

RELATÓRIO DE ATIVIDADES

2025



INESC MN - MICROSISTEMAS E NANOTECNOLOGIAS

Rua Alves Redol 9,
1000-029 Lisboa - Portugal

Edifício Tecnologia I – Núcleo 1.1
Av. Prof. Cavaco Silva, 14
2740-257 Oeiras - Portugal

Índice

1	Resumo Executivo	2
1.1	Missão e Objetivos Estratégicos	2
1.2	Estrutura e Governança	2
1.3	KPI (Indicadores-chave de desempenho)	3
1.4	Principais Resultados transversais	5
1.5	Ecosistema INESC	6
2	Execução financeira	7
2.1	Rendimentos	7
2.2	Gastos	8
2.3	Resultados.....	9
2.4	Investimento	10
3	Impacto científico e tecnológico.....	11
3.1	Destaques.....	11
3.1.1	Micromaquinação de sistemas de suporte para chips fotónicos	11
3.1.2	Sensores tácteis magnéticos	11
3.1.3	Meta-ótica para altas energias	12
3.1.4	Sistema microfluídico capilar reutilizável para medição de biomarcadores em saúde, agricultura e ambiente.....	13
3.1.5	Sistemas Ciberfísicos Inteligentes para Detecção Automatizada de Patógenos Multirresistentes e Diagnóstico Fúngico "On-Chip"	14
3.1.6	Arquitetura de Monitorização de Corrente "Contactless" e Auto-Suficiente baseada em Sensores TMR e Colheita de Energia Indutiva	16
3.1.7	Etiquetas RFID têxteis (Projeto Lusitano)	17
3.1.8	Nanomembranas flexíveis de β -Ga ₂ O ₃ produzidas por implantação iónica	18
3.2	Novos projetos	19
3.3	Contratos industriais e transferência de tecnologia	19
3.4	Formação avançada	20
4	Infraestrutura e Sala Limpa.....	21
5	Recursos Humanos.....	23
6	ANEXOS	24
6.1	ANEXO 1 - Relatório de Atividades dos Grupos	24
6.2	ANNEX II - Produção científica em 2025	38

1 Resumo Executivo

1.1 Missão e Objetivos Estratégicos

O INESC MN assume como missão central o desenvolvimento de tecnologias-chave em microsistemas e nanotecnologias. Consolidado como uma referência internacional em sensores magnetoresistivos, a unidade de investigação expandiu a sua excelência para áreas críticas como biosensores, sistemas microfluídicos e, mais recentemente, dispositivos nanofotónicos e metamateriais óticos.

Os objetivos estratégicos para 2025 foram em grande parte relacionados com a execução atempada dos projetos PRR e CTI, o início de um projeto ERC que alavancou a atividade de um novo grupo, o início da construção das novas instalações do INESC MN no Taguspark, e o reforço dos contratos industriais. Continuou o esforço para alargarmos a participação em projetos europeus, e reforçar a participação em redes de infraestruturas de micro e nanofabricação.

1.2 Estrutura e Governança

O INESC MN possui uma estrutura que lhe permite abranger uma ampla gama de TRLs, desde a investigação e desenvolvimento de TRL mais baixo na sua Unidade de Investigação até ao TRL mais elevado, com vista à transferência de tecnologia e comercialização no CTI. Esta estrutura é apresentada na Figura 1. Durante o ano de 2025, com a entrada em funcionamento das instalações do Taguspark, a autonomização das atividades do CTI em relação às atividades da Unidade de Investigação foi acelerada.



Figura 1

A organização do INESC MN é apresentada com mais detalhes no organograma da Figura 2.

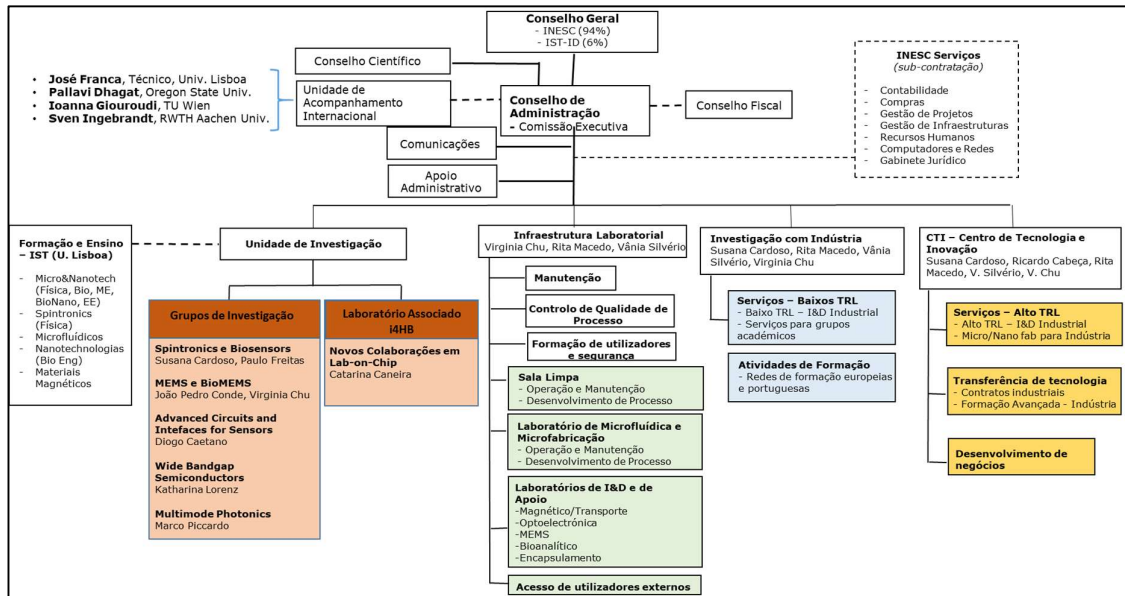


Figura 2

1.3 KPI (Indicadores-chave de desempenho)

Esta seção apresenta uma visão geral concisa do desempenho e posicionamento estratégico do INESC MN durante 2025. Destaca indicadores-chave em termos de excelência na investigação, financiamento competitivo, envolvimento da indústria e sustentabilidade financeira.

Excelência Científica

Os principais indicadores da unidade de investigação INESC MN estão resumidos na Figura 3. O INESC MN aumentou significativamente a sua produção científica em relação ao ano anterior, para 49 publicações em revistas internacionais com revisão por pares, sendo ~ 70% delas em revistas de alto impacto (1.º quartil).

Durante o ano de 2025, decorreram 19 projetos nacionais e 8 projetos europeus, com um orçamento total de cerca de 2,0 M€. Entre os projetos europeu salientamos um projeto ERC iniciado em 2025 e um projeto Pathfinder Open iniciado em 2024. Entre os projetos nacionais, o INESC MN tinha seis projetos PRR em andamento e um projeto CTI em andamento em 2025 (o CTI será abordado à parte)

Na formação avançada, foram concluídas 7 teses de doutoramento em 2025, bem como 21 teses de mestrado. Em 2025, o INESC MN tinha 17 estudantes de doutoramento.

Excelência Científica



Figura 3

Transferência de Tecnologia e Inovação

Esta secção apresenta os indicadores de desempenho do CTI relativos à transferência de tecnologia e inovação durante o ano de 2025. Os dados em Figura 4 revelam um crescimento financeiro significativo, com um aumento de 27% nas receitas provenientes de contratos industriais em comparação com o ano anterior. A atividade do CTI gerou receitas de cerca de 1,2 M€. A vertente da propriedade intelectual é realçada através de vários pedidos de patentes internacionais, abrangendo jurisdições na Europa e nos Estados Unidos. Adicionalmente, o CTI está a enquadrar a criação de novas empresas, como spin-offs e startups, e a participação em iniciativas de empreendedorismo. Esta em curso o enquadramento de uma startup na área dos biosensores.

TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA E INOVAÇÃO – INDICADORES 2025

Parcerias Industriais | Propriedade Intelectual | Inovação

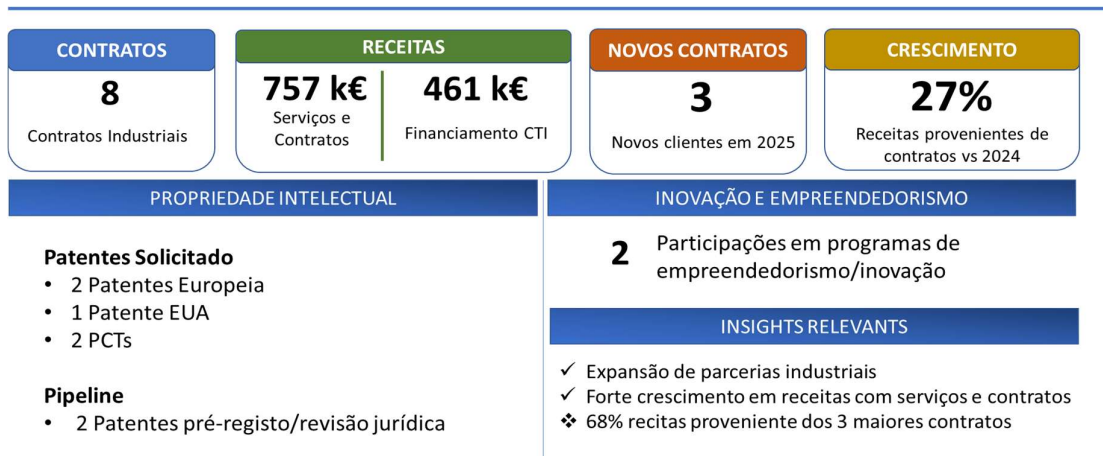


Figura 4

Execução Financeira e Sustentabilidade

A Tabela 1 apresenta os indicadores-chave de desempenho financeiro para o ano de 2025. A análise revela que as receitas totais, estimadas em cerca de 3,73 M€ provêm de financiamento público nacional (1,88 M€), de fundos europeus (0,59 M€), contratos industriais (0,76 M€) e subsídios ao investimento provenientes de financiamento de projetos nacionais e europeus (0,50 M€). O montante de proveitos é semelhante ao obtido em 2024. O relatório projeta uma margem líquida positiva, onde aumentam os projetos Europeus e proveitos de contratos industriais, compensando um decréscimo na contribuição pública nacional. No ano de 2025 continuou o investimento iniciado já em 2024 para a aquisição de novos equipamentos de processo e caracterização, bem como para a reposição de alguns sistemas já obsoletos, e para a realização da sala limpa no TagusPark. O investimento total realizado em 2025 foi de cerca de 1,1 M€.

