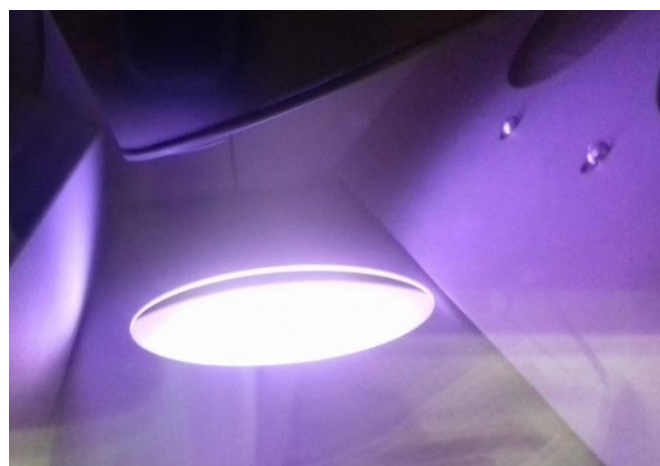
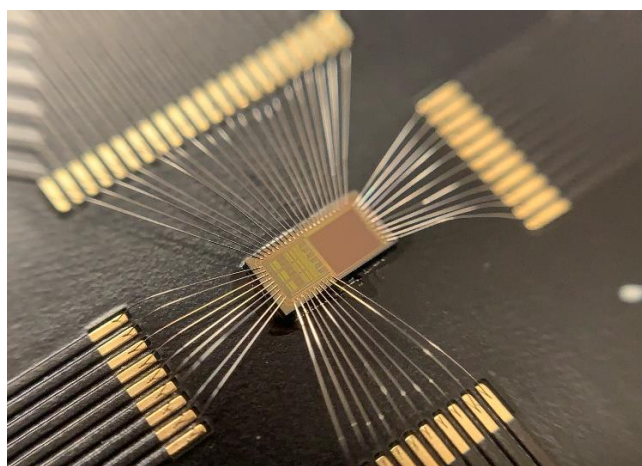
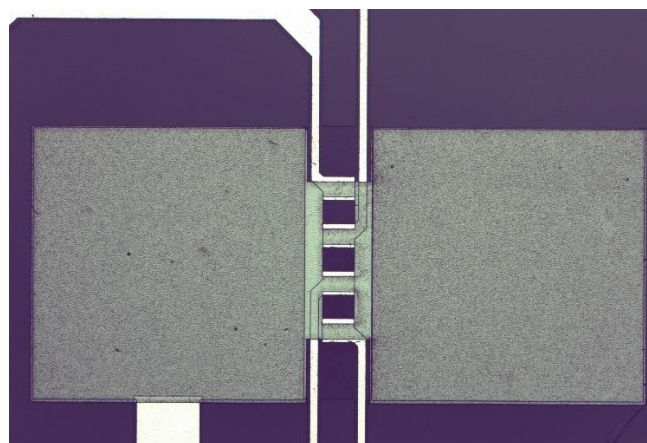


INESC MN

**Microsistemas e
Nanotecnologias**

RELATÓRIO DE ATIVIDADES 2021



INDICE

INTRODUÇÃO	2
GRUPOS DE INVESTIGAÇÃO	4
PERFIL DE RECURSOS HUMANOS.....	4
FONTES DE FINANCIAMENTO	5
RENDIMENTOS OPERACIONAIS.....	6
GASTOS OPERACIONAIS.....	7
RESULTADOS	7
ATIVIDADE DESENVOLVIDA EM 2021	8
INVESTIGAÇÃO E DESENVOLVIMENTO	9
SERVIÇOS, CONTRATOS E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIAS.....	16
FINANCIAMENTO DA ATIVIDADE DE PROJETOS & INOVAÇÃO:.....	17
FINANCIAMENTO NACIONAL (FCT).....	17
FINANCIAMENTO EUROPEU (NOME DOS PROJETOS EM INGLÊS).....	19
COLABORAÇÕES CIENTÍFICAS EM CURSO.....	19
PRODUÇÃO CIENTÍFICA EM 2021	25

Lisboa, 1 de abril de 2022

INTRODUÇÃO

O INESC Microsistemas e Nanotecnologias (“INESC MN”) iniciou a sua atividade no dia 1 de janeiro de 2002 a partir do Grupo de Tecnologia de Estado Sólido do INESC. É uma associação privada sem fins lucrativos, financeiramente independente, tendo-lhe sido atribuído o estatuto de pessoa coletiva de utilidade pública em dezembro de 2004. Os objetivos do INESC MN são os seguintes:

- Investigação e desenvolvimento em áreas estratégicas, nomeadamente sensores magnetoresistivos e eletrónica de spin, MEMS, materiais funcionais, microfluídica e microsistemas para aplicações biológicas, biomédicas e agro-food;
- Formação dos jovens engenheiros e cientistas na utilização de tecnologias de ponta utilizando micro e nanofabricação;
- Criação de propriedade intelectual e transferência de tecnologia para a indústria portuguesa e internacional.

Estando localizado na vizinhança direta do IST, o INESC MN tem um papel relevante e único na formação de alunos de vários cursos (Engenharia Física Tecnológica, Eng. Biológica, Eng. Biomédica) nas áreas da micro e nanofabricação, microsistemas e nanotecnologias, e tem vindo a alargar os seus contactos a outros departamentos do IST (Engenharia Eletrotécnica, Engenharia Mecânica, Engenharia Química, Engenharia e Ciências Nucleares).

A atividade no ano de 2021 decorreu num ambiente de recuperação de atividade em direção à normalidade (novos estádios da pandemia Covid 19). Sendo a nossa atividade principal de ordem laboratorial, a atividade manteve-se com turnos e respeitando o número máximo de colaboradores em cada laboratório (incluindo a sala limpa). Os contratos industriais e projetos de investigação não sofreram atrasos relevantes, embora começasse a ser evidente um atraso nos fornecedores internacionais em função de disrupções várias nas cadeias de produção e distribuição. Do lado académico, o atraso verificado em 2020 com entregas adiadas de teses de mestrado e doutoramento deixou de existir, com a atividade ligada a universidade em funcionamento normal.

O INESC MN manteve uma continuidade ao nível de projetos europeus essencialmente devido às capacidades tecnológicas instaladas e desenvolvidas e às redes de colaboradores que foram sendo criadas ao longo dos anos. Tivemos em curso, durante 2021, 7 projetos no âmbito do H2020, incluindo projetos para transferência de tecnologia com PME (Innovation Actions). A nível nacional, o INESC MN participou em 24 projetos nacionais (FCT, ANI, PT2020, outros). Manteve-se, ainda durante 2021, a colaboração com a Universidade de Purdue (USA) sobre dispositivos magnéticos com aplicações em criptografia e computação quântica (o INESC MN é aqui subcontratado num projeto financiado pelo DARPA).

Um dos aspetos mais importantes da missão do Instituto consubstancia-se na criação de um elo com a indústria através da celebração de contratos, projetos e cooperação para uma transferência rápida de novas tecnologias. O INESC MN deu continuidade, durante 2021, a atividades de transferência de tecnologia e prestação de serviços com vários parceiros, salientando-se para este efeito, as colaborações com a [REDACTED] (UK) e a [REDACTED] (SL) (sistemas de identificação e magnetic encoders), a [REDACTED] (EUA) (sensores magnéticos), a [REDACTED] (China) (sensores magnéticos), a [REDACTED] (UK) (sensores de radiação), a [REDACTED] (EUA) (para a qual fornecemos sensores magnetoresistivos para equipamentos de deteção de defeitos em circuitos integrados, e que instalou no INESC MN um

protótipo para desenvolvimento conjunto da tecnologia), a [REDACTED] (PT) (integração de componentes óticos). Foram ainda iniciadas colaborações financiadas com o Institute of Physics da Academia das Ciências Chinesa (IOP, Beijing) e colaborações com a [REDACTED] (Canada), com a [REDACTED] (China), e com a [REDACTED] (SE).

A nível nacional, o INESC MN participou, no segundo semestre de 2021, na montagem de vários programas PRR, tendo 7 desses projetos passado à segunda fase (nas áreas da Microeletrónica, Energia, Transição Digital, Alimentação e Agricultura Inteligente). O INESC MN teve ainda participação na definição da candidatura portuguesa ao IPCEI Microeletrónica.

Durante o ano de 2021 O INESC MN tem participado no reforço da atividade “inter-INESCs” no âmbito do INESC Lisboa, bem como tem colaborado ativamente, dentro das suas possibilidades, nas atividades do INESC Brussels Hub.

Em termos de recursos humanos, no final de 2021, o INESC MN contava com 65 colaboradores, entre os quais 12 investigadores doutorados (6 docentes ou investigadores do IST e 6 doutorados contratados), 23 alunos de doutoramento, 7 engenheiros de processo, 16 alunos de mestrado, 5 colaboradores externos/visitantes e 2 funcionárias administrativas (1 a meio tempo). Em comparação com o ano de 2020, houve uma redução do número de investigadores doutorados, devido à saída de um dos investigadores para a Universidade Técnica de Eindhoven e de outros três por finalização de contrato. Em contrapartida, lançámos o novo Grupo de Sensores, Interfaces e Circuitos Avançados (Diogo Caetano), prosseguindo a estratégia delineada para o período 2018 a 2023. De realçar o aumento dos contratados a nível de engenheiros juniores, que se justifica pela crescente necessidade de cumprir os contratos industriais e prestação de serviços na área de sensores.

O impacto do INESC MN em 2021 evidencia-se pela participação numa série de atividades, dos quais salientamos,

- Participação em conferências da especialidade, INTERMAG, Transducers, entre outras.
- Continuação do programa doutoral AIM (coordenado pelo J.P. Conde) financiado pela FCT, que está neste momento a financiar 17 alunos de doutoramento, 7 dos quais no INESC MN e 7 em que INESC MN está envolvido em coorientação.
- Participação num novo Laboratório Associado (o Instituto para a Saúde e a Bioeconomia), entretanto aprovado pela FCT, juntamente com o IBB/IST-ID, o UciBio e a LAQV (Universidade Nova e FFUP).
- Participação em 7 PRR's que passaram a segunda fase e que vão contribuir para um aumento de atividade a partir de meados de 2022.
- Constituição do novo Grupo de Sensores, Interfaces e Circuitos liderado pelo Doutor Diogo Caetano.

Em termos de “output científico”, a atividade do INESC MN levou, em 2021, à publicação de 28 publicações referenciadas ISI Web of Knowledge e 3 capítulos de livros. Destas publicações, a maior parte envolve mais do que uma instituição e tem um carácter multidisciplinar. Este número de publicações aproxima-se do nosso valor médio (tipicamente entre 30 a 40 publicações por ano nos últimos anos) e reflete, ainda, o esforço de parte da equipa a sustentar os contratos industriais. Foi também submetida uma patente, houve a submissão de 24 comunicações em congressos internacionais, tendo sido dadas 23 palestras convidadas durante o ano. A nível académico finalizaram-se 13 teses de mestrado e 2 de doutoramento.

O INESC MN manteve ainda uma atividade forte e direta de suporte académico ao Instituto Superior Técnico, com o suporte da parte laboratorial da disciplina de Técnicas de Micro e Nanofabricação (S Freitas, V Silvério, D Leitão) que acomodou cerca de 60 alunos de 9 cursos em turnos vários na sala limpa do INESC MN (2 no ano letivo 2020/2021, 4 horas semanais por turno, cerca de 5 turnos por semana).

