a **sexta e a sétima patente** em fase de submissão, ainda na **fase nacional**. O objetivo das patentes será atingido e ultrapassado. Espera-se ainda submeter ainda uma **oitava patente**, no âmbito do mesmo projeto, em implantes do tipo **distratores ósseos**.