Execução financeira 2025	KPI (k€)
Financiamento público nacional	1 878
Financiamento da UE e internacional	594
Contratos industriais e serviços	757
Outros Rendimentos	503
Rendimentos Totais	3 731
Gastos Totais	3 686
Margem Total	46
Investimento em equipamentos (€) - TOTAL	1 114
Equipamentos	871
Edifício e Infraestrutura	243

Tabela 1

1.4 Principais Resultados transversais

Salientam-se agora alguns dos principais resultados alcançados em 2025.

- Projeto e início da construção da nova **sala limpa do INESC MN no Taguspark**. A construção iniciou-se a 14 de julho de 2025, com a entrada em obra pela VWR para executar o projeto previamente aprovado. O total de investimentos adjudicado no concurso foi 648.952 €, tendo sido reforçado em agosto de 2025 com mais 44 k€. No final de 2025 estava concluída a obra física (sala limpa, condutas, UTAS, “chiller”, sistema de água de arrefecimento, e ar comprimido), estando prevista a entrada em pleno funcionamento para março de 2026.
- Através de uma combinação de projetos PRR, da Unidade de Investigação (**UI/PRR e EQUIPAR 2+**), e de autofinanciamento, o INESC MN garantiu investimentos significativos em equipamentos para as salas limpas e laboratórios do INESC MN e do Taguspark. Foi assegurado um total de cerca de 1,1 M€ em 2025.
- Instalação do Laboratório de Packaging no Taguspark, com capacidade para integração de chips, com Wire Bonding, Solder Paste Bonding & Ball Grid Bonding.

- Obtenção de uma **ERC Starting Grant** atribuída a **Marco Piccardo**, líder do grupo Multimode Photonics do INESC MN, sobre o tema Metasurfaces e a sua aplicação à fotónica multimodo. Este projeto concede um financiamento de 1,5 M€ por um período de 5 anos.
- A Unidade de Investigação do INESC MN teve uma avaliação de Muito Bom pela FCT para o quinquénio 2026-2030.
- Participação em várias iniciativas do CHIP-JU, integrando o consórcio português Centro de Competência em Semicondutores, POEMS, assim como a integração na [-European Chips Skills Academy](#) do [ECS Alliance](#).
- Participação do INESC MN (S. Cardoso) no conselho executivo do CTI Alliance.
- Eleição de Susana Cardoso para Vice Presidente da Associação Europeia de Magnetismo.
- Integração ativa em redes de infraestruturas em Micro e Nanotecnologias, como a NFFA-Europe, RIANA e EuroNanoLabs.

1.5 Ecossistema INESC

Como parte do grupo INESC, o INESC MN beneficia de sinergias com os seus institutos parceiros. O INESC MN, juntamente com o INESC ID e o INOV, forma o INESC Lisboa (INESC LX), que coordena interesses comuns e iniciativas estratégicas partilhadas pelos três institutos INESC em Lisboa.

Em 2025, o INESC LX coordenou a preparação e apresentação das candidaturas separadas dos três institutos ao Selo de Excelência da UE em Recursos Humanos (ver Secção 5), garantindo o alinhamento dos procedimentos, documentação e objetivos estratégicos.

O INESC MN é também membro do INESC Brussels HUB, juntamente com os outros quatro institutos INESC sediados em Lisboa, assim como os institutos sediados no Porto e Coimbra. O INESC Brussels HUB reforçou significativamente a visibilidade e o posicionamento dos institutos INESC a nível europeu.

2 Execução financeira

2.1 Rendimentos

No ano de 2025 o INESC MN atingiu um volume de rendimentos de 3,73 M€, idêntico ao do ano transato.

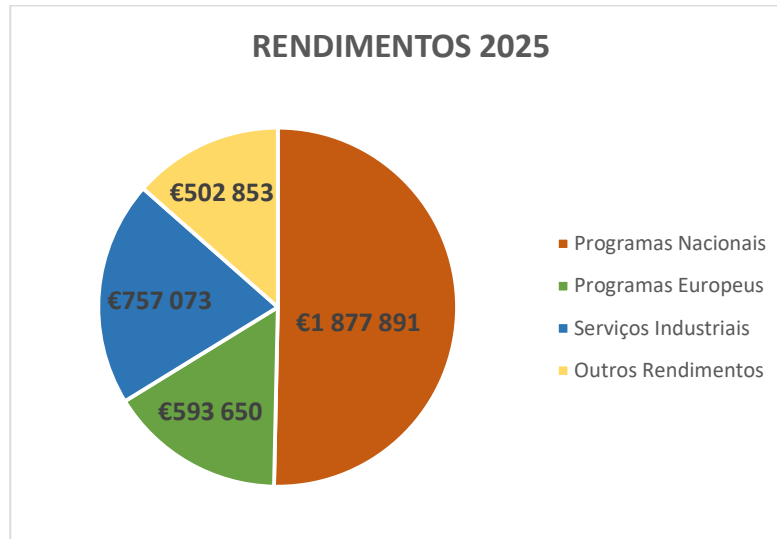


Figura 5

Cerca de 50% do total de rendimentos é de origem pública e nacional (1,88 M€), evidenciando, mesmo assim, um decréscimo de 15% face ao ano transato. Nesta rubrica merece destaque a execução dos projetos PRR, no montante de 986 k€ e da Missão Interface CTI, no montante de 461 k€. De registar também o montante de financiamento plurianual da Unidade de Investigação pela FCT, que se cifrou em 186 k€.

Os financiamentos de programas europeus atingiram 0,59 M€, tendo registado um acréscimo de 41% face ao ano anterior, pesando 16% do total de rendimentos.

Os contratos com clientes industriais registaram um acréscimo assinalável, da ordem de 27%, atingindo 0,76 M€, contribuindo com 21% do total de rendimentos.

Os restantes rendimentos, 0,5 M€ correspondem na sua maior parte a subsídio ao investimento.

A Figura 6 mostra a evolução dos rendimentos nos últimos três anos:

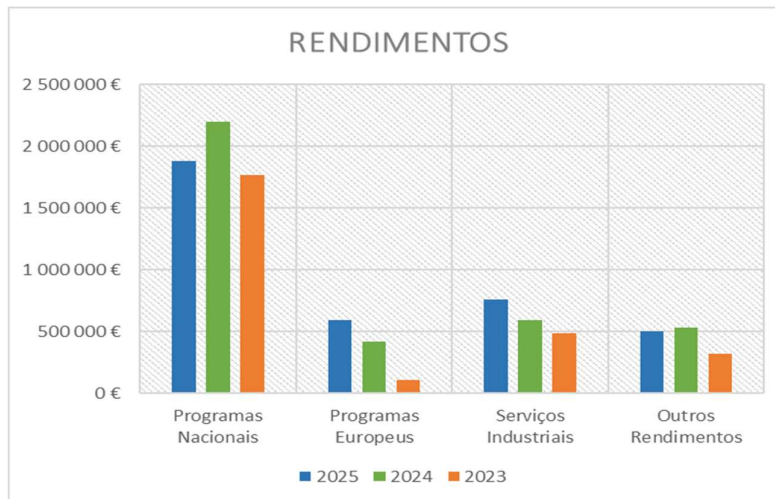


Figura 6

2.2 Gastos

Os Gastos em 2025 atingiram um valor de 3,69 M€, também um valor idêntico ao do ano transato.