Grupos de Investigação

O INESC MN tem os grupos de investigação seguintes:

MATERIAIS, DISPOSITIVOS, SISTEMAS E SIMULAÇÃO MAGNÉTICOS

- Spintrónica/Biossensores (S. Freitas, P.P. Freitas)
- Microfluídica (V. Silvério)
- Circuitos e Interfaces Avançadas para Sensores (D. Caetano) – *Novo grupo*

SEMICONDUCTORES: MATERIAIS, DISPOSITIVOS, SISTEMAS E SIMULAÇÕES

- MEMS e BioMEMS (J.P. Conde, V. Chu)
- Simulações de propriedades de materiais (J.L. Martins, C. Reis)
- Semicondutores de largo hiato (K. Lorenz)

Perfil de Recursos Humanos

Em dezembro 2021 o INESC MN contava com 60 colaboradores e 5 colaboradores/visitantes:

Perfil de Recursos Humanos	Total	F	M
Investigadores / Docentes do IST	6	2	4
Doutorados contratados	6	3	3
Estudantes de doutoramento	23	12	11
Estudantes de Mestrado	16	5	11
Mestres contratados	3	1	2
Engenheiros de processo	4	2	2
Apoio administrativo	2	2	0
TOTAL PESSOAL INESC MN	60	27	33
Colaboradores/visitantes	5	1	4

Tabela 1 – INESC MN Pessoal (31 de dezembro de 2021)

Dos 15 contratados, 6 são investigadores doutorados, 3 são investigadores/engenheiros com mestrados, 4 são engenheiros de processo e 2 são assistentes administrativos (1 a meio tempo).

O INESC MN tem um equilíbrio notável em termos de género. Excluindo colaboradores/visitantes, a equipa do INESC MN é 45% feminina.

A tabela 2 mostra a evolução de investigadores doutorados e alunos de doutoramento financiados pela FCT e outras fontes de financiamento. O número de investigadores e colaboradores veio a aumentar desde 2015 até 2020. Em 2021, 6 doutorados deixaram o INESC MN devido à conclusão dos projetos em que estavam integrados, a uma oferta de emprego para um lugar de professor permanente nos Países Baixos e por razões pessoais. Um novo doutorado (Diogo Caetano) integrou o quadro de pessoal do INESC MN, financiado pela Unidade de Investigação (FCT-Programático).

	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Docentes/Investigadores IST	5	5	5	5	5	6
PhD – contratados	1	4	4	4	4	1
PhD- Investigadores FCT /DL57-2016	1	1	2	2	2	1
PhD contratado - projetos FCT	1	2	2	3	3	2
PhD contratados – projetos EU e serviços	0	1	1	3	3	2
BPD – FCT	2	1	1	0	0	0
BD - FCT	16	20	19	26	25	22
BD – non-FCT (Marie Curie, etc.)	2	0	1	0	1	1
TOTAL	28	34	35	43	43	35

Tabela 2 – Evolução de investigadores (docentes, contratados e bolseiros) do INESC MN 2016-2021

Fontes de Financiamento

Em 2021 o INESC MN obteve um volume total de rendimentos de 1 605 420 Euros, o que representa um decréscimo de – 19% em relação ano anterior. Este decréscimo ficou a dever-se à redução dos rendimentos provenientes de Projetos I&D, que se encontram no final do ciclo dos respetivos programas, tendo totalizado 1 099 mil € (menos 278 mil € face a 2020).

Em 2021, os Projetos Europeus e os Programas de I&D Nacionais representaram, respetivamente, 30% e 38% dos rendimentos, constituindo as principais fontes de financiamento. As Vendas e Prestações de Serviços atingiram 342 793 Euros, registando uma ligeira subida face a 2020 (mais 2%). O INESC MN registou ainda 163 milhares de Euros em outros rendimentos, na sua maior parte referentes à imputação ao exercício dos subsídios recebidos para investimento. O valor de Outros Rendimentos reduziu-se face a 2020 (menos 106 mil €), devido à realização da conferência JEMS em 2020.

As principais fontes de financiamento são apresentadas de seguida e na Figura 2.

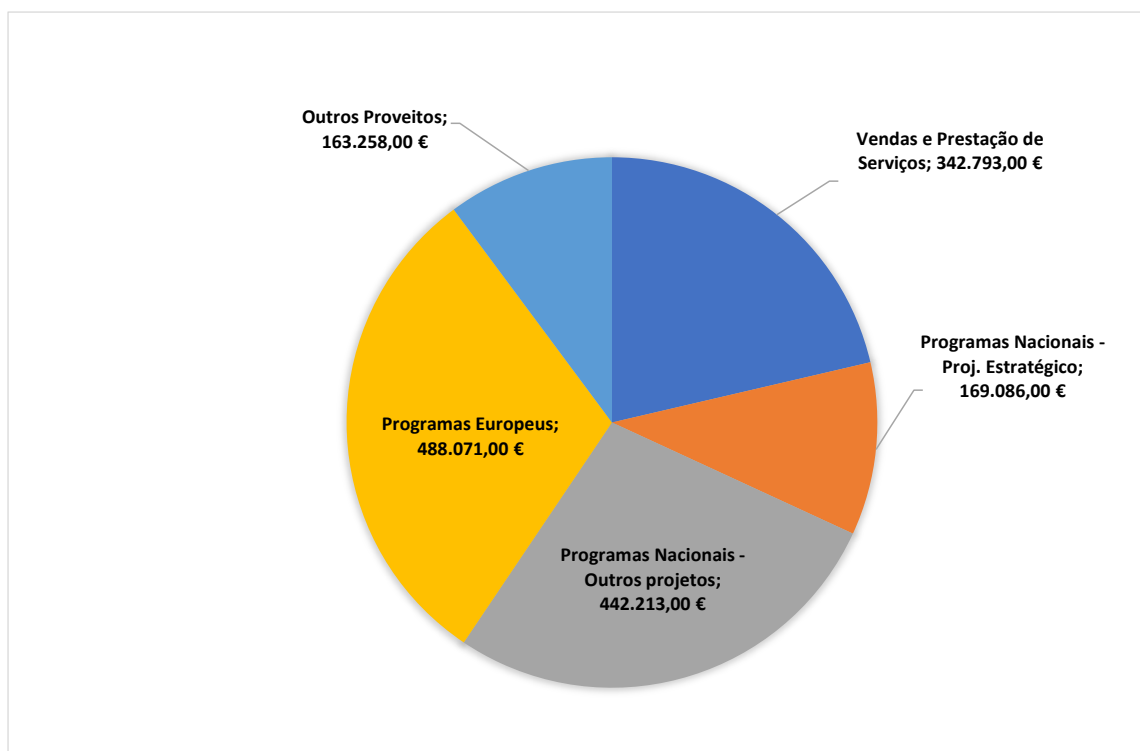


Figura 2 - Fontes de financiamento (rendimentos operacionais) 2021

Rendimentos Operacionais

o	Programas EU	488 071 €
o	Programas Nacionais	
	– FCT – Financiamento Plurianual	169 086 €
	– Outros projetos nacionais	442 213 €
o	Outros proveitos ¹	163 258 €
o	Vendas e Prestação de Serviços e outros	342 793 €

TOTAL RENDIMENTO OPERACIONAL	1.605.421 €
-------------------------------------	--------------------

Gastos Operacionais

Os gastos operacionais em 2021 (antes de depreciações, provisões extraordinárias/imparidades e gastos financeiros) atingiram cerca de 1 324 milhares de Euros, o que representa uma redução de 19% em relação ao ano anterior, sendo 56% em recursos humanos contratados, 2% em bolsas e honorários, e 42% em outros fornecimentos, serviços e manutenção. Nesta última verba enquadra-se sobretudo o aluguer de espaço, a subcontratação do INESC serviços para o suporte financeiro e de gestão de projetos e os custos operacionais da sala limpa.

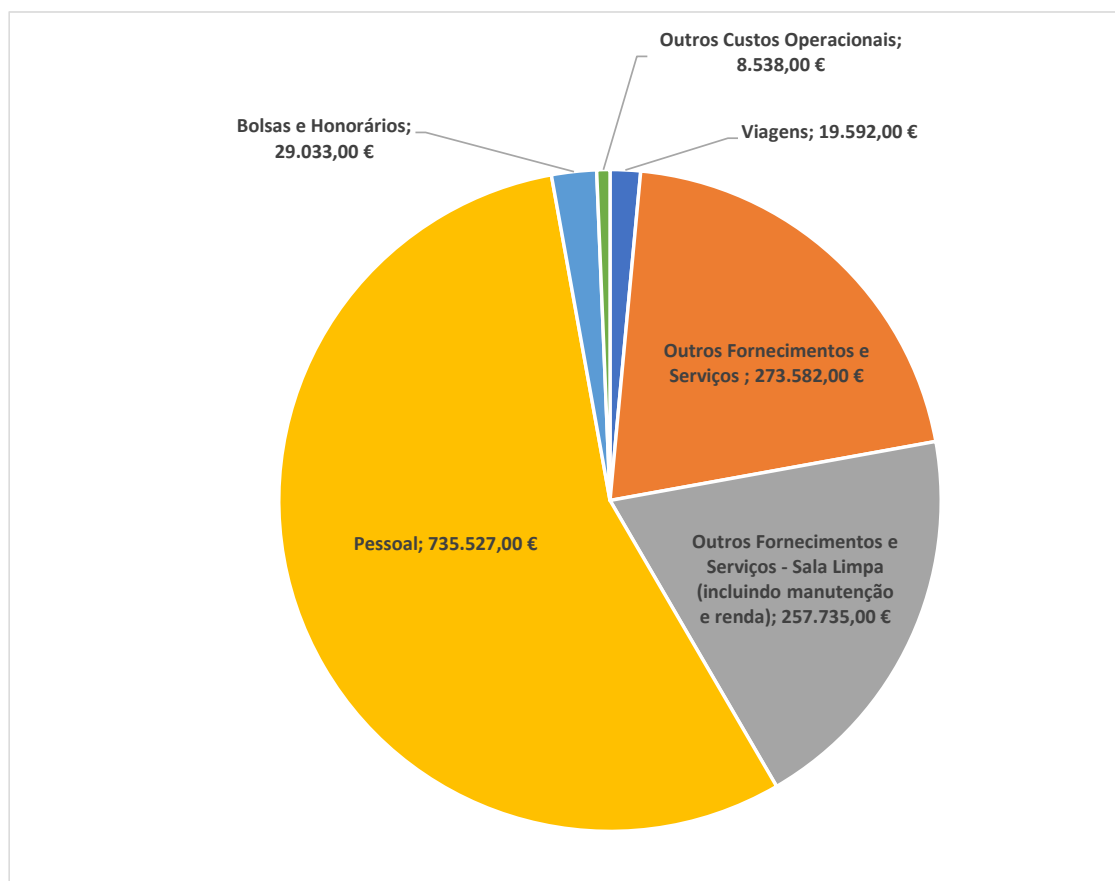


Figura 3- Custos Operacionais- 2021

Os Gastos com Depreciações atingiram 225 milhares de euros, traduzindo um ligeiro aumento em relação ao período homólogo (+2%).

No exercício foi ainda constituída uma provisão de 40 mil euros, para fazer face a eventuais regularizações de projetos, que estão em fim de ciclo dos respetivos programas.

Resultados

A atividade operacional do INESC MN em 2021 revelou-se equilibrada, atingindo um resultado positivo de 12 289 €, já após a constituição da provisão extraordinária antes referida.

Atividade Desenvolvida em 2021

O relatório de atividades do INESC MN em 2021 inclui as seguintes secções:

INVESTIGAÇÃO E DESENVOLVIMENTO

MATERIAIS, DISPOSITIVOS, SISTEMAS E SIMULAÇÃO MAGNÉTICA

- Spintrónica / Biossensores (S. Freitas, P.P. Freitas)
- Sistemas Microfluídicos (V. Silvério)
- Sensores, Interfaces e Circuitos Avançados para Sensores (D. Caetano) – Novo grupo

SEMICONDUCTORES: MATERIAIS, DISPOSITIVOS, SISTEMAS E SIMULAÇÕES

- MEMS and BioMEMS (J.P. Conde, V. Chu)
- Simulações de propriedades de materiais (J.L. Martins, C. Reis)
- Semicondutores de largo hiato (K. Lorenz)

INFRAESTRUTURA

- Gestão de sala limpa e infraestrutura tecnológica (R. Macedo, V. Chu)

SERVIÇOS E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA

- Contratos com indústria, novas parcerias de I&D e serviços tecnológicos (S. Freitas)

FORMAÇÃO AVANÇADA

- Unidade Curricular de Tecnologias de Micro e Nanofabricação (S. Freitas)
- Orientação de Teses de Doutoramento

INVESTIGAÇÃO E DESENVOLVIMENTO

Sumário das áreas de investigação e principais resultados obtidos em 2021

MATERIAIS, DISPOSITIVOS, SISTEMAS E SIMULAÇÃO MAGNÉTICA

Spintronics / Biosensores

Equipa:

Investigadores principais: Susana Cardoso, Paulo Freitas

Investigadores Pós-Doc: Diana Leitão, Verónica Romão, Ana Silva, Rita Macedo, Mustafa Erkovan, João Mouro, Djibril Faye

Estudantes de doutoramento: Rita Soares, Débora Albuquerque, Fernando Franco, João Fidalgo, Miguel Neto, Marília Silva, Pedro Ribeiro, Sofia Abrunhosa, João Pereira, Fabian Naf, Sara Sequeira, Pedro Araújo, Mafalda Ferreira, Joao Serra

Estudantes de mestrado: Beatriz Cavaleiro, Francisco Matos, Jorge Pereira, Nuno Lopes, Tomás Longo, João Pedro Gomes, Ana Pagaimo, Alberto Nicolicea, Guilherme Brites, Mathieu Correia

Bolseiros de Investigação ou estagiários: Bhumika Patel, Raffaele Campile

Colaboradores em contratos industriais e serviços: Catarina Janeiro, Maria Carvalho, Raquel Henriques, Tiago Costa, Tiago Coutinho

Colaborações com outros grupos do INESC MN: Vânia Silvério, Katharina Lorenz

A otimização de sensores magnéticos tem sido feita em 3 vertentes:

- (i) **otimização de materiais** – estabilidade térmica, maior sensibilidade, melhor estabilidade a campos cruzados. Este trabalho tem sido motivado pelas aplicações industriais e é transversal às atividades do grupo, para outras aplicações. Neste ponto, temos 3 sistemas de deposição (Nordiko 2000, 3000 e N3600/8800) que permitem uma boa gestão de recursos – tempo de máquina e alvos/materiais disponíveis. Novos materiais ou materiais específicos para serviços podem ser produzidos nas máquinas N3000 (bolachas de 150mm) ou Alcatel, garantindo uma grande flexibilidade na oferta de materiais que podemos depositar em filme fino.
- (ii) **novos materiais para aplicações em energia** - otimização de materiais magneto-ópticos (Dy, GdFeCo) para integrar em sensores e memórias com inversão magnética totalmente óptica (baixo consumo); sensores de Hidrogénio baseados em Pt integrada em estruturas spintrónicas.
- (iii) **microfabricação de sensores** - em 2021 realizámos vários processos de microfabricação de sensores AMR e TMR para qualificação industrial, usando as 3 máquinas instaladas em 2019. De salientar o desenvolvimento de processos com o alinhador de máscaras do INL, permitindo mais produção.

Também realçamos a atividade em robótica, em colaboração com o grupo do ISR-Técnico e da Queen Mary University- London (UK).

Nanoestruturas magnéticas e dispositivos

- Otimização de filmes finos nanométricos com magnetização fora do plano e espaçadores de Ir para o desenvolvimento de junções de efeito túnel (MTJs) com maior resiliência ao efeito de temperaturas elevadas
- Implementação de um modelo analítico para descrição de multicamadas magnetoresistivas (MR) – camada de referência, camada fixa e camada livre – que inclui a dependência na temperatura.
- Melhoria do desenho e processo de nano fabricação de dispositivos MTJ-SOT para otimização das propriedades magneto-elétricas. (Colaboração Bar-Ilan)
- Desenvolvimento de materiais perpendiculares e com resposta magneto-óptica (Gd, Dy) (colaboração Besy, Purdue)
- Implementação de um processo de nanofabricação para manipulação da anisotropia magnética usando defeitos

Micro e nanofabricação

- Otimização das propriedades de válvulas de spin quando depositadas em diferentes substratos poliméricos e flexíveis.
- Microfabricação de micro-electrodos 3D por eletrodeposição para medidas neuronais usando espaçadores poliméricos e litografia greyscale (colaboração com IFIMUP e I3S)

Biosensores magnéticos

- Desenvolvimento de teste de diagnóstico híbrido para detecção simultânea de biomarcadores genéticos e proteicos (anticorpos) aplicado à detecção de infecções virais transmitidas por mosquitos, nomeadamente Zika, dengue e chikungunya.
- Detecção de bactérias patogénicas em amostras clínicas (zangatoas retais) por marcação magnética usando bioligandos específicos (anticorpos, bacteriófagos) com recurso a uma plataforma de micro-citometria magnética.
- Desenvolvimento de um sistema microfluídico de tratamento de amostra (marcação e concentração magnética) para captura de bactérias em amostras clínicas.
- Desenvolvimento de testes de diagnóstico in vitro para SARS-CoV-2, do tipo molecular (RNA viral) e serológico (anticorpos anti-SARS-CoV-2), tendo por base uma plataforma de biochips magnetoresistivos.
- Desenvolvimento de testes de DNA para a detecção de *Campylobacter* spp. e *Salmonella* Typhimurium. em plataforma de biochips magnetoresistivos.

Microfluídica

Equipa

Investigadora Principal: Vânia Silvério

Estudantes de doutoramento: Elsa Batista (IPQ, UnivNova), Catarina Fonseca (IMM, IST), João Gil (UAveiro, IPLEiria, Patricia Canané

Estudantes de mestrado: -

Bolseiros de investigação ou estagiários: Carlos Carreira (IST)

Colaborações com outros grupos do INESC MN: Spintrónica/ Biossensores (S. Freitas, P.P. Freitas), Nanoestruturas Magnéticas (D. Leitão), Engenharia Bioanalítica (V. Romão), MEMS and BioMEMS (J.P. Conde, V. Chu)

Linhas de investigação:

A Investigação e desenvolvimento deste grupo combina micro/nanotecnologia com ferramentas de simulação para o desenho, fabrico, integração e teste de dispositivos microfluídicos e sensores. Os projetos a decorrer incluem:

- desenvolvimento de sistemas microfluídicos de preparação de amostra (reação, separação, mistura) para posterior reconhecimento biomolecular ou deteção de micro-organismos. Estes dispositivos resultam de um trabalho concertado entre este e os grupos de Spintrónica e Biossensores e de Engenharia Bioanalítica;
- desenvolvimento de uma bomba microfluídica em chip para padrão metrológico de transferência em colaboração com o Instituto Português da Qualidade e outros parceiros internacionais (Euramet 18HLT08 MEDD II);
- desenvolvimento de um micromisturador magnético para marcação magnética de bioanalitos (trabalho em colaboração com o Grupo do Prof Pretch, Universidade de Colónia) (PTDC/FIS-PLA/31055/2017, MeDICI);
- Simulação, desenho e fabrico de sistemas microfluídicos lab-on-chip para estudos químicos e/ou biológicos (Dep. Eng. Mecânica IST ULisboa; Departamento de Engenharia Mecânica e Instituto de Robótica, Carnegie Mellon University; Departamento de Engenharia de Processos, Faculdade de Engenharia Química, Universidade de Campinas, Instituto Português da Qualidade);
- desenvolvimento de protocolos e normas para a utilização e fabrico de sistemas microfluídicos (ISO, CEN, Associação Internacional de Microfluídica; Euramet 20NRM02 MFMET; Euramet 18HLT08 MEDD II).

Circuitos e Interfaces Avançadas para Sensores

Investigadora Principal: Diogo Caetano

Estudantes de mestrado: João Faustino, Diogo Bernardo, André Bastos, Ricardo Caetano, Rita Ramos, Artur Rafael, Ricardo Lorena

Bolseiros de Investigação ou estagiários: Mário Silva

Colaborações com outros grupos do INESC MN: Spintronica/ Biossensores (S. Freitas, P.P. Freitas), Microfluídica (V. Silvério), Semicondutores de largo hiato (K. Lorenz),

Linhas de investigação:

O grupo de Circuitos e Interfaces Avançadas para Sensores (ASIC) dedica-se a atividades de investigação em tecnologias inovadoras principalmente para o desenvolvimento de sistemas na área da engenharia biomédica que necessitam da implementação de sistemas ciberfísicos/embutidos complexos e de interfaces com múltiplos sensores. Este grupo é focado no desenvolvimento de eletrónica e processamento de sinal customizado.

O ASIC tem também como objetivo ser um grupo complementar e transversal aos outros grupos do INESC MN onde o desenvolvimento de sistemas eletrónicos é necessário, dando apoio às linhas de investigação em curso.

Os projetos a decorrer incluem:

- desenvolvimento de uma plataforma para contagem de células e bactérias.
- desenvolvimento de uma plataforma para deteção de multiplexada de ácidos nucleicos para diagnóstico de multirresistência antimicrobiana.
- desenvolvimento de circuitos integrados para leitura de matrizes de sensores com milhares de elementos.
- desenvolvimento de técnicas para implementação de sistemas monolíticos com deposição de sensores customizados em *dies* fabricados com tecnologias *standard* industriais.
- desenvolvimento de técnicas e circuitos para aquisição de dados a alta velocidade com deteção de eventos e baixo ruído de transmissão de dados.
- desenvolvimento de técnicas de processamento de sinal para melhoria de relação sinal ruído para sinais abaixo do nível de ruído.
- desenvolvimento de técnicas de aprendizagem automática (machine learning) para reconhecimento de padrões raros não periódicos de muito baixa relação sinal ruído.
- desenvolvimento de técnicas de classificação de sinais biomédicos.
- desenvolvimento de técnicas de aprendizagem automática reforçada para fusão de sinais magnéticos e imagem do espectro visível.
- estudo de circuitos híbridos e biomiméticos para a compreensão e interação com células nervosas, bem como reprodução das suas capacidades.
- estudo de circuitos para interface com Memristors.

SEMICONDUCTOR MATERIALS: DEVICES, SYSTEMS AND SIMULATIONS

MEMS and BioMEMS

Equipa

Investigadores Principais: Joao Pedro Conde; Virginia Chu

Investigadora Pós-Doc: Katerina Nikolaidou (até Julho 2021)

Estudantes de doutoramento: Catarina Caneira, Tiago Pestana, Pedro Monteiro, Cristiana Domingues; (em coorientação) Malik Wahab, Amin Javidanbardan, Inês Iria, Pedro Fontes, Andreia Saruga

Estudantes de mestrado: Rodolfo Rodrigues, Sofia Relvas, Rafaela Rosa, Rui Meirinho, Filipa Flora, Anna Vanheusden

Colaborações com outros grupos do INESC MN: Paulo Freitas, Susana Cardoso

MEMS (dispositivos micro eletromecânicos utilizando filmes finos) e sensores de filme fino

- Desenvolvimento de métodos de deteção eletrónica da ressonância em MEMS de filme fino de silício.
- Membranas de MEMS de filme fino de silício para sensores de massa. Ressonância em vácuo, ar e soluções aquosas.
- Estruturas acopladas de MEMS de filme fino de silício. Ressonância com acoplamento forte e fraco.
- Desenvolvimento de fotosensores (fotodíodos) do UV ao NIR (200-800 nm) de filme fino de silício.
- Desenvolvimento de filtros óticos de interferência e absorção (em colaboração com Susana Freitas) e sua integração monolítica com fotosensores

BioMEMS e Microsistemas Lab on Chip

- Desenvolvimento de plataformas microfluídicas integrada para testes imunológicos com sondas múltiplas. Desenvolvimento da biochip e teste com soluções modelo e soluções reais. Determinação de biomarcadores para saúde humana (PSA); drogas/medicamentos (Infliximab); e marcadores de infeção em plantas (ácido azelaico, ácido salicílico, ácido jasmónico, ácido absísico). Estudo da sensibilidade, tempo de análise, complexidade da fluídica e métodos de transdução.
- Sistemas capilares para biochips para aplicações “point-of-care/point-of-use”. Controlo passivo da velocidade de bombagem e da sequência de inserção de soluções.
- Desenvolvimento de novos materiais (COC) para sistemas microfluídicos.
- Desenvolvimento de um sistema microfluídico integrado para deteção de contaminação microbiológica e viral. Módulos de lise, amplificação isotérmica de ácidos nucleicos, e deteção de sequências específicas de DNA ou RNA. (em colaboração com o grupo de Mats Nilsson, KTH, Estocolmo, Suécia).
- Desenvolvimento de cell chips (sistemas de cultura de células em sistemas microfluídicos). Sistemas para estudo e diagnóstico de células estaminais do cancro do colon (projeto POINT4PAC em colaboração com a Faculdade de Farmácia da Universidade de Lisboa); e sistemas na chip para estudo do mecanismos da diabetes (colaboração com a FFUL). Desenvolvimento de sistema microfluídico de deteção de morte celular através da monitorização da proteína ADK.