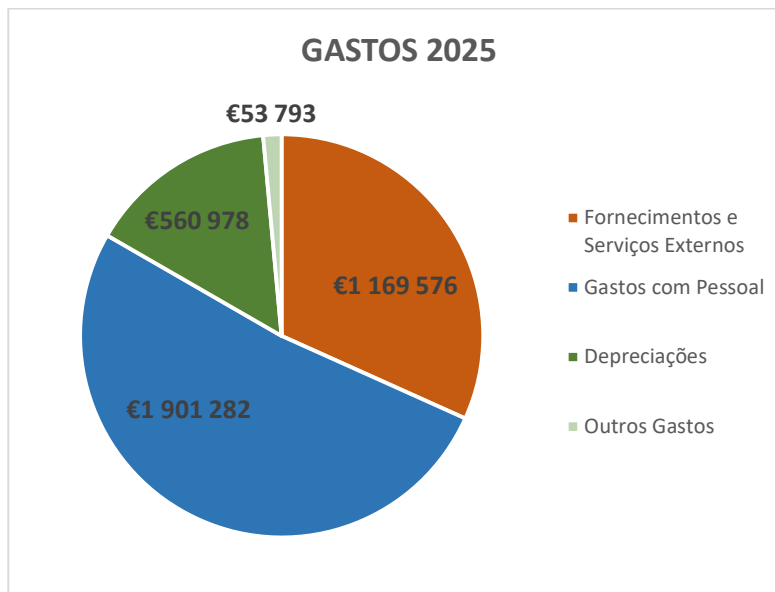


Figura 7

Os fornecimentos e serviços externos cresceram 9% face ao ano transato, cifrando-se em 1,17 M€, e representando 32% do total de gastos. Inclui-se aqui parte da renda das instalações no TagusPark.

Os gastos com o pessoal cresceram 8% para 1,9 M€, atingindo 52% do total de gastos.

As depreciações de equipamentos de 0,56 M€ representam 15% do total de gastos, registando um aumento de 3% face ao ano anterior.

Os restantes gastos, provenientes de rubricas não operacionais, registaram um decréscimo de 83%, cifrando-se em 54 k€, principalmente por não ter havido necessidade de reforçar as provisões

constituídas no ano anterior para fazer face aos riscos inerentes à análise pelas agências de financiamento da elegibilidade das despesas executadas.

A figura 8 mostra a evolução dos gastos nos últimos três anos:

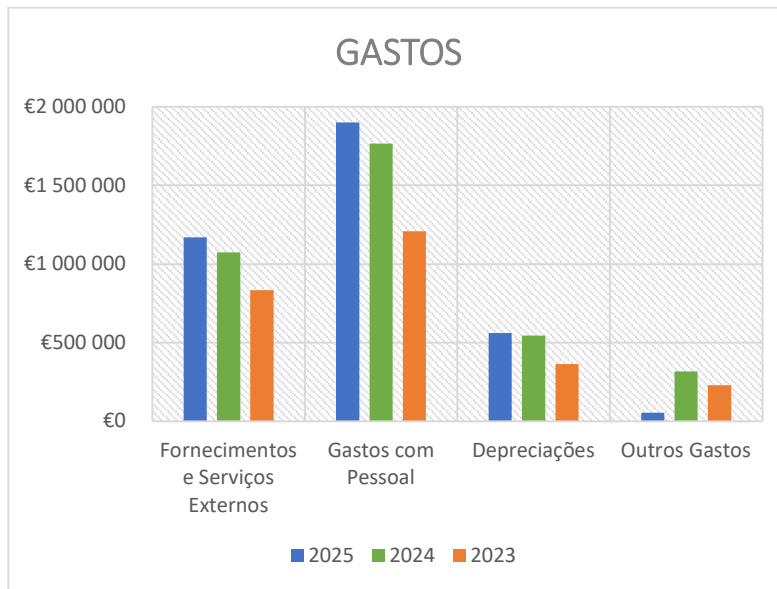


Figura 8

2.3 Resultados

Como consequência dos valores de rendimentos e de gastos idênticos aos do ano anterior, como explicado, a Margem total em 2025 foi de 46 k€, o que representa um decréscimo de 2 k€ face a 2024.

A figura 9 mostra a evolução da margem total nos últimos três anos:

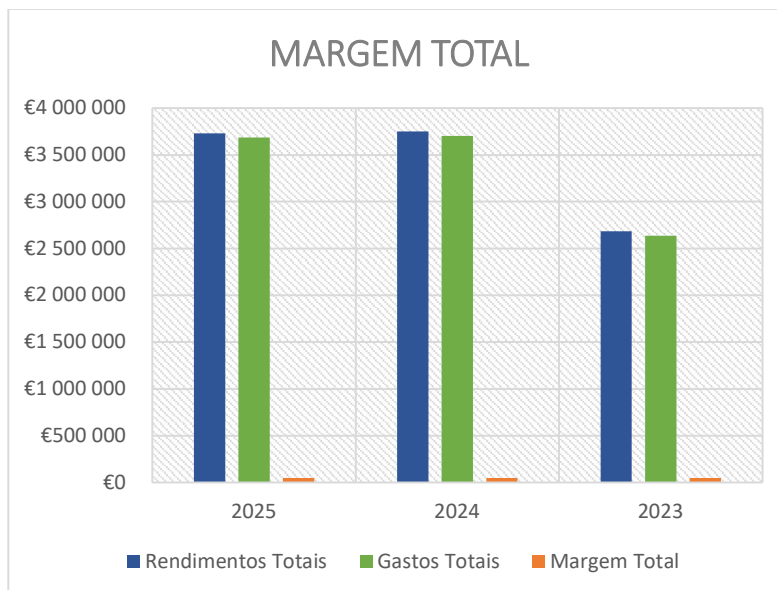


Figura 9

2.4 Investimento

Em 2025 o investimento foi de 1,11 M€, com um crescimento de 8% face a 2024.

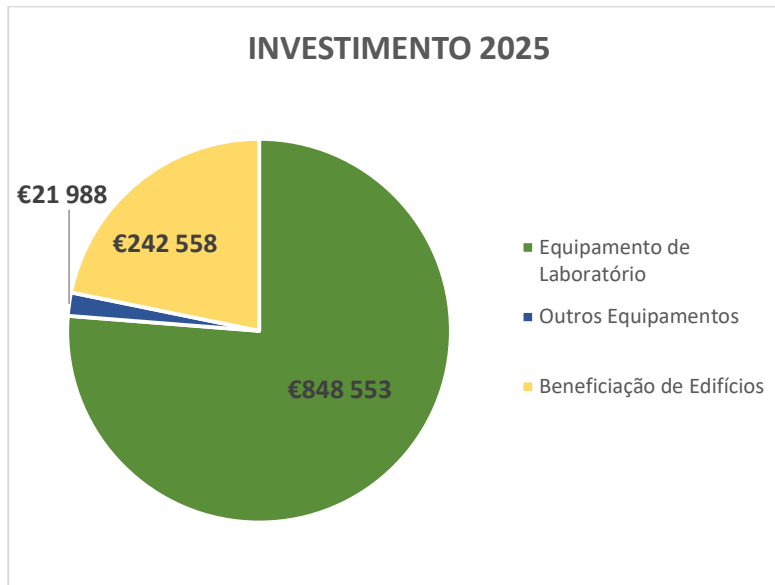


Figura 10

Deu-se continuidade à construção da nova sala limpa nas instalações do INESC MN no Taguspark, bem como à aquisição de equipamentos de laboratório para operacionalizar esta nova infraestrutura.

A figura 11 mostra a evolução do investimento nos últimos três anos:



Figura 11

3 Impacto científico e tecnológico

3.1 Destaques

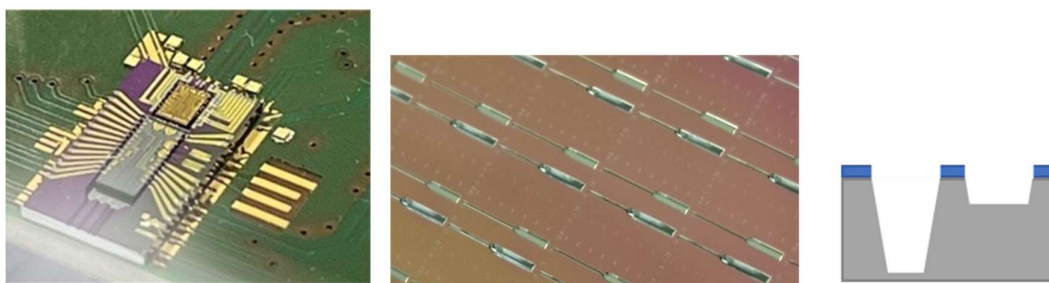
O impacto científico e tecnológico da atividade desenvolvida no INESC MN é destacado nesta secção. Estes destaques também apresentam um resumo das principais áreas tecnológicas abrangidas pela investigação e inovação do INESC MN.

3.1.1 Micromaquinação de sistemas de suporte para chips fotónicos

Em 2025, o INESC-MN reforçou de forma significativa a sua atividade no domínio da microfabricação e integração de chips para comunicação 5G, num ano marcado por avanços tecnológicos relevantes e por uma colaboração particularmente produtiva com a Picadvanced. Este trabalho foi desenvolvido no contexto da Agenda Microeletrónica do PRR e enquadra-se também no contrato industrial que ambas as entidades mantêm desde 2017.