- Desenvolvimento de microreatores para produção biotecnológica e processamento contínuo de produtos biológicos (colaboração com o iBB(IST)).

Simulações de propriedades de materiais

Equipa:

Investigador Principal: José Luís Martins

Investigador: Carlos Reis

Continuou a colaboração com a companhia Quantum Semiconductor LLC no estudo das propriedades de transporte de ligas semicondutora de Si-Ge-C com boas propriedades óticas (gap direto).

- Implementação da interação electrão-fonão nos códigos do INESC MN.
- Desenvolvimento de método alternativo de calcular “band offsets” em interfaces entre semicondutores.

Foi iniciado o estudo de propriedades topológicas de materiais.

Desenvolvimento de códigos

O desenvolvimento de códigos computacionais é uma atividade fundamental do grupo.

- Desenvolvimento de uma interface gráfica para a visualização de estrutura de bandas com “unfolding” e projeção em orbitais atómicos.
- Versão modernizada do código de geração de pseudopotências foi publicada no github. Foram adicionadas várias funcionalidades, com destaque para a geração automática de bases atómicas localizadas.
- Preparação do código de estrutura eletrónica de cristais em ondas planas para futura publicação.

Semicondutores de largo hiato

Equipa:

Investigadora Principal: Katharina Lorenz

Investigadores Pós-Doc: Marco Peres, Chamseddine Bouhafis

Estudantes de doutoramento: Daniela Pereira, Dirkjan Verheij

Estudantes de mestrado: Duarte Magalhães Esteves

Colaborações com outros grupos do INESC MN: Susana Freitas, Paulo Freitas, Diana Leitão, Verónica Martins, Sofia Martins, Mustafa Erkovan

Efeitos de Radiação e Sensores de Radiação

- Desenvolvimento de sensores de radiação ionizante baseados em microfios de GaN com junção p-n radial (colaboração com o IST - LATR, IPFN, C2TN; CEA Grenoble)
- Desenvolvimento de sensores de radiação ionizante baseados em Ga₂O₃ dopado com Cr (colaboração com o IST - LATR, IPFN, C2TN; a Universidade de Aveiro; a empresa NuRise)
- Estudo de efeitos de radiação em semicondutores de largo hiato energético combinando experiências com simulações de dinâmica molecular e Monte Carlo (colaboração com o IST - LATR, IPFN; a Universidade de Helsínquia; o National Centre for Nuclear Research, Otwock-Swierk)
- Estudo de efeitos de radiação em células solares CIGS (colaboração com o IST - LATR, IPFN, C2TN; a Universidade de Aveiro; o INL Braga)

Modificação por Feixes de Iões

- Modificação de poços quânticos por iões energéticos e pesados (colaboração com o IST - LATR, IPFN; a Universidade de Aveiro; o Rensselaer Polytechnic Institute, New York)
- Formação de nanopadrões na superfície de silício por sputtering (colaboração com o IST – LATR; a Universidade Autónoma de Madrid; e o Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid)
- Dopagem de semicondutores com terras raras para emissão de luz visível (colaboração com o IST – LATR; a Universidade de Aveiro; o CEA Grenoble)
- Controlo da condutividade de MoO₃ por engenharia de defeitos (colaboração com o IST - LATR, IPFN, C2TN; ISOLDE/CERN; a Universidade Complutense de Madrid)

Caracterização avançada e aplicações inovadoras

- Transístores de efeito de campo baseados em óxidos 2D como o MoO₃ ou quase-2D como o Ga₂O₃ (colaboração com o IST - LATR, IPFN, C2TN; a Universidade Complutense de Madrid)
- μ-LED baseado em junções p-n em nanofios de AlN implantados com európio (colaboração com o IST – LATR; a Universidade de Aveiro; o CEA Grenoble)

INFRAESTRUTURA

Durante 2021, o INESC MN beneficiou plenamente dos 3 sistemas adquiridos e instalados em 2019 na Sala Limpa, no âmbito do programa Roteiro de Infraestruturas. Os sistemas foram utilizados em projetos de investigação e na formação avançada de estudantes e jovens engenheiros. O facto destes equipamentos serem compatíveis com a deposição e microfabricação de bolachas de 200 mm foi fundamental para a obtenção de novos contratos industriais (ver secção seguinte).

O “upgrade” das capacidades da sala limpa do INESC MN para 200 mm permitiu a realização de vários novos contratos industriais em 2021 incluindo empresas nos EUA, UK, Suécia, Portugal e Eslovénia.

SERVIÇOS E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIAS E INTERNACIONALIZAÇÃO

Serviços, Contratos e Transferência de Tecnologias

No exercício de 2021 o INESC MN prestou serviços e colaborações diversas em projetos com os seguintes parceiros:

Empresas internacionais:

- [REDACTED] (UK) - parceiro no desenvolvimento de sensores magnéticos para encoders (projeto H2020-FTI-MAG-ID). Um produto está a ser qualificado para entrar no mercado.
- [REDACTED] (China) - Microfabricação no INESC MN e INL, para produção de sensores magnéticos em bolachas de 200mm. Qualificação dos processos para produção industrial nas máquinas do INESC MN.
- [REDACTED] (EUA) – Optimização de sensores magnéticos angulares para a indústria
- [REDACTED] (UK) – Litografia e corte na serra de precisão em bolachas de 100mm
- [REDACTED] (USA) – Optimização de sensores de corrente TMR em bolachas multiprojeto
- [REDACTED] (Eslovénia) – Produção de bolachas com sensores AMR e desenvolvimento de sensores TMR para encoders
- [REDACTED] (Canada) - Contrato de acesso ao equipamento INESC MN (CNC) e instalações laboratoriais
- [REDACTED] (Alemanha) – Characterization of exchange bias TMR stacks
- [REDACTED] (Suécia) – processamento e caracterização de nanoestruturas
- [REDACTED] (China) – Sensores TMR

Empresas nacionais:

- [REDACTED] - Fabricação de microchips para montagem de fibras ópticas e PIC para fotónica

Universidades/Institutos de Investigação

- **Purdue University (USA)** – Materiais magneto-ópticos e spintrónicos para geradores de números aleatórios e computação quântica
- **IMM-ULisboa** – Microfabricação de sistemas microfluidicos para organ-on-chip.
- **IST e IST-ID (Lisboa)** – Microfabricação de estruturas e dispositivos microfluidicos
- **INL (International)** – Deposição de filmes fino
- **UNINOVA (PT)** – Microfabricação de a-Si:H

- **TU Delft (NL)** – microfabricação dos moldes e estruturas microfluidicas
- **INEB (PT)** – Deposição de filmes finos de ouro
- **FciênciasID (PT)** – Deposição de films fino de nitreto de silício
- **Institute of Physics- Beijing (China)** – **Desenvolvimento de sensors TMR de baixo ruído**

Financiamento da atividade de Projetos & Inovação:

Formação em apoio a projetos

No contexto do INESC-Brussels Hub participamos (K.Lorenz) na formação para candidaturas de bolsas ERC.

Caracterização da capacidade de I&D no INESC MN

As atividades de caracterização do INESC MN prosseguiram em 2021 no âmbito da “Task Force Funding” do INESC Brussels HUB com a identificação e levantamento de KPIs de I&D. O objetivo é manter uma lista atualizada numa base anual, de indicadores que refletem as atividades do INESC MN nas áreas de I&D incluindo equipa, publicações, participação em projetos, participação em conferências, participação em projetos entre outros.

Durante 2021 participámos nos Grupos de Trabalho do INESC Brussels HUB que tem como objetivo aumentar a visibilidade das ações do INESC nas áreas de “AgroFood and Forestry”, “Robotics and Artificial Intelligence” e “Health”. As ações de trabalho compreenderam: a identificação da capacidade do grupo INESC por meio do levantamento de projetos, publicações e tecnologias aplicadas às áreas e análise dos programas de trabalho visando uma identificação atempada de tópicos relevantes para o INESC.

Financiamento da atividade de projetos e Inovação:

Em 2021, continuámos a execução do Projeto Eurogrowth – Uma história de Inovação (ANI, Ref: 46876). Com um orçamento elegível para 2 anos no valor de € 61.376,79 e início a 1 de Abril de 2020, o projeto tem como objetivo suportar recursos humanos e ações de Networking para apoio a candidaturas a projetos europeus.

PROJETOS E COLABORAÇÕES EM 2021

Segue-se a listagem dos projetos e colaborações em curso em 2021:

Financiamento Nacional (FCT)

- **Unidade de I&D – INESC MN (UIDB/05367/2020 e UIDP/05367/2020):** INESC MN recebeu financiamento plurianual BASE e PROGRAMÁTICO como Unidade de Investigação avaliada pela FCT. Este financiamento é para o período de 2020-2023. O financiamento total em **2021** para o INESC MN foi de: **169.086 €**

- **Outros projetos nacionais (em curso ou que começaram em 2021):**

1. "Oncologia de Precisão: Terapias e Tecnologias Inovadoras" (POINT4PAC), (LISBOA-01-0145-FEDER-016405)
2. "Rede e Infraestruturas de Investigação de Micro e Nanofabricação em Portugal" (Micro&NanoFabs@PT), (Roteiro Nacional de Investigação de Interesse Estratégico - Projeto nº 22090)
3. "Imagiologia magnética de ultra-alta resolução para deteção imuno-histoquímica" (MagScopy4IHC), (LISBOA-01-0145-FEDER-031200)
4. "Sistema para Triagem de Cancro de Mama com Ondas de Rádio" (Unseen), (LISBOA-01-0145-FEDER-31416)
5. "Infeção Oculta pelo Vírus da Hepatite C em diferentes abordagens clínicas: Deteção, Caracterização e Ferramentas de Diagnóstico" (Ocidiagnose), (POCI-04-0145-FEDER-30788)
6. "Dispositivo microfluídico para magnetomistura automatizada e remota em meios líquidos iónicos (MeDICI)", (PTDC/FIS-PLA/31055/2017)
7. "Dispositivo tubulares inteligentes integrando sensores e atuadores para plataformas lab-on-chip" (Starchip), (PTDC/NAN-MAT/31688/2017)
8. "Tratamento biológico de solos: desenvolvimento de ferramentas para monitorizar a aplicação e para prever alterações nas propriedades hidro-mecânicas destes materiais" (BIOSOIL), (PTDC/ECI-EGC/32590/2017)
9. "Nano tools for rare giants: an innovative blood-based screening for prostate cancer" (InNPeC), (POCI-01-0145-FEDER-031442)
10. "Nano-engenharia de semicondutores de largo hiato utilizando feixes de iões" (NASIB), (POCI-01-0145-FEDER-028011 e LISBOA-01-0145-FEDER-029666)
11. "Microdispositivo integrado baseado em fagos para deteção múltipla de patógenos no sangue" (Phage-on-chip), (POCI-01-0145-FEDER-032442)
12. "Desenvolvimento de um biosensor eletroquímico para monitorização de contaminantes orgânicos no ambiente marinho" (Marsense), (PTDC/BTA-GES/28770/2017)
13. "Uma plataforma magnetoresistiva totalmente integrada para estratificação de pacientes com AVC" (Fim4stroke), (PTDC/MEC-URG/29561/2017)
14. "Recovery and detection of the neodymium rare earth element using a Nd-specific DNzyme in an adsorbent column and a gold nanoparticle/Quantum Dot-based platform" (DNAzyme), (PTDC/BTA-BTA/32314/2017)
15. "Desenvolvimento de sistema integrado em linha de enchimento para deteção de contaminantes em produtos alimentares" (FOODSENSE), LISBOA-01-0247-FEDER-039989
16. "As Baterias como elemento central para a sustentabilidade urbana" (BATERIAS2030) (P2020 – 46109)
17. "Chip de testagem para SARS-CoV-2" (SARSChip) FCT-projeto nº 414
18. "Sistema operacional de colheita portátil de bioaerossóis" (SOLARIS)- ANI/P2020-Covid. Realização de um coletor de aerossóis portátil para utilização em locais públicos.
19. "EuroGrowth: Uma História de Inovação" (EUROGROWTH) - ANI - Aviso 02/SAICT/2019, Refª: 46876

20. “Biochip microfluídica para deteção de biomarcadores de stress em videiras e uvas (VineSense), (PTDC/BAA-DIG/4735/2020)
21. “Transístores de efeito de campo de óxidos 2D para biosensores eficientes” (DEOFET), (PTDC/CTM-CTM/3553/2020)
22. “Integração do pré-tratamento de fluidos humanos e deteção de biomarcadores tumorais utilizando sistemas aquosos bifásicos formados por líquidos iónicos em dispositivos microfluídicos” (ILSurvive), (PTDC/EMD-TLM/3253/2020)
23. “Integração eficiente na zona de Brillouin” (BEEZEE), (EXPL/FIS-MAC/1334/2021)
24. “Electron-phonon interaction in epitaxial Ge-Si-C superlattices”, (FCT/RNCA/CPCA_A1_6525_2020)

Financiamento europeu (nome dos projetos em inglês)

1. “Novel magnetic nanostructures for medical applications”, H2020-MSCA-RISE-2016-grant 734801 (Magnamed)
2. “Integrated, low-Cost and stand-alone micro-optical system for grape maturation and vine hydric stress monitoring” (iGRAPE), H2020-ICT-2018-825521
3. “Magnetic identification” (MAGID), H2020-Innovation Action - H2020-EIC-FTI-870017
4. “Metrology for drug delivery” (MeDD II), H2020 Euramet 18HLT08 MeDD II
5. “Integration of PAPER-based Nucleic acid testing mEthods into Microfluidic devices for improved biosensing Applications” (IPANEMA), H2020-MSCA-RISE-2019- 872662
6. “Acelerando Inovação em dispositivos médicos microfabricados” (Moore4Medical), ECSEL (projeto europeu financiado pela FCT)
7. “Establishing metrology standards in microfluidic devices” (MFMET), Euramet 20NRM02

Colaborações científicas em curso

- Instituto de Bioengenharia e Biociências (IBB, IST, Universidade de Lisboa) – colaboração em biosensores, sistemas lab-on-a-chip, bioreactores, separação de produtos biológicos, aplicações biomédicas,
- IFIMUP (IN, Universidade do Porto) – caracterização de dispositivos magnetoresistivos, redes neuromórficas e memristors, MEMS com materiais magnetostritivos (desde 1990); desenvolvimento e fabricação de conjuntos de micro elérodos 3D para registos de atividade de populações neuronais in vitro;
- INL, Braga - desenvolvimento de métodos de diagnóstico molecular para biochips magnéticos; desenvolvimento de métodos de diagnóstico molecular para chips magnéticos; colaboração com o grupo de Nanodevices no desenvolvimento de métodos de diagnóstico molecular usando chips magnéticos ; estudos de irradiação de células solares CIGS.
- Instituto de Sistemas e Robótica (ISR-IST) (IST, Universidade de Lisboa) – desenvolvimento de sensores integrados para mão Robótica, incluindo tácteis (cílios artificiais) e ligações flexíveis
- Departamento de Robotica Queen Mary University, London, Reino Unido – sensores tácteis para aplicações em agro-robótica.

- Departamento de Engenharia Eletrónica, Universidade Valencia, Espanha – sensores de corrente de potência ativa integrados (desde 2003)
- Unidade Militar Laboratorial de Defesa Biológica e Química, Exército Português – quantificação de contaminações biológicas por aerossóis com microfluídica e biosensores magnéticos
- Universidade de Purdue, USA – materiais e sensores spintrónicos para deteção magneto-ótica
- Instituto Português de Qualidade, Portugal – colaboração no desenvolvimento de chip microfluídicos para definição de normas para medidas de caudal (colaboração estabelecida em 2018)
- Universidade de Bar-Ilan, Israel – desenvolvimento de novas memórias magnéticas com múltiplos estados, baseadas em nanoestruturas de junções de efeito túnel.
- TU Eindhoven – Desenvolvimento de sensores de caudal para sistemas órgão-em-chip, com sensores magnéticos e microcílios artificiais.
- Freie Univ. Berlin – materiais magnéticos para aplicações em magneto-ótica
- HZB BESSY-II Berlin – caracterização de materiais magnéticos
- iMed (Faculdade de Farmácia, Universidade de Lisboa) – cell chips para aplicações em terapêutica de cancro; sistemas de biosensores microfluídicos para monitorizar terapia de anticorpos (projeto POINT4PAC): cell-chips para investigação do mecanismo da diabetes.
- BioISI (Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa) – sistemas microfluídicos para quantificação de biomarcadores de infeção em uvas e vinhas.
- LAIST (Laboratório de Análises, Instituto Superior Técnico) – sistemas microfluídicos para deteção de bactérias e vírus para aplicações em saúde e ambiente.
- LPVO (Laboratory of Photovoltaics and Optoelectronics, University of Ljubljana, Eslovénia) – caracterização ótica de filmes finos de semicondutores e isoladores.
- SciLifeLab (Prof. Mats Nilsson, KTH, Estocolmo, Suécia) – aplicação de técnicas de amplificação isotérmica de ácidos nucleicos em sistemas microfluídicos.
- I3S (U. Porto) – desenvolvimento e caracterização de conjuntos de micro elétrodos 3D para registos de atividade de populações neuronais in vitro
- INSA (Instituto Ricardo Jorge - Centro de Estudos de Vetores e Doenças Infeciosas (CEVDI), Águas de Moura, Portugal) – plataforma POC para o diagnóstico de doenças virais (e.g. Zika, Dengue, Chikungunya); (projeto de PhD do programa AIM).
- STABVIDA (Almada, Portugal) – serviços - microspotting em equipamento automático; desenvolvimento de teste de diagnóstico molecular para Covid-19 (projeto SARSChip FCT).
- Afinomaq –desenvolvimento de um sistema microfluídico de preparação de amostra para incorporar num sistema de deteção de contaminação microbiológica em amostras alimentares em linhas de enchimento (projeto Foodsense)
- Biosense (Novi Sad, Sérvia) – Desenvolvimento de sensores magnéticos para a deteção rápida dos serotipos de Salmonella mais comuns em Portugal e Sérvia (projeto Concurso da cooperação bilateral, biénio 2020/2021).

- NRAe (Paris, França) Desenvolvimento de biochips baseados em spintrónica para a deteção de campylobacter spp. (projeto 5508/ - Concurso da cooperação bilateral, biénio 2020/2021 – Programa Pessoa, Cooperação transnacional – Acordo entre Portugal e França).
- IPFN (IST, Universidade de Lisboa) – modificação de materiais e análise com feixes de iões
- C2TN (IST, Universidade de Lisboa) – técnicas nucleares
- ISOLDE (CERN) – caracterização com sondas radioativas
- I3N (Universidade de Aveiro) – espectroscopia ótica
- Departamento Física de Materiales (Facultad de CC Fisicas, Universidad Complutense de Madrid), Espanha – crescimento de nanomateriais de óxidos e caracterização ótica
- Departamento de Física Aplicada, Universidad Autónoma de Madrid – modificação de superfícies de silício por sputtering
- Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (Consejo Superior de Investigaciones Científicas) – modificação de superfícies de silício por sputtering
- CEA Grenoble (Université Grenoble Alpes), França – crescimento epitaxial de nano estruturas de GaN e absorção de raios X
- Department of Physics (University of Helsinki), Finlândia – Simulações de Dinâmica Molecular
- Department of Materials Science and Engineering and Department of Physics, (Rensselaer Polytechnic Institute, New York), USA – Crescimento de estruturas semicondutoras com poços quânticos de InGaN
- Quantum Semiconductor LLC (EUA), identificação de ligas semicondutora de Si-Ge-C com boas propriedades ópticas (gap direto), e respectivas propriedades de transporte.
- Universidade do Algarve – desenvolvimento de sistema microfluídico para estudos de hidrogéis de origem marinha para regeneração de lesões cutâneas (colaboração estabelecida em 2020)
- Departamento de Engenharia de Processos, Faculdade de Engenharia Química, Universidade de Campinas, Brasil – colaboração no desenvolvimento de um separador microfluídico (colaboração estabelecida em 2019)
- Departamento de Engenharia Mecânica (IST, Universidade de Lisboa) – desenvolvimento de sistemas microfluídicos para estudos de dinâmica de fluidos (colaboração estabelecida em 2018)
- Associação de Microfluídica (40+ stakeholders, ex. Dolomite, Fluigent, Micronit Microfluidics) – colaboração na definição de normas ISO para a utilização e fabrico de dispositivos microfluídicos (colaboração estabelecida em 2018)
- Parceiros Europeus (IPQ, METAS, enablingMNT / Microfluidics Association, INM, NEL, VSL, CMI, CEA and ISO/ TC48/ WG3, Hahn-Schickard, Microfluidic ChipShop GmbH, IMT Masken und Teilungen AG, Bronkhorst High-Tech) - estabelecimento de protocolos para a utilização de dispositivos microfluídicos, EURAMET (colaboração estabelecida em 2019)
- Precht Group, Departamento de Ciência e Ambiente, Universidade de Roskilde – colaboração no desenvolvimento de líquidos iónicos para micromisturador magnético (colaboração estabelecida em 2018).

Formação avançada relativa à microfabricação (IST/ULisboa)**1) Técnicas de Micro e Nanofabricação (49 alunos)**

Responsáveis: Susana Freitas, Diana Leitão, Vânia Silvério

Os alunos provêm de 9 cursos diferentes do universo IST (Engenharia Física Tecnológica, Engenharia BioNano, Engenharia de Materiais, Engenharia. Biológica, são as mais representativas).

As aulas laboratoriais em ambiente de Sala Limpa tiveram várias restrições impostas aos alunos do IST pelo CoVid-19, mas ainda assim foi possível realizar 10h de treino em técnicas de microfabricação na Sala Limpa, com grande aceitação por parte dos alunos nas avaliações que fizeram à unidade curricular.