Os processos de fabrico essenciais, incluindo a produção de wafers de 6" com 180 "holders" e bolachas de 3" com 100 "V-grooves", são agora uma base sólida para operações de maior escala. Um dos principais destaques foi o desenvolvimento de cavidades com dois níveis, permitindo a integração simultânea de chips PIC com espessuras diferentes. Em complemento, foram desenvolvidas estruturas de "V-grooves" para acoplamento de fibras ópticas, elementos fundamentais para a integração fotónica avançada e diretamente alinhados com as necessidades industriais da Picadvanced. As atividades de I&D incluíram ainda o desenvolvimento de fixadores para fibras ópticas, a implementação de numeração automática para rastreabilidade e controle de qualidade, e a criação de cavidades complexas para alojamento de componentes sensíveis. Estes avanços foram acompanhados por um esforço sistemático de otimização de processos, aumentando a uniformidade e a repetibilidade — aspetos críticos para a industrialização. Com base nestes resultados, está a ser definido um "roadmap" para um aumento da capacidade de produção.

No conjunto, 2025 consolidou a posição do INESC-MN como parceiro tecnológico estratégico da Picadvanced, demonstrando capacidade para transformar investigação avançada em processos industriais escaláveis e reforçando o papel do instituto na cadeia de valor nacional da microeletrónica e fotónica integrada.



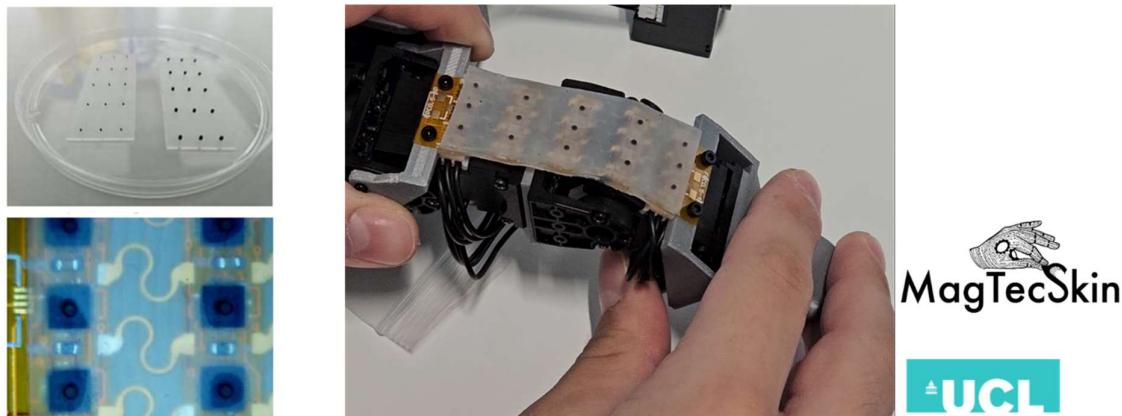
Silício com cavidades de 320um e 170um

3.1.2 Sensores tácteis magnéticos

No âmbito do projeto MagFlexSkin, financiado pela ARIA (UK), o INESC-MN e o grupo de Robótica do University College London (UCL) demonstraram de forma clara a viabilidade de uma pele táctil flexível baseada em ilhas magnéticas. O trabalho conjunto permitiu estabelecer um processo de fabrico estável, reproduzível e compatível com integração eletrónica — um passo essencial para a evolução do protótipo. O processo inclui a integração de uma matriz de ilhas magnéticas flexíveis embebidas em elastómero, elemento central do conceito MagTecSkin para uma pele táctil.

O mapeamento 3D do campo magnético à superfície mostrou que as ilhas originam campo magnético bem localizado. A caracterização foi feita tendo em a futura interpretação táctil baseada em “machine learning”. Em paralelo, as simulações mecânicas e magnéticas permitiram antecipar o comportamento do sistema sob deformação e complementar os resultados experimentais.

O protótipo foi integrado numa mão robótica e submetido a ensaios de estiramento, atingindo cerca de 26% de alongação antes de falha. Os resultados obtidos com o demonstrador permitiram assegurar para as próximas fases do MagFlexSkin, que incluem a integração da pele e sensores magnéticos numa área maior da mão e a integração de sensores TMR com muito menor volume. Resultados serão publicados na Nature Robotics já em 2026.



3.1.3 Meta-ótica para altas energias

A ponte entre luz estruturada e lasers ultrarrápidos de alta intensidade tem estado limitada pela falta de elementos nanofotónicos robustos: metasuperfícies convencionais, tipicamente baseadas em interfaces heterogéneas (p. ex., dielétricos de alto índice sobre substratos distintos), degradam-se facilmente sob grandes densidades de potência e gradientes de campo.

No Multimode Photonics Group do INESC MN desenvolvemos meta-ótica monolítica em sílica com nanoestruturas ultra altas e de aspeto sem precedentes (pilares com mais de 3 μm de altura e razão de aspeto até ~ 14), obtidas por gravação anisotrópica com hard mask de ruténio. Esta biblioteca de “meta-átomos” permite controlo avançado de fase e polarização em comprimentos de onda visível/UV. Foram demonstrados protótipos funcionais, incluindo geração de feixes vórtice e waveplate, mantendo elevada robustez a dano induzido por laser no regime de femtossegundos. O TRL presente é 4: protótipos fabricados e validados em laboratório, com caracterização óptica e ensaios de robustez sob iluminação de alta intensidade.

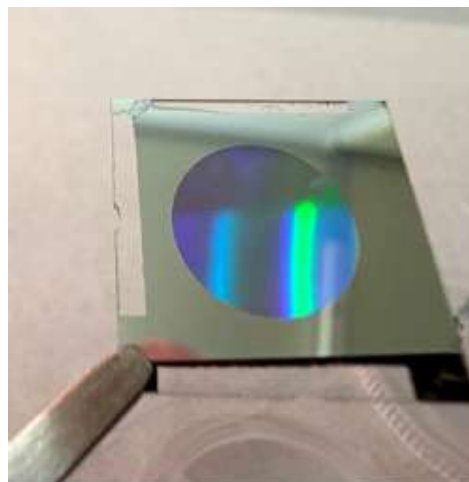


Figura: Metassuperfície em vidro, à escala centimétrica, para modelação de feixes laser de alta energia fabricada no Multimode Photonics Group do INESC MN.

A tecnologia viabiliza ótica plana compacta para moldar pulsos de alta energia, com impacto direto em

ciência de alta energia (interações laser-plasma, aceleração de partículas, geração de harmônicas) e em aplicações aeroespaciais onde massa, volume e fiabilidade são críticos. O posicionamento é inerentemente dual-use, ao permitir controlo preciso de feixes em regimes extremos.

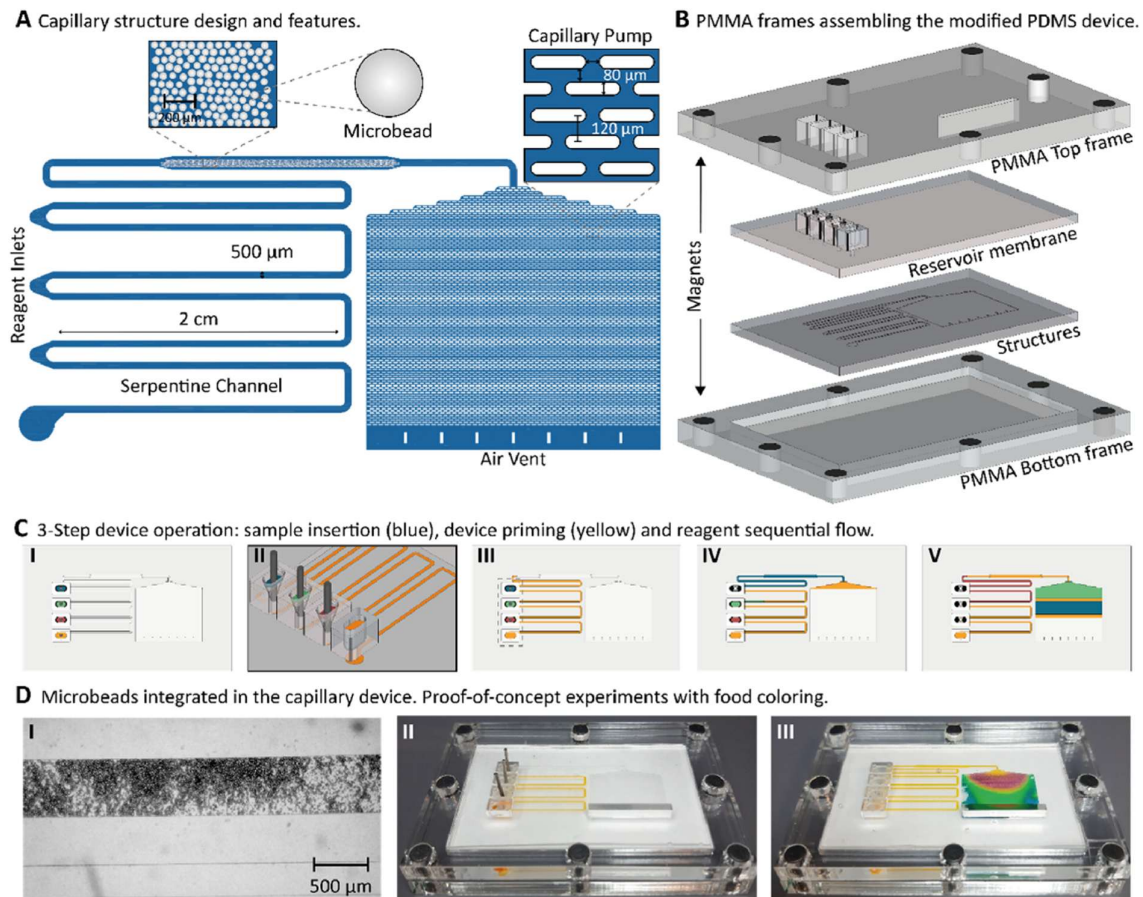
Foi obtido financiamento ERC Proof of Concept para a maturação tecnológica e desenvolvimento de produto: escalabilidade para aberturas de vários centímetros, integração, revestimentos antirreflexo e campanhas de qualificação (LIDT) visando demonstrações com utilizadores finais e parceiros industriais.