2) Teses de Doutoramento**Teses de Doutoramento em curso em 2021****(orientação ou co-orientação no INESC MN):**

1	Ana Francisca Madeira Martins	Microfluidic platforms for 3D cell culture to study prostate cancer metastasis
2	Ana Rita Sintra Soares	Integrated spintronic platforms for polymicrobial detection: clinical validation of diabetic foot infection
3	Catarina Fonseca	Unveiling new regulators of flow dependent endothelial cells' polarization
4	Catarina Lourenço Nogueira	Development of a point-of-care device for fast detection of pathogens involved in hospital acquired infections
5	Catarina Raquel Fernandes Caneira	Rapid in-field microfluidic system for diagnostics of pathogens
6	Daniela Filipa Rodrigues Pereira	Defect engineered 2D oxide field effect transistors for efficient biosensing
7	Débora Cristina Baptista de Albuquerque	Self-sufficient Point-of-care Platform for Diagnosis of Tropical Diseases
8	Dirkjan Verheij	Resistant and flexible GaN radiation sensors
9	Elsa Batista	Development of calibration methodologies for fluid dosing instruments
10	Fabian Naff	Smart Electronic Platform for Interfacing With Magneto-Resistive Sensor Arrays
11	Inês Costa Feijão Borges	Design of soil biocementation strategies using biological activity monitored with biosensors
12	Inês Raquel da Silva Iria	Microfluidic biosensor for antibody therapy management

13	João Fidalgo da Silva	Optimization of ultrathin spintronic films with reduced intrinsic noise mechanisms for the next generation of high resolution magnetic sensors
14	João José Sousa de Alencastre Ornelas Pereira	Magnetic tunnel junctions at room temperature for magnetocardiography measurements
15	João Miguel Pinto dos Santos Serra	Novel microelectrode array architectures for high precision activity recordings of 3D in vitro neuronal populations
16	Mafalda Maria Vieira Ferreira	Smart Flexible Sensing Architectures for Conformal Detection of Magnetic Fields
17	Marília Dias Silva	Novel architectures to integrate ultrasensitive sensors to detect biomedical signals
18	Pedro David Rosa Araújo	Magnetoresistive sensors with improved thermal stability
19	Pedro Gabriel Condélpes Monteiro	Advanced capillary microfluidic chips
20	Pedro Manuel Quintela Ribeiro	Artificial electronic skin based on soft multimodal sensors for robotics and medical Applications
21	Ricardo Jorge do Rosário Maçãs	Improving the security evaluation of cryptographic systems by advanced side-channel analysis using magnetic imaging sensors
22	Sara Isabel Holbeche Sequeira	Highly sensitive organic photosensor for advanced wireless light communication
23	Sofia Alexandra Cruz Abrunhosa	Multiaxial magnetoresistive sensors for high resolution magnetic imaging
24	Tatiana Vieira Arriaga	Design and Optimization of a Scalable Manufacturing Process for Bacteriophages
25	Tiago André da Glória Pestana	Thin-film silicon MEMS arrays
26	Pedro Fonseca	Nano-sensors for real-time bio-aerosol detection
27	Ruben Afonso	Electronic Platform for Magnetic Biochips
28	Cristiana Domingues	Microfluidic biochip platform for detection of stress biomarkers in vineyards
29	Francisco Matos	Advanced sensors for ultra-low magnetic field detection in 2D surfaces
30	Maria Camacho	GLOBOWARNING - Mitigation of <i>Globodera</i> spp. outbreaks in Portugal through an innovative early nano-detection system and biocontrol
31	Patrícia Alexandra Gonçalves Canané	Autonomous Microfluidic Platform for real-time detection of aerosolized <i>Bacillus anthracis</i>
32	João Ferreira Gil	Engineering self-regulating construct-microbioreactor to model the dynamic microenvironments of realistic tumors

ORGANIZAÇÃO DE SEMINÁRIOS, CONFERÊNCIAS E WORKSHOPS

1. D.Leitão: INTERMAG 2021 – virtual – ManCom member, Publicity co-chair
2. D.Leitão: Magnetism in Portugal 2021 - 14 e 15 de Setembro de 2021 – organization panel from Núcleo Português de Magnetismo (NPM)
3. S.Cardoso: IEEE-PT Engineering Day (hybrid: Porto and online) – 25 Nov.2021, Organizer and Chair
4. S.Cardoso: MNE2021 International Technical Program Committee (ITPC) - 2021.
5. V. Silvério: INESC Seminar Series 2021 (Alternando orador externo e orador interno a cada 2 semanas), organizadora

PRODUÇÃO CIENTÍFICA EM 2021

Resumo

Publicações em revistas com peritagem internacional	28
Capítulos de livros	3
Comunicações em congressos internacionais	24
Teses de Doutorado	2
Teses de Mestrado	18
Patentes	1
Outras	
- Documentos de normalização	7
- Desenvolvimento de Software e Códigos	1
Palestras convidadas	23
Outras atividades de divulgação	12
Organização de Conferências e Workshops	5

Produção científica

Revistas Internacionais com Peritagem

1. A. Miranda, T. Santos, J. Carvalho, D. Alexandre, A. Jardim, C.R.F. Caneira, V. Vaz, B. Pereira, R. Godinho, D. Brito, V. Chu, J.P. Conde, C. Cruz, "Aptamer-based approaches to detect nucleolin in prostate cancer", *Talanta* **226**, 122037 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2020.122037>
2. E.J.S. Brás, V. Chu, J.P. Conde, P. Fernandes, "Recent developments in microreactor technology for biocatalysis applications", *React. Chem. Eng.* **6**, 815-827 (2021). <https://doi.org/10.1039/D1RE00024A>
3. C. Rosa, K. Nikolaidou, V. Chu, J.P. Conde, "Label-free biosensing using thin-film amorphous silicon photodiodes integrated with microfluidics", *IEEE Sensors Journal* **21**, 15999 (2021). <https://doi.org/10.1109/JSEN.2021.3075893>
4. A. Javidanbardan, V. Chu, J.P. Conde, A.M. Azevedo, "Microchromatography integrated with impedance sensor for bioprocess optimization: experimental and numerical study of column efficiency for evaluation of scalability", *J. Chromatogr. A* **1661**, 462678 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2021.462678>
5. Lv, H., Fidalgo, J., Silva, A. V., Leitão, D. C., Kampfe, T., Langer, J., Wrona, J., Ocker, B., Freitas, P. P., Cardoso, S., Multi-Level Switching and Reversible Current Driven Domain-Wall Motion in Single CoFeB/MgO/CoFeB-Based Perpendicular Magnetic Tunnel Junctions. *Adv. Electron. Mater.* 2021, 7, 2000976. <https://doi.org/10.1002/aelm.202000976>
6. J Mouro, M Ferreira, AV Silva, DC Leitão, [Derivation of analytical expressions for the stress/strain distributions, bending plane and curvature radius in multilayer thin-film composites](#), *J.Micromechanics and Microengineering* 31 (11), 113003 (2021)
7. DA Barcelos, DC Leitão, LCJ Pereira, M Gonçalves, [What Is Driving the Growth of Inorganic Glass in Smart Materials and Opto-Electronic Devices?](#), *Materials* 14 (11), 2926 (2021)
8. Tombelli, S., Trono, C., Berneschi, S. et al. An integrated device for fast and sensitive immunosuppressant detection, *Analytical and Bioanalytical Chemistry* XXXXXX (2021), <https://doi.org/10.1007/s00216-021-03847-x>
9. J.Serra, S.Sequeira, [I. Domingos](#), [A. Paracana](#), [E.Maçôas](#), [L.V. Melo](#), [B. J. Pires](#), S.Cardoso, D.C.Leitão, H.Alves, "Organic Single Crystal Patterning Method for Micrometric Photosensors", *Advanced Functional Materials*, 2105638 (2021), <https://doi.org/10.1002/adfm.202105638>
10. M. Neto, P.Ribeiro, R.Nunes, L.Jamone, A.Bernardino, S.Cardoso, "A soft tactile sensor based on magnetics and hybrid flexible-rigid electronics", *Sensors*, 21, 5098. (2021); <https://doi.org/10.3390/s21155098>
11. M.Silva, D.C.Leitão, S.Cardoso, P.P.Freitas, "Using integrated current lines to control the operation point of highly sensitive magnetoresistive sensors", *J.Magn.Magn.Materials* 537, 168152 (2021)
12. A. Cunha; Raquel Henriques; S. Cardoso; Paulo Freitas, Carla Carvalho "Rapid and multiplex detection of nosocomial pathogens on a phage-based magnetoresistive lab-on-chip platform", *Biotechnology Bioengineering* 118, 3164–3174 (2021), <https://doi.org/10.1002/bit.27841>

13. H. Teixeira, A.C. Branco, I. Rodrigues, D. Silva, S. Cardoso, R. Colaço, A.P. Serro, C.G. Figueiredo-Pina, "Effect of albumin, urea, lysozyme and mucin on the triboactivity of Ti6Al4V/zirconia pair used in dental implants", *J Mech Behav Biomed Mater*, 118, 104451. DOI: 10.1016/j.jmbbm.2021.104451. (2021)
14. M.Carvalho, P.Ribeiro, V.Romão, S. Cardoso, "Smart fingertip sensor for food quality control: fruit maturity assessment with a magnetic device", *J.Magn.Magn.Materials*, 168116 (2021); <https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2021.168116>
15. P. Wiśniowski, Maciej Nawrocki, Jerzy Wrona, Susan Cardoso, Paulo. P. Freitas, "Bias voltage dependence of sensing characteristics in tunneling magnetoresistance sensors", *Sensors* 21 (7), 2495 (2021)
16. M. V. Ferreira, J.Mouro, M.Silva, A.V.Silva, S. Cardoso, D. C. Leitão "Bringing flexibility to giant magnetoresistive sensors directly grown onto commercial polymeric foils", *J.Magn Magn Materials* 168153 (2021)
17. M.Silva, F.Franco, D.C.Leitão, S.Cardoso, P.P.Freitas, "Two-dimensional arrays of vertically packed spin-valves with picoTesla sensitivity at room temperature", *Scientific Reports* , 11, 215 (2021); 10.1038/s41598-020-79856-0
18. F.Franco, M.Silva, S.Cardoso, P.P.Freitas, "Optimization of Asymmetric Reference Structures Through Non-Evenly Layered Synthetic Antiferromagnet for Full Bridge Magnetic Sensors Based on CoFeB/MgO/CoFeB" *Appl.Phys.Letters* 118, 072401 (2021); <https://doi.org/10.1063/5.0035048>
19. N Kılınç, S Sanduvas, M Erkovan, Platinum-Nickel Alloy thin films for low concentration hydrogen sensor application, *Journal of Alloys and Compounds*, Vol. 892, 2021, 162237, <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2021.162237>
20. M M Koç, A Dere, A Özdere, A G. Al-Sehemi, B Coşkun, A A. Al-Ghamdi, M Erkovan, F Yakuphanoglu, Optoelectronic investigation of Cu₂FeSnS₄ quaternary functional photodiodes with IR detection capabilities, *Journal of Molecular Structure*, Vol.1246, (2021), 131265, <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2021.131265>
21. S Caglar, M F Kilicaslan, A Atasoy, H Tiryaki, M Erkovan, S Hong, Effect of heat treatment on magnetic properties of nanocomposite Nd-lean Nd₇Fe₇₃B₂₀ ribbons *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 32, 2338–2345 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10854-020-04999-9>.
22. İlhan, M., Koç, M.M., Coşkun, B. M Erkovan, Cd dopant effect on structural and optoelectronic properties of TiO₂ solar detectors, *J Mater Sci: Mater Electron*, 32, 2346–2365 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10854-020-05000-3>.
23. J. Cardoso, N. Ben Sedrine, P. Jozwik, M.C. Sequeira, C. Wetzel, C. Grygiel, K. Lorenz, T. Monteiro, M.R. Correia, N. Ben Sedrine, M.C. Sequeira, C. Wetzel, C. Grygiel, K. Lorenz, T. Monteiro, P. Jozwik, M.C. Sequeira, C. Wetzel, C. Grygiel, K. Lorenz, T. Monteiro, M.R. Correia, "Exploring swift-heavy ions irradiation of InGaN/GaN multiple quantum wells for green-emitters: the use of Raman and photoluminescence to assess the irradiation effects on optical and structural properties", *J. Mater. Chem. C*, 9, 8809 (2021). <https://doi.org/10.1039/d1tc01603b>
24. E. Alves, K. Lorenz, N. Catarino, M. Peres, M. Dias, R. Mateus, L.C. Alves, V. Corregidor, N. P. Barradas, M. Fonseca, J. Cruz, A. Jesus, "An insider view of the Portuguese Ion Beam

- Laboratory", The European Physical Journal Plus **136**, 684 (2021).
<https://doi.org/10.1140/epjp/s13360-021-01629-z>
25. D. Verheij, M. Peres, S. Cardoso, L. C. Alves, E. Alves, C. Durand, J. Eymery, J. Fernandes, K. Lorenz, "Self-powered proton detectors based on GaN core-shell p-n microwires", Appl. Phys. Lett. **118**, 193501 (2021). <https://doi.org/10.1063/5.0045050>
 26. M. C. Sequeira, J-G Mattei, H. Vazquez, F. Djurabekova, K. Nordlund, I. Monnet, P. Mota-Santiago, P. Kluth, C. Grygiel, S. Zhang, E. Alves, K. Lorenz, "Unravelling the secrets of the resistance of GaN to strongly ionising radiation" COMMUNICATIONS PHYSICS **4**, 51 (2021).
<https://doi.org/10.1038/s42005-021-00550-2>
 27. S. Magalhães, J. S. Cabaço, R. Mateus, D. Nd. Faye, D. R. Pereira, M. Peres, K. Lorenz, C. Díaz-Guerra, J. P. Araújo and E. Alves, "Crystal mosaicity determined by a novel layer deconvolution Williamson-Hall method" CrystEngComm **23**, 2048 (2021).
<https://doi.org/10.1039/d0ce01669a>
 28. J. Cardoso, G. Jacopin, D. Nd. Faye, A.M. Siladie, B. Daudin, E. Alves, K. Lorenz, T. Monteiro, M.R. Correia, N. Ben Sedrine, Eu³⁺ optical activation engineering in Al_xGa_(1-x)N nanowires for red solid-state nano-emitters, Applied Materials Today **22**, 100893 (2021).
<https://doi.org/10.1016/j.apmt.2020.100893>

Comunicações em Congressos Internacionais

1. C.R.F. Caneira, R.R.G. Soares, K. Nikolaidou, M. Nilsson, N. Madaboosi, V. Chu, J.P. Conde, "Rolling circle amplification in bead-based microfluidic device with integrated photodiode for fluorescence signal detection", 2021 IEEE 34th Conference on Micro Electro Mechanical Systems (MEMS), 25-29 Jan. 2021, pp. 575-578.
<http://dx.doi.org/10.1109/MEMS51782.2021.9375458>
2. P.G.M. Condelipes, V. Chu, J.P. Conde, "Capillary-driven microfluidic device for immunoassays using hydrophilic modified PDMS", 25th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences, 10-14 October 2021, Palm Springs, CA, USA, Technical Digest, p. 929 (978-1-7334190-3-1/μTAS 2021/\$20©21CBMS-0001).
3. C. Domingues, R. Meirinho, A.M. Fortes, V. Chu, J.P. Conde, "Point-of-use single step device for early detection of vineyard infections", 25th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences, 10-14 October 2021, Palm Springs, CA, USA, Technical Digest, p. 1561 (978-1-7334190-3-1/μTAS 2021/\$20©21CBMS-0001).
4. Batista E, Sousa JA, Cardoso S, Alvares M, Martins R, Silvério V (2021) Flow measurements in a lab-on-a-chip device: metrological traceability and accuracy, Proceedings of the 20th International Metrology Congress, CIM2021, Virtual Event, Lyon, France, 07 – 09 September.
<https://www.cim2021.com/files/programmes/CIM2021-PapersAbstract-V1.pdf>
5. Batista E, Furtado A, Graham E, Lötters J, Metaxiotou Z, Silvério V, Timmerman A (2021) The Role of Metrology in Infusion Pump Emergency Practice During the COVID-19 Crisis, Proceedings of the 3rd European Congress on Medical Physics, ECMP2021, Virtual Event, Torino, Italy, 16 – 19 June. <https://www.ecmp2020.org/>

6. Mendes FR, Silvério V, Macedo AS, Fonte P (2021) Co-encapsulation of mesenchymal stem cells and insulin for wound healing, Proceedings of the nanoPT 2021 – Nanosciences and Nanotechnology International Conference, Virtual Event, Portugal, 16-17 September. <https://www.confstreaming.com/nanoPT2021/posters.php> ;
https://www.confstreaming.com/nanoPT2021/nanoPT2021_online_AbstractsBook.pdf
7. Batista E, Furtado A, Graham E, Lötters J, Metaxiotou Z, Timmerman A, Silvério V (2021) Metrological assessment of infusion pump emergency practice in times of pandemic: The COVID-19 case, European Health Management Association (EHMA) Annual Conference 2021, Virtual Event, Lisbon, Portugal, 15-17 September. <https://2021.ehmaconference.org/posters-at-ehma-2021/>
8. Ogheard F, Batista E, Silvério V, Pecnik C, Becker H, Graham E (2021) A new EURAMET EMPIR Project: establishing metrology standards in microfluidic devices, Proceedings of the 20th International Metrology Congress, CIM2021, Lyon, France, 7-9 September. <https://www.cim2021.com/files/programmes/CIM2021-PapersAbstract-V1.pdf>
9. Silvério V, Batista E, Ogheard F, Tzannis AP, Becker H (2021) Establishing metrology standards in microfluidic devices, Proceedings of the XXIII IMEKO World Congress “Measurement: sparking tomorrow’s smart revolution”, Virtual Event, Yokohama, Japan, 30 August – 3 September. <https://www.sciencedirect.com/journal/measurement-sensors/vol/18/suppl/C>
10. C.Reig, F.Pardo, J.A. Boluda, F.Vegara, M. Dolores Cubells, J.Sanchis, S.Abrunhosa, S.Cardoso, “Advanced Giant Magnetoresistance (GMR) sensors for Selective-Change Driven (SCD) circuits”, CVPR annual computer vision event, remote June 2021
11. Gianluca Milano, and the MEMQuD team, “Nanoelectrical and Nanodimensional characterization of memristive devices”, E-MRS ALTECH2021 - Analytical techniques for precise characterization of nano materials symposium (<https://www.european-mrs.com/altech-2021-analytical-techniques-precise-characterization-nano-materials-emrs>) .
12. Taimur Rabuske, Mario Silva, Diogo Brito, Joao Silva, Ana V. Silva, Sofia Abrunhosa, Pedro Ribeiro, Susana Cardoso “A Biomedical Imaging System Based on an Integrated Array of Magnetoresistive Sensors”, IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS) 2021
13. F. Dörr, C. Deger, S. Cardoso, M. Erkovan, Y. A. Shokr, P. Fumagali, Measuring interfacial Dzyaloshinskii-Moriya Interaction in Pt/Co/Pt structure dusted by Gd via Domain wall expansion, Physics of Magnetism 2021, Poznan, Poland, 2021.
14. N Kılınç, S Sanduvac, M Erkovan, “Hydrogen sensing properties of co-sputtered ultrathin platinum-nickel alloy films” E-MRS 2021 Spring Meeting, 31 May-3 June 2021.
15. D. Verheij, L. C. Alves, M. Peres, S. Cardoso, E. Alves, C. Durand, J. Eymery, J. Fernandes, K. Lorenz, “Radiation resistant sensors based on GaN core-shell p-n junction microwires for proton detection”, 17th ANM, Aveiro, Portugal, July 22-24, 2021
16. J. Cardoso, N. Ben Sedrine, M. C. Sequeira, P. Jozwik, K. Lorenz, C. Wetzel, C. Grygiel, T. Monteiro, M. R. Correia, “Optical properties of InGaN/GaN multiple quantum wells irradiated with swift-heavy ions”, 17th ANM, Aveiro, Portugal, July 22-24, 2021

17. D. R. Pereira, J. M. Correia, C. Díaz-Guerra, M. Peres, S. Magalhães, E. Alves, J. G. Correia, S. Cardoso, P. P. Freitas, K. Lorenz, "Electrical and structural properties of O-implanted orthorhombic MoO₃ crystals", 15th EXMATEC Bristol, UK, June 14-17, 2021 – Virtual Conference.
18. M. Peres, D. Esteves, D. Pereira, N. Catarino, N. Ben Sedrine, B.M.S. Teixeira, L.C. Alves, E. Alves, Z. Jia, W. Mu, N. A. Sobolev, M. R. Correia, T. Monteiro, S. Cardoso, P. Freitas, K. Lorenz, "Effects of Proton Irradiation on Ga₂O₃ and h-BN nanoflakes", 15th EXMATEC Bristol, UK, June 14-17, 2021 – Virtual Conference.
19. D. R. Pereira, S. Magalhães, C. Díaz-Guerra, M. Peres, J. G. Correia, J. G. Marques, A. G. Silva, E. Alves, S. Cardoso, P. P. Freitas, K. Lorenz, "Oxygen Ion- beam induced effects on electrical and structural properties of MoO₃ lamellar crystals", Spring Meeting of the European Materials Research Society (E-MRS), Symposium L: New developments in the modelling and analysis of radiation damage in materials II, Strasbourg, France, May 31-June 3, 2021 – Virtual Conference. - Young Researcher Award
20. M.C. Sequeira, F. Djurabekova, K. Nordlund, I. Monnet, C. Grygiel, P. Mota-Santiago, P. Kluth, C. Trautmann, E. Alves, K. Lorenz "Combining experimental and simulated ion beam analysis to study irradiation damage in GaN", Spring Meeting of the European Materials Research Society (E-MRS), Symposium L: New developments in the modelling and analysis of radiation damage in materials II, Strasbourg, France, May 31-June 3, 2021 – Virtual Conference.
21. D. M. Esteves, M. Peres, B. M. S. Teixeira, L. C. Alves, E. Alves, Zhitai Jia, Wenxiang Mu, N. A. Sobolev, M. R. Correia, T. Monteiro, N. Ben Sedrine, K. Lorenz, "Iono and Photoluminescence study of β -Ga₂O₃ doped with Cr: the role of the irradiation defects", Spring Meeting of the European Materials Research Society (E-MRS), Symposium J: Defect-induced effects in nanomaterials, Strasbourg, France, May 31-June 3, 2021 – Virtual Conference.
22. D. Verheij, M. Peres, S. Cardoso, L.C. Alves, E. Alves, C. Durand, J. Eymery, J. Fernandes, K. Lorenz, "Analysis of single GaN core-shell p-n junction microwires by ion beam induced current measurements" - Spring Meeting of the European Materials Research Society (E-MRS), Symposium J: Defect-induced effects in nanomaterials, Strasbourg, France, May 31-June 3, 2021 – Virtual Conference - Young Researcher Award
23. J. Cardoso, N. Ben Sedrine, M. C. Sequeira, P. Jozwik, M. S. Relvas, C. Wetzel, C. Grygiel, K. Lorenz, T. Monteiro, M. R. Correia, "The effects of swift-heavy ions on the luminescence of group III nitride structures", Spring Meeting of the European Materials Research Society (E-MRS), Symposium J: Defect-induced effects in nanomaterials, Strasbourg, France, May 31-June 3, 2021 – Virtual Conference.
24. J. Zandoni, D. M. Esteves, N. Ben Sedrine, M. Batista, B. M. S. Teixeira, L. F. M. Rino, Costa, S. O. Pereira, J. Zia, W. Mu, L. C. Alves, E. Alves, N. Sobolev, K. Lorenz, M. R. Correia, M. Peres, J. Rodrigues, T. Monteiro, "Spectroscopic studies on doped and proton irradiated β -Ga₂O₃", 2nd International Workshop on Advanced Magnetic Oxides, IWAMO 2021, Aveiro, Portugal, 24-26 November, 2021

Capítulos de livros

1. S.A.M. Martins, D.M.F. Prazeres, V. Chu, J.P. Conde, “Monitoring intracellular calcium in response to GPCR activation: comparison between microtiter plates and microfluidic assays”, in “G-Protein Coupled Receptor Screening Assays: Methods and Protocols”, Methods in Molecular Biology, vol. 2268, S.A.M. Martins and D.M.F. Prazeres (eds.), Springer Science+Business Media, LLC, part of Springer Nature 2021. https://doi.org/10.1007/978-1-0716-1221-7_19
2. Silvério V, Cardoso S (2021) Lab-on-a-chip: systems integration at the microscale, in Chappel E (Ed), Drug Delivery Devices and Therapeutic systems, Elsevier Science, DOI: 10.1016/B978-0-12-819838-4.00020-1
3. Cardoso S, Silvério V (2021) Introduction to microfabrication techniques for microfluidics devices, in Chappel E (Ed), Drug Delivery Devices and Therapeutic systems, Elsevier Science, DOI: 10.1016/B978-0-12-819838-4.00026-2

Teses defendidas em 2021

PhD

1. **Diogo Caetano** “Integrated Circuits for Driving and Precise Reading of Integrated Resistive Sensors” PhD degree in Electrical Engineering by the Instituto Superior Técnico Lisbon (defense March 2021)- funded by the AIM doctoral program (advisor: Jorge Fernandes INESC-ID, co-advisor: Susana Cardoso)
2. **Miguel Sérgio de Abreu Neto** – Program PhD within MIT-Portugal, by the Instituto Superior Técnico Lisbon (Defense July 2021, advisor: Susana Cardoso)

Mestrado

1. **Rui Meirinho**, Mestrado em Engenharia Biológica, “Detection of Phytohormones for Early Identification of Vineyard Abiotic and Biotic Stress Factors”
2. **Sofia Relvas**, Mestrado em Engenharia Biomédica, “Microfluidic cell-chip for an in vitro hepatic disease model” (co-advised by Joana Miranda, FFUL).
3. **Rodolfo Rodrigues**, Mestrado em Bioengenharia e Nanossistemas, “New materials for microfluidic biochips: thermoplastic COC”
4. **Rafaela Rosa**, Mestrado em Engenharia Biomédica, “Development of a microfluidic rolling circle amplification module for bacterial detection” (co-advised by Ricardo Santos, LAIST)
5. **Filipa Flora**, Mestrado em Engenharia Biomédica, “Detection of Cancer Biomarkers from an Ionic-Liquid System using a Microfluidic Device” (co-advised by Mara Freire, Universidade de Aveiro)
6. **Anna Vanheusden**, Mestrado em Engenharia Industrial, Universidade de Hasselt, Bélgica, “Electronic characterization of thin-film silicon MEMS”
7. **Cristina Marta Caires Batista Rosa**, Mestrado em Engenharia Física Tecnológica, “Integrated UV sensors in microfluidics for biosensing”.