3.1.4 Sistema microfluídico capilar reutilizável para medição de biomarcadores em saúde, agricultura e ambiente

Sistemas analíticos portáteis têm vastas aplicações em saúde, agricultura e produção de alimentos, ambiente, veterinária e defesa. No entanto, estas plataformas enfrentam desafios, nomeadamente na simplicidade de utilização, custo e sensibilidade. Sistemas microfluídicos capilares têm o potencial de conjugar as sensibilidades de testes laboratoriais padrão com a facilidade de utilização de tiras de teste análogas às utilizadas em testes de gravidez ou de deteção de Covid.

Uma plataforma microfluídica fabricada com um silicone hidrofílicado permite a inserção sequencial da amostra e reagentes para deteção de proteínas e metabólitos em microesferas funcionalizadas com limites de deteção compatíveis com aplicações em saúde ou agricultura e produção de alimentos.

Neste momento, a plataforma microfluídica pode ser considerada de TRL 4 (Tecnologia validada no laboratório). Os próximos passos seriam validação e demonstração em ambiente real, assim como desenvolvimentos na produção da plataforma e na proteção da propriedade intelectual.



(from P.G.M. Condelipes, I. Petrou, I. Iria, J. Gonçalves, R. Santos, V. Chu, J.P. Conde, "Microfluidic capillary platform with hydrophilic PDMS for point-of-care immunoassays", *Sensors and Actuators: B. Chemical* 423, 136831 (2025) (<https://doi.org/10.1016/j.snb.2024.136831>) and C. Domingues, M.S.C. Rodrigues, P.G.M. Condelipes, A.M. Fortes, V. Chu, J.P. Conde, "A reusable capillary flow-driven microfluidic system for abscisic acid detection using a competitive immunoassay", *Sensors* 25, 411 (2025) (<https://doi.org/10.3390/s25020411>).

3.1.5 Sistemas Ciberfísicos Inteligentes para Detecção Automatizada de Patógenos Multirresistentes e Diagnóstico Fúngico "On-Chip".

A morbidade e mortalidade associadas a infeções por bactérias multirresistentes e fungos oportunistas (como *Candida auris* e *Nakaseomyces glabratus*) são agravadas pela lentidão dos métodos de cultura tradicionais, que demoram entre 48 horas a 21 dias a fornecer resultados. Embora os biossensores magnetoresistivos (MR) ofereçam uma alternativa portátil, a sua adoção clínica tem sido limitada pelo ruído intrínseco, pela variabilidade experimental na ligação de nanopartículas e pela necessidade de interpretação técnica especializada.

Desenvolvemos uma plataforma de diagnóstico robusta que combina o "DNA-barcoding" fúngico (região ITS1) com um pipeline de Inteligência Artificial para classificação automatizada de sinais em biochips MR.

- **Inovação Algorítmica:** Implementação de um método computacional para classificar sinais de séries temporais associadas (alvo vs. referência), utilizando algoritmos de *Machine Learning* como *Random Forest* e Redes Neurais.

- **Análise de Tempo Reduzido:** O pipeline permite a classificação fiável utilizando apenas os primeiros 40% do tempo de aquisição do sinal, reduzindo o tempo de ensaio em 60% sem comprometer a integridade do diagnóstico.
- **Performance:** O sistema alcançou uma exatidão de 95%, com sensibilidade de 91% e especificidade de 98% na diferenciação de espécies críticas.

A tecnologia progrediu de TRL 4 para **TRL 6/7**. A validação clínica incluiu:

- Detecção de bactérias multirresistentes (*Klebsiella pneumoniae*) em colaboração com o Centro Hospitalar Universitário Lisboa Norte (CHULN).
- Identificação de 30 isolados clínicos não sequenciados de *Nakaseomyces glabratus* e espécies do grupo de prioridade da OMS como *C. albicans*, *C. auris* e *Cryptococcus neoformans*.
- Demonstração de um limite de detecção femtomolar (600 seqüências de DNA por ensaio).

Esta solução permite transitar de um diagnóstico baseado em dias para menos de 60 minutos, facilitando a administração atempada de terapêutica antifúngica e antibiótica direcionada. O impacto social traduz-se na redução da mortalidade hospitalar e do uso indevido de fármacos, enquanto o impacto económico advém da redução dos dias de internamento (estimada em mais de 40% se a incidência de AMR diminuir) e da otimização de recursos laboratoriais.

Finalização do Produto Mínimo Viável (MVP) e validação em ambiente hospitalar (Unidades de Cuidados Intensivos) através da startup **FLASH – Rapid Diagnostics**, em conjunto com a submissão da patente internacional do pipeline de classificação e normalização no primeiro trimestre de 2026.

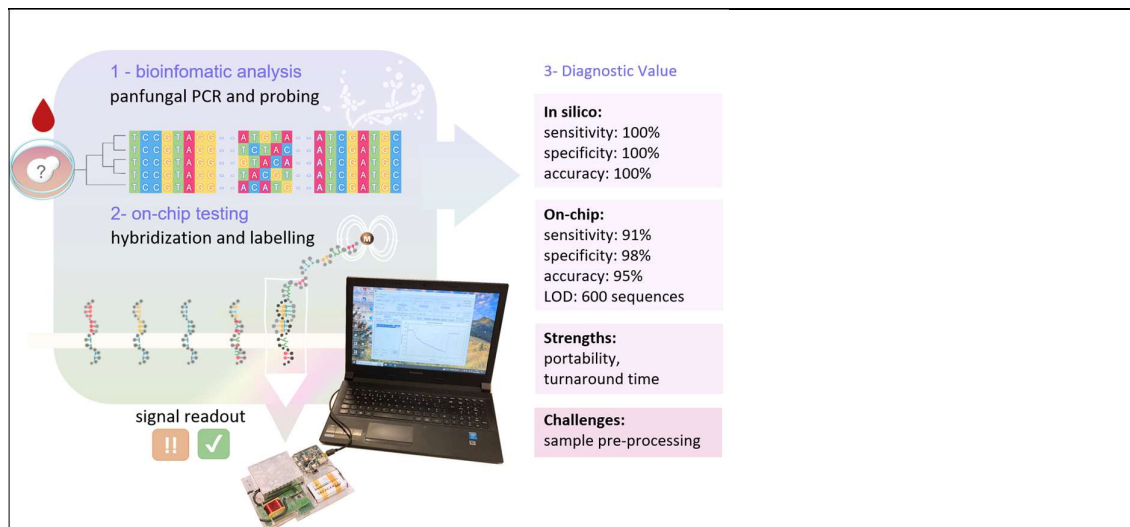


Figura 1: Fluxo de trabalho do ensaio de detecção panfúngica integrado na plataforma Bactometer. O processo inclui (1) análise bioinformática para design de primers e sondas de PCR, (2) hibridização e marcação magnética do DNA amplificado no chip, e (3) leitura do sinal através de um biossensor magnético portátil. A análise in silico apresentou 100% de sensibilidade, especificidade e exatidão, enquanto a validação on-chip demonstrou 91% de sensibilidade, 98% de especificidade e 95% de exatidão, com um limite de detecção de 600 seqüências. A solução destaca-se pela portabilidade e rapidez de resposta, embora o pré-processamento da amostra permaneça um desafio.

3.1.6 Arquitetura de Monitorização de Corrente "Contactless" e Auto-Suficiente baseada em Sensores TMR e Colheita de Energia Indutiva.

A transição energética e a crescente complexidade das redes elétricas exigem uma monitorização contínua e distribuída, especialmente em infraestruturas de média e alta tensão (MV/HV). As soluções convencionais enfrentam dois obstáculos críticos: a dependência de baterias (cuja substituição em locais remotos é dispendiosa e logisticamente complexa) e a necessidade de instalações invasivas ou contacto galvânico, que aumentam os custos de implementação e os riscos de segurança em linhas energizadas.

Implementámos uma arquitetura modular e compacta que integra:

- **Deteção de Alta Precisão:** Utilização de sensores de corrente de efeito de túnel (TMR) em ciclo fechado e o IC de metrologia ADE9000, permitindo medições AC/DC com erros inferiores a 1% e uma sensibilidade diferencial pós-amplificação de 10.84 mV/A.
- **Autonomia Total:** Um subsistema de colheita de energia (*energy harvesting*) indutiva através de núcleos magnéticos divididos (*split-core*) de aço silicioso. O sistema retifica e regula a energia extraída da linha para 5V, sustentando um consumo médio de 1W que inclui o processamento por um microcontrolador ESP32 e comunicações sem fios (Wi-Fi ou 4G).
- **Design Modular:** Separação funcional em placas independentes de deteção, controlo e alimentação, facilitando a reconfiguração para diferentes cenários de monitorização (monofásica ou trifásica).