8. **Filipa Ferreira**, Mestrado em Engenharia Biológica, “Impedance monitoring of cell cultures in real time in a biochip using integrated microelectrodes”.
9. **Alberto Nicolicea** – “Development of a Magnetic Camera for Barcode and QR Magnetic Identification Tag Readout”, Master degree in Physics Engineering by the Instituto Superior Técnico Lisbon (Dec. 2021) advisor: Susana Cardoso
10. **Nuno Lopes** “Towards a distributed magnetic tactile sensor network for flexible skin”, Master degree in Physics Engineering by the Instituto Superior Técnico Lisbon (Nov. 2021) (co-advisor: Alexandre Bernardino) advisor: Susana Cardoso
11. **Mathieu Correia** – “3D Coil Setup as a tool for MR sensor characterization”, Master degree in BioEngineering and Nanosystems Engineering by the Instituto Superior Técnico Lisbon (Nov 2021) advisor: Susana Cardoso
12. **Jorge Pereira** (Bionano) – “Smart systems integration combining technologies in 3D architectures” Master degree in BioEngineering and Nanosystems Engineering by the Instituto Superior Técnico Lisbon (Nov 2021) advisor: Susana Cardoso
13. **Guilherme Brites** – “Magnetoresistive Sensors for Industrial Positioning Applications”, Master degree in Physics Engineering by the Instituto Superior Técnico Lisbon (Nov. 2021) advisor: Susana Cardoso
14. **Beatriz Cavaleiro de Ferreira** – “Desenvolvimento de sistema de controlo para impressão de microcontactos”, Master degree in Mechanical Engineering by the Instituto Superior Técnico Lisbon (2021) – co-advisor Miguel Botto advisor: Susana Cardoso
15. **Francisco Soares de Matos**– “A multipurpose node-based software for simulation and reconstruction of 2D magnetic surfaces”, Master degree in Physics Engineering by the Instituto Superior Técnico Lisbon (2021)– co-advisor: Ana Silva advisor: Susana Cardoso
16. **Daniel Sousa** - “Sensor Qualification In An Industrial Environment Using A Convolutional Neural Network”, Master degree in Physics Engineering by the Instituto Superior Técnico Lisbon (2021) advisor: Susana Cardoso
17. **Davide Carta** “Development of a microfluidic sample preparation system for bacteria magnetic labelling and capture in clinical samples”, Master degree in BioEngineering and Nanosystems Engineering by the Instituto Superior Técnico Lisbon (Jan 2021) co-advisor Verónica Romão advisor: Susana Cardoso.
18. **Duarte Magalhães Esteves**, Mestrado em Engenharia Física Tecnológica, “Cr-doped γ -Ga₂O₃ for radiation detection”.

Patentes

1. Patent PCT/GB2021/051888 patent submitted July 2021, Ian Gibb, Sofia Abrunhosa, Susana Cardoso, A Magnetic Pattern Recognition Sensor

Outra produção científica:

Normalização

1. SR ISO 10991 Micro process engineering – Vocabulary

2. NWIP ISO/TS 6417 Microfluidic pumps – Symbols and performance communication
3. ISO/DIS 22916 Microfluidic devices – Interoperability requirements for dimensions, connections and initial device classification
4. ISO/FDIS 22916 Microfluidic devices – Interoperability requirements for dimensions connections and initial device classification
5. ISO/AWI 10991 Micro process engineering – Vocabulary (prEN ISO 10991rev)
6. ISO/TS AWI 6417 Microfluidic pumps – Symbols and performance communication
7. ISO/NP 10991 Microfluidics—Vocabulary

Desenvolvimento de software e código

1. Release as open-source of a modern version of the pseudopotential generation code:
<https://github.com/jlm785/pseudopotential>

Palestras Convidadas

1. João Pedro Conde, March 17 and 18, seminars at the Faculty of Pharmacy of the University of Lisbon, “Lab-on-Chip for Biological Applications”
2. João Pedro Conde, May 6, communication to the Academia das Ciências de Lisboa, Classe de Ciências “Um laboratório químico e biológico numa chip – dos conceitos às aplicações”
3. João Pedro Conde, May 17, invited lecture in the Faculty of Medicine of the University of Lisbon, “Micro e nanofabricação em biomedicina”
4. Diana C Leitão Invited Seminar at University of Glasgow, 12th February 2021 “Tailoring materials and architectures for high performance spintronic nanodevices”
5. Susana Cardoso invited at [Magnetism and Spintronics Symposium](#) , SMS-2021@NISER, November 25 - 27, 2021 (online)
6. Susana Cardoso invited at IEEE Advances in Magnetism June 13-16, 2021 (Italy) "Strategies for biometric parameter readout using magnetic fields"
7. Susana Cardoso invited at Webinar "Spintronics - Next-Generation Nanoelectronic Technology" – organized by the UKRI-funded eFutures' Network, 11 March 2021
8. Susana Cardoso invited as KEYNOTE Lecture - COE2020 – Conference Sept 28-30, Krakow 2021
9. Sofia Abrunhosa invited to Magnetism in Portugal 2021, 14-15 September 2021, "Magnetic Sensors for Ink Pattern Detection"
10. Daniela Pereira, November 9, VÁCUO 2021 SOPORVAC Workshop “Electrical and structural changes induced by ion implantation in MoO₃ lamellar crystals”
11. Katharina Lorenz, September 12-16, Applied Nuclear Physics Conference, ANPC2021, Prague, Czech Republic, “Ion implantation and radiation effects in group-III nitride semiconductors”

12. Katharina Lorenz, September 5-10, Particles and Nuclei International Conference, PANIC2021, Lisbon, Portugal, virtual presentation, "Ion beams for the development of radiation resistant semiconductors"
13. Katharina Lorenz, May 31-June 3, Virtual Spring Meeting of the European Materials Research Society (E-MRS), Symposium L: New developments in the modelling and analysis of radiation damage in materials II, Strasbourg, France, virtual presentation, "Radiation effects in wide bandgap semiconductors"
14. Katharina Lorenz, August 23-27, 25th International Conference on Ion-Surface Interactions ISI-2021, Yaroslavl, Russia, virtual presentation, "Radiation sensors based on GaN microwires"
15. Katharina Lorenz, January 21-22, EMIRUM 2021, Webinar @ EMIR Users' Meeting Polytechnique Palaiseau, France, "Ion Implantation and Radiation Effects in Gallium Nitride"
16. Katharina Lorenz, June 17, Webinar @ the research network GraFOx, Berlin, Germany, "Ion beam modification of β -Ga₂O₃"
17. Katharina Lorenz, April 28-30, Virtual Spring School on Ion Beam Modification of Materials of the European project RADIATE, Instituto Superior Técnico, "Tailoring material properties by ion implantation"
18. Silvério V (24 November 2021) Microfluidics: Splendiferous Microlabs for Biomedical and Biophysics Applications. Ciclo de Seminários MEBB, FCUL, Lisbon, Portugal
19. Silvério V (30 September 2021) Magnetic nanoparticles in microfluidics detection and manipulation, University of Navarra
20. Silvério V (20 May 2021) Measurement for Health – the role of Metrology on Microfluidics and Organ-on-a-Chip. World Metrology Day 2021 – Measurement for Health, Portuguese Institute for Quality, IPQ, Virtual event
21. Silvério V (18 March 2021) Advancing Microfluidics with Magnetism and Magnetic Materials. Early-Career EMA e-seminar, The European Magnetism Association, Virtual event
22. Silvério V (12 March 2021) Laboratory miniaturization hand in hand with Microfabrication and Nanotechnology – systems integration at the microscale. 2nd Annual MarketsandMarkets Virtual Event on Infectious Disease Diagnostics and Point-Of-Care Testing, Virtual event
23. Silvério V (27 January 2021) Experiência enquanto participante nos projetos EMPIR da EURAMET. Call 2021 European Partnership on Metrology, Instituto Português da Qualidade, Virtual event

Outras atividades de divulgação:

1. João Pedro Conde, November 30, participation in the round table "Advancing digital health through academia-industry collaborations", in the framework of the 5ª Conferência Anual da redeSAÚDE da Universidade de Lisboa, "A Health Research Agenda towards 2030".
2. INESC-MN booth in "Festival de Ciência – Oeiras Outubro 2021"

3. INESC MN participation in Semana da Física 2021, organized by Núcleo de Física do Instituto Superior Técnico (NFIST), May 2021
4. Susana Cardoso interview for the H-Magazine (INESC-Hub) Agosto 2021
5. Susana Cardoso participation in Science Business Podcast third episode, discussing “how Deep Tech accelerates the uptake by industry of innovative solutions in the context of the ICT and IoT” (worldwide audience of @ 25,000 R&I professionals, and through various mainstream content channels – Apple, Spotify, Google, iTunes, etc)
6. Susana Cardoso Moderator: Podcast: “SMART MEDICAL DEVICES”(<https://pod.co/the-insider/smart-medical-devices>), INESC-Hub – 19 Feb 2021
7. Susana Cardoso in “Explica-me como se tivesse 5 anos” – 23 January 2021, moderated by Inst Superior Técnico, with an audience of over 4000 people, Utube.
8. Susana Cardoso- "Engenharia nas Escolas de Oeiras" – “Ficção ou realidade?” Online, 28 April 2021
9. Dirkjan Verheij, Daniela Pereira, Marco Peres, Duarte Esteves, October 30, Young Minds' Movie Night in the National Museum of Natural History and Science in Lisbon - "Back to the Future I". Outreach activity organized by the Young Minds section Lisbon with support by the European Physical Society and the Portuguese Physical Society <https://www.facebook.com/EPSThinkersLisbon/>.
10. Diogo Caetano, September 9th, presented at the Pitch Me Up Session in Nanomed Europe the work entitled “Bactometer – A Magnetic Tool for Rapid Detection of Highly Infectious Bacteria”, a session focused on highlighting innovative research project in Nanomedicine that are currently in translation to clinic/market.
11. Diogo Caetano, 9th of December, presented in the HiSeedTech Meeting 2021, Vila Nova de Gaia, the results from the formative program HiEngine, to the HiSeedTech board of advisors, based on “Magnetic Platforms for Multiresistant Bacteria Detection” developed at INESC MN.
12. INESC MN activities in the INESC Brussels HUB – Virginia Chu, POB and WG Agro Food; Susana Cardoso, WG AI and Robotics; Diogo Caetano, WG Health Technologies, Paulo Freitas, Management Committee.

Organização de Conferências, Workshops, Seminários

1. D.Leitão: INTERMAG 2021 – virtual – ManCom member, Publicity co-chair
2. D.Leitão: Magnetism in Portugal 2021 - 14 e 15 de Setembro de 2021 – organization panel from Núcleo Português de Magnetismo (NPM)
3. S.Cardoso: IEEE-PT Engineering Day (hybrid: Porto and online) – 25 Nov.2021, Organizer and Chair

4. S.Cardoso: MNE2021 International Technical Program Committee (ITPC) - 2021.
5. INESC Seminar Series 2021 (Alternating external speaker and internal speaker every 2 weeks), organizer: Vânia Silvério