A tecnologia encontra-se em **TRL 4**. Foi validada experimentalmente num "mock-up" laboratorial de uma linha aérea, demonstrando estabilidade e operação autónoma contínua (batteryless) a partir de correntes primárias de 35 A (núcleo único) e **20 A** em configuração dual-core.

Esta inovação permite a digitalização massiva e não-intrusiva das infraestruturas de energia, essencial para a gestão de ativos, otimização da rede e deteção de falhas em tempo real. Ao eliminar o uso de baterias, reduz-se o impacto ambiental (resíduos químicos) e os custos operacionais de manutenção, garantindo uma solução escalável para redes inteligentes e sistemas de armazenamento de energia.

O plano de desenvolvimento foca-se no alargamento da validação experimental para correntes de várias centenas de amperes, representativas de condições reais de operação em média tensão, e na avaliação da robustez eletromagnética em ambientes perturbados. Está prevista a submissão da patente do aparelho de fixação modular (*Clamp Apparatus*) no início de 2026.

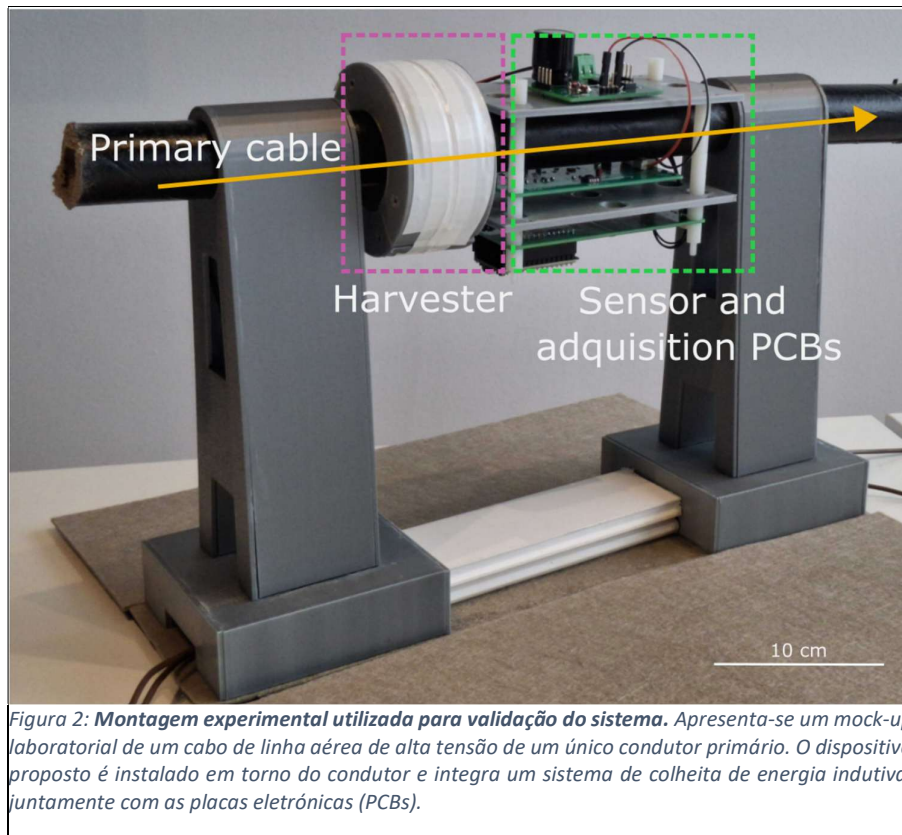


Figura 2: *Montagem experimental utilizada para validação do sistema. Apresenta-se um mock-up laboratorial de um cabo de linha aérea de alta tensão de um único condutor primário. O dispositivo proposto é instalado em torno do condutor e integra um sistema de colheita de energia indutiva, juntamente com as placas eletrônicas (PCBs).*

3.1.7 Etiquetas RFID têxteis (Projeto Lusitano)

A adoção do Passaporte Digital do Produto (DPP) no setor têxtil requer uma etiqueta que acompanhe a peça desde as primeiras etapas de produção, permitindo rastreio imediato e automatização da informação ao longo da cadeia de valor (ex.: identificação de lotes/ordens, operações realizadas, origem de materiais e parâmetros de processo). As soluções convencionais são frequentemente incompatíveis com a realidade industrial, porque não resistem de forma consistente aos esforços mecânicos (tensão, abrasão, flexão, fricção) e aos processos químicos típicos da produção têxtil (lavagens, tingimentos/acabamentos, humidade/temperatura), levando a perdas de identificação e lacunas de dados. Em paralelo, a mesma etiqueta deve manter o vínculo digital até ao fim de vida, para disponibilizar informação útil à triagem e reciclagem.

Foram desenvolvidas **etiquetas RFID têxteis** integráveis na própria estrutura/etiqueta têxtil. A solução combina desenho de antena adequado a substratos flexíveis e métodos de integração compatíveis com a fabricação têxtil, com foco em robustez para suportar condições industriais. A etiqueta assegura um identificador único para ligação a plataformas de rastreabilidade e DPP, permitindo atualizar/consultar informação de forma automática (leitura rápida e sem contacto) durante produção, logística e uso, e mantendo dados essenciais para reciclagem.

A tecnologia está em demonstração em piloto industrial (TRL 7).

Permite rastreabilidade em tempo real, reduz erros manuais e viabiliza o DPP até ao fim de vida, melhorando a circularidade. O próximo passo é **escalar a produção** e alargar validações em diferentes materiais/linhas e requisitos de reciclagem.



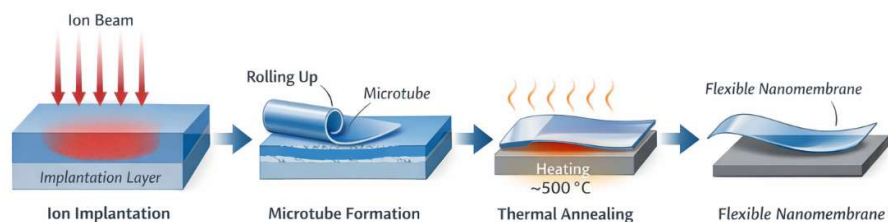
3.1.8 Nanomembranas flexíveis de $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ produzidas por implantação iónica

O semiconductor $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ é um material promissor para eletrónica de potência, fotodetectores UV e sensores de radiação, e nanodispositivos baseados em membranas esfoliadas já foram demonstrados. No entanto, métodos convencionais, como a esfoliação mecânica, não permitem um controlo preciso da espessura e não são facilmente escaláveis.

No nosso grupo foi desenvolvido e patenteado um processo inovador baseado em implantação iónica que induz tensões internas controladas no cristal, levando à esfoliação de uma camada superficial que se auto-enrola formando microtubos. Após recozimento térmico moderado ($\sim 500\text{ }^\circ\text{C}$), estes microtubos desenrolam-se espontaneamente, originando nanomembranas monocristalinas flexíveis e transferíveis para diferentes substratos. A espessura pode ser ajustada através da energia de implantação e o processo permite simultaneamente dopar o material, abrindo novas possibilidades para engenharia funcional.

Esta tecnologia encontra-se numa fase de prova de conceito experimental (TRL 2–3) e baseia-se numa técnica já utilizada na indústria de semicondutores, o que facilita a futura transferência tecnológica. O impacto potencial inclui o desenvolvimento de dispositivos eletrónicos e optoelectrónicos mais eficientes, bem como sensores avançados para aplicações médicas, ambientais e nucleares. O próximo passo será a integração destas nanomembranas em dispositivos funcionais e a otimização do processo para produção escalável.

Ion-Beam-Induced Exfoliation of $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ Nanomembrane



3.2 Novos projetos

Os novos projetos que se iniciaram em 2025 estão apresentados na Tabela 2. Salienta-se a Starting Grant do ERC atribuída ao Marco Piccardo, o financiamento para investimento em equipamentos e infraestruturas de mais de 1 M€ através do financiamento FCT/PRR (Unidade de Investigação, EQUIPAR 2+), o financiamento plurianual para a Unidade de Investigação de 431 k€ por um período de 5 anos, e dois projetos FCT. Foram conseguidos mais 4 projetos europeus no final de 2025, mas que só terão início em 2026.

Projeto	Fonte de financiamento	Financiamento Total	Duração (anos)
metaPOWER	Europeu - ERC	1.499.788,75€	5
MFMET II	Europeu - EURAMET	89.750,00 €	3
BIOaptAA	FCT - LISBOA2030-FEDER-00817300	75.859,20€	3
MIDIFRUIT	FCT - LISBOA2030-FEDER-00682500	198.720,00€	3
EQUIPAR+2	FCT - UID/PRR2/05367/2025	393.600,03€	1
UID PRR INVESTIMENTO	FCT - UID/PRR/5367/2025	685.244,34€	1
UID BASE E PROGRAMATICO	FCT- UID/5367/2025	431.250,00€	5

Tabela 2

3.3 Contratos industriais e transferência de tecnologia

A receita proveniente de contratos industriais continua a crescer, com receitas totais em 2025 superiores a 0,757 M€. Este crescimento pode ser observado na Figura 12, que mostra a evolução das receitas provenientes de contratos industriais nos últimos 5 anos. O INESC MN tem sido procurado de forma consistente para implementar soluções com tecnologia TMR (Tunneling Magneto Resistance), bem como para prover soluções variadas na área da micro e nanofabricação.

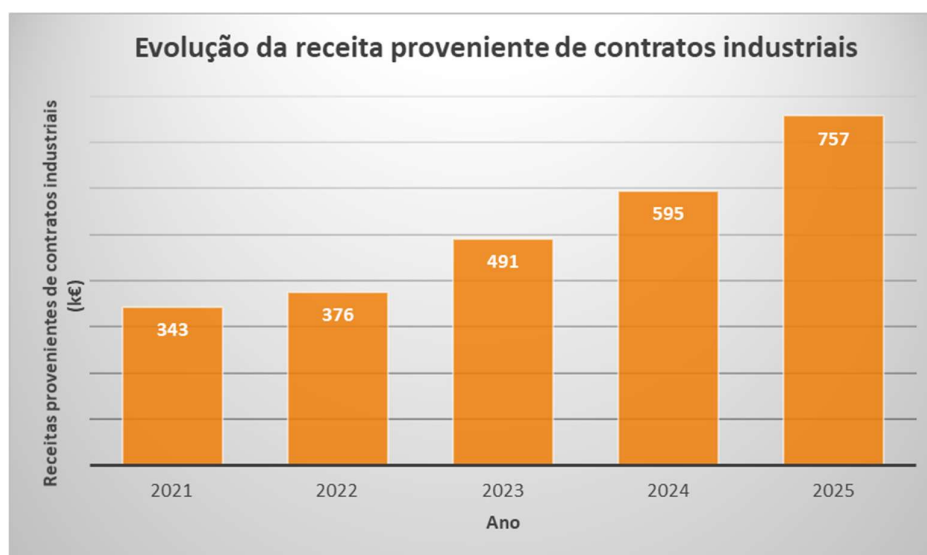


Figure 12

Estiveram em curso durante 2025 oito contratos industriais cobrindo essencialmente a área de sensores magnetoresistivos TMR e de processos de micro e nanofabricação de bolachas para componentes fotónicos).

Embora a maioria dos contratos seja com empresas internacionais, o INESC MN mantém uma forte ligação com a Picadvanced, uma empresa portuguesa que atua na área dos componentes para telecomunicações.

3.4 Formação avançada

O INESC MN continuou a assumir um papel central na formação avançada de estudantes e jovens engenheiros, garantindo o acesso a conhecimento de ponta e a ambientes laboratoriais altamente especializados. As principais iniciativas desenvolvidas ao longo do ano incluíram:

- Formação e supervisão de estudantes de doutoramento e investigadores, no âmbito de programas internacionais de mobilidade e cooperação científica, com destaque para o MSCA Staff Exchange.
- Desenvolvimento e participação em unidades curriculares do IST, acolhendo estudantes em atividades laboratoriais e de projeto, nomeadamente:
 - Laboratórios de Física Experimental em Unidades de Investigação (LFEUI), proporcionando contacto direto com investigação aplicada [24 alunos];
 - Tecnologias a Plasma para Processamento de Materiais (TPPM), com formação prática em técnicas de processamento avançado [6 alunos];
 - Técnicas de Micro e Nanofabricação (TMN), com forte componente de trabalho em sala limpa [34 alunos];
 - Projetos Integradores 1 e 2 (PIC1 e PIC2), envolvendo estudantes em desafios de engenharia multidisciplinares [38 alunos];
- Integração de estudantes de mestrado em projetos de investigação e desenvolvimento tecnológico, promovendo competências avançadas e contacto com investigação de fronteira.
- Formação de jovens engenheiros em processos industriais, com foco em metodologias de fabrico, controlo de qualidade e escalabilidade tecnológica.
- Formação especializada em desenho de circuitos, abrangendo conceção, simulação e validação de circuitos analógicos e digitais.
- Formação em packaging, incluindo encapsulamento, interconexão, integração heterogénea e estratégias de fiabilidade para dispositivos micro/nano.
- Acolhimento e formação de estagiários nacionais e internacionais, totalizando 25 estágios realizados, enquadrados no programa IPANEMA – European Staff Exchange Project, e Erasmus+, acolhendo estudantes internacionais em períodos de formação prática;
- Unidades curriculares de projeto de licenciatura/bacharelato, integrando estudantes em atividades laboratoriais e projetos de I&D.
- No contexto dos projetos PRR e Chips-JU, preparação de cursos de formação especializados dirigidos a potenciais utilizadores das tecnologias desenvolvidas no INESC MN, reforçando a transferência de conhecimento e a ligação ao tecido empresarial e académico.

4 Infraestrutura e Sala Limpa

O INESC Microsistemas e Nanotecnologias (INESC MN) opera instalações de sala limpa avançadas que apoiam a investigação, a prototipagem e a produção em pequena escala usando micro e nanofabricação. Estas infraestruturas estão distribuídas pela sua sede em Lisboa e pelas suas instalações mais recentes no Taguspark (Oeiras), formando uma plataforma tecnológica complementar alinhada com a missão do instituto de fazer a ponte entre a investigação académica e as aplicações industriais.

A infraestrutura de sala limpa em Lisboa compreende aproximadamente **150 m² de ambiente controlado (Classe 10/100)**, apoiada por uma área cinzenta adicional de **200 m² (Classe 10 000)** e cerca de 170 m² de espaço laboratorial dedicado ao processamento de materiais e à caracterização de dispositivos. A sala limpa no TagusPark tem **150 m² de áreas de classe 100 e classe 1000**, além de **250 m² de área cinzenta**. Existe uma área de laboratório adicional no TagusPark para **embalagem (“packaging”) avançada, testes de wafer e laboratórios de eletrónica**. Estas instalações permitem a fabricação tanto à micro como à nanoescala, suportando uma vasta gama de aplicações, incluindo MEMS, microfluídica, biossensores, dispositivos magnéticos, fotónica e eletrónica de película fina.

A sala limpa está equipada com um conjunto abrangente de ferramentas de microfabricação que cobre toda a cadeia de processos. As capacidades de **litografia** incluem fotolitografia ótica e litografia por feixe de eletrões de alta resolução, permitindo a criação de padrões em escalas que vão do micrómetro ao nanómetro. O processamento de resinas fotossensíveis é apoiado por sistemas automatizados de revestimento e revelação, garantindo a reprodutibilidade e o controlo do processo. As **tecnologias de deposição de película fina** incluem deposição por feixe de iões, pulverização catódica por magnetron (RF e DC) e sistemas PECVD, permitindo a fabricação de camadas de metais, óxidos, nitretos e semicondutores. Os processos de **gravação (“etching”)** são realizados utilizando técnicas baseadas em plasma e feixe de iões, incluindo sistemas de gravação por iões reativos (RIE) e plasma acoplado indutivamente (ICP), permitindo a transferência de padrões anisotrópicos e de elevada relação de aspeto, bem como a fresagem por feixe de iões.

Para além da fabricação, o INESC MN integra capacidades de **pós-processamento e embalagem**, tais como o corte de wafers e a ligação por fio, apoiando a transição da fabricação ao nível do wafer para dispositivos funcionais. Está também disponível uma extensa infraestrutura de caracterização, incluindo técnicas óticas, elétricas, magnéticas e morfológicas, essenciais para a validação de dispositivos e a otimização de processos.

Um dos principais pontos fortes do INESC MN reside em vários **fatores diferenciadores**. As instalações permitem a **integração multimaterial e heterogénea**, combinando metais, dielétricos, polímeros e materiais magnéticos no mesmo fluxo de processo — uma capacidade essencial para microsistemas avançados e biossensores. A infraestrutura é particularmente sólida na **fabricação de dispositivos magnéticos e de “spintronics”**, bem como em **microfluídica e sistemas «lab-on-chip»**, permitindo uma integração estreita entre a deteção, o manuseamento de fluidos e a transdução. O INESC MN beneficia também de um **modelo de sala limpa flexível e orientado para a investigação**, otimizado para a prototipagem rápida e a personalização de processos, em vez da produção em grande volume, o que é altamente atrativo para a inovação em fase inicial e a I&D colaborativa. Além disso, o instituto possui uma forte experiência em **integração de processos e co-design**, ligando a fabricação de dispositivos à funcionalidade ao nível do sistema, incluindo arquiteturas eletrónicas e de deteção. A sua integração em redes e colaborações de investigação europeias melhora o acesso a infraestruturas complementares e reforça o seu posicionamento internacional.

As instalações de Lisboa, situadas no Instituto Superior Técnico, acolhem historicamente a infraestrutura inicial da sala limpa e desempenham um papel central na formação de estudantes e investigadores. Estão estreitamente integradas nas atividades académicas e oferecem acesso aberto no âmbito de estruturas de investigação colaborativa. As instalações mais recentes no Taguspark alargam estas capacidades a um ecossistema de inovação moderno que promove uma interação mais estreita com a indústria. O Taguspark, enquanto o maior parque científico e tecnológico de Portugal, proporciona um ambiente que promove a transferência de tecnologia, a prototipagem e a colaboração com empresas e startups.



Em conjunto, as infraestruturas de Lisboa e do Taguspark formam uma **plataforma de salas limpas distribuída** que combina excelência académica com relevância industrial. As instalações apoiam um ciclo completo de inovação, desde a investigação fundamental e o desenvolvimento de processos até à prototipagem e produção em pequenas séries, posicionando o INESC MN como um interveniente-chave a nível nacional e internacional na micro e nanotecnologia.

Durante o ano de 2025, foram realizados investimentos significativos nas infraestruturas de sala limpa do INESC MN, tanto nas instalações da Alves Redol como nas novas instalações do Taguspark:

TagusPark (TP)

- Início das obras da sala limpa no TP iniciada em julho de 2025 e instalação dos principais sistemas de suporte (circulação do ar com filtros, chiller a funcionar para o ar ambiente e para a cooling water, ar comprimido, água DI), sala amarela funcional.
- Aceitação em fábrica do novo sistema automático de revestimento e revelação (até bolachas de 200 mm) da Obducat (MC204).
- Bancada de KOH (AMMT) entregue e instalação em curso.
- Instalação do novo equipamento de metalização PVD (SCIA Magna 200, bolachas de 200mm) e testes de aceitação em curso.
- Conclusão do processo de adjudicação do novo equipamento de litografia óptica para bolachas de 200 mm (NxQ8008 M, Neutronix Quintel).
- Montagem do laboratório de microfluídica e micromaquinação e qualificação de equipamentos.
- Montagem do laboratório de caracterização magnética e qualificação de setup para caracterização em magneto-transporte (estação de medida automática para bolachas de 200 mm com campo variável).

Alves Redol

- Iniciado o processo de renovação (upgrade) da mesa e respetivo controlador do sistema de deposição e Ion Beam Etch Nordiko 3600 (conclusão prevista para abril 2026).
- Instalação do sistema de litografia ótico PicoMaster (RAITH).

5 Recursos Humanos

A evolução dos Recursos Humanos nos últimos 3 anos é apresentada na Figura 13.

De 2023 a 2024, houve um aumento significativo no número de doutorados contratados, que se manteve estável em 2025. O mesmo aumento foi observado nos engenheiros contratados de 2023 a 2024, passando de 6 para 15, com uma ligeira redução para 11 em 2025. Os aumentos resultaram dos projetos PRR e CTI que estavam em andamento durante esse período.

Observa-se um aumento significativo no número de estudantes de mestrado, resultante do aumento de investigadores doutorados que supervisionam esses estudantes.

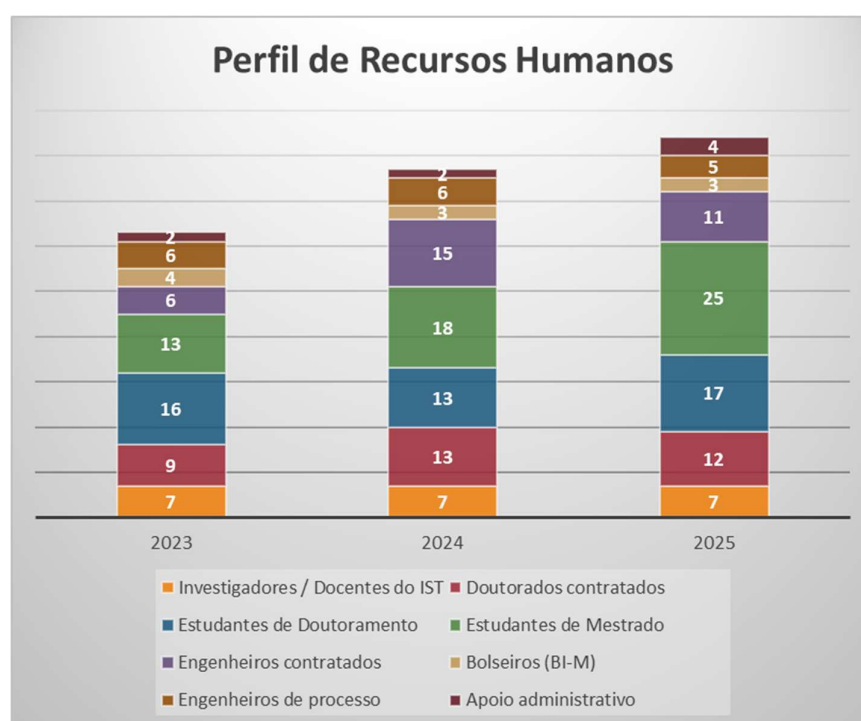


Figura 13

6 ANEXOS

6.1 ANEXO 1 - Relatório de Atividades dos Grupos

Spintronic and Magnetic Biosensors

Equipa

- **Investigadores principais:** Susana Cardoso, Paulo Freitas
- **Investigadores:** Yizhan Wang, Tristan Gomes, Rita Macedo, Ruben Afonso, Vânia Silvério, Chamsedine Bouhafs, Cristiana Domingues
- **Estudantes de doutoramento:** Francisco Meda, Diogo Gonçalves, Beatriz Antunes, Fabian Naff, Pedro Araújo, João Serra, Carlo Alfisi, Francisco Matos, Pedro Fonseca, João Santos
- **Estudantes de mestrado:** Carolina Tilley, Vasco Nunes, João Barbosa, Hugo Amaral, Ana Luisa Guedes, Miguel Lameiras, Daniel Cavalcanti, Inês Pereira Cardoso, Manuel Marques
- **Bolseiros de Investigação ou estagiários:** Emanuela Cutuli, Tiago Silva, Emilie Mouric, Marguerite Lebosse
- **Colaboradores em contratos industriais e serviços:** Ricardo Reis, Beatriz Ferreira, Tiago Fernandes, Beatriz Borges, Guilherme Brites, Filipe Monteiro, Gianluca Zalla, João Chaves, Pedro Santos, Inês Agostinho, Inês Rodrigues, Miguel Gonçalves

Linhas de investigação

Linha de investigação: Sensores Magnéticos para aplicações industriais

- Colaboradores envolvidos: Susana Cardoso, Paulo Freitas, Yizhan Wang, Ruben Afonso, Miguel Gonçalves, Gianluca Zalla, João Chaves, Pedro Santos,
- Financiamento/Projectos de apoio a esta linha: PRR-GreenAuto, PRR-ATE, Diversos contratos industriais
- Resumo de resultados:

Nesta linha de investigação foram desenvolvidos sensores magnetorresistivos e plataformas de leitura avançadas orientadas para aplicações industriais, automóveis e robóticas. O trabalho incidiu na melhoria da estabilidade e sensibilidade de sistemas de leitura AC, incluindo a implementação de estratégias de leitura multiplexing, bem como na otimização de arquiteturas TMR e AMR com empacotamento vertical para aumento da detetividade. A atividade beneficiou de forte interação com a indústria, resultando em avanços tecnológicos alinhados com necessidades reais de mercado.
- Publicações resultantes: #30, #33, #37, #38,

Linha de investigação: Filmes finos Magnéticos para spintronica e redes neuromórficas

- Colaboradores envolvidos: Susana Cardoso, Tristan Gomes, Diogo Gonçalves, Vasco Nunes, Pedro Araujo
- Other collaborations: Diogo Caetano (INESC-MN)
- Financiamento/Projectos de apoio a esta linha: SPINETS (MSCA), MULTISPIN.AI (Pathfinder)
- Resumo de resultados:

Esta linha focou-se no estudo de fenómenos spintrónicos e optimização de filmes finos magnéticos para dispositivos neuromórficos. O trabalho incluiu sistemas com acoplamento spin-órbita em sistemas Co/Al, demonstrando dispositivos baseados em skyrmions capazes de realizar operações neuromórficas, para arquiteturas de computação de baixo consumo energético. A colaboração com equipas internas e externas permitiu consolidar competências em materiais, modelação e fabrico de nanodispositivos.

- Publicações resultantes: #42, #43

Linha de investigação: Sensores Magnéticos para bioaplicações

- Colaboradores envolvidos: Susana Cardoso, Ruben Afonso, Ines Agostinho, Pedro Fonseca
- Outras colaborações: Diogo Caetano (INESC-MN)
- Financiamento/Projetos de apoio a esta linha: UNLOOC (KDT-JU), Serviços externos
- Resumo de resultados:

Nesta linha, em 2025 foi aprofundada a integração de materiais e sensores magnéticos em plataformas para deteção e análise de sistemas biológicos, com ênfase na miniaturização de chips para medição de caudal em plataformas órgão-em-chip. Também dedicámos esforços na otimização da interação entre nanopartículas magnéticas e bactérias, recorrendo a técnicas avançadas de microscopia para melhorar estratégias de marcação destinadas a biossensores.

- Publicações resultantes: #31

Linha de investigação: Materiais e nanodispositivos

- Colaboradores envolvidos: Susana Cardoso, Rita Macedo, Beatriz Ferreira, Chamsedine Bouhafs, Carlo Alfisi, Francisco Meda, João Serra, Filipe Monteiro
- Financiamento/Projetos de apoio a esta linha: MagTecSkin (ARIA-UK), FCT Mnemonics - PTDC/NAN-MAT/4093/2021, Contratos industriais
- Resumo de resultados:

Esta linha abrangeu o desenvolvimento e caracterização de materiais funcionais, filmes finos e nanodispositivos para aplicações em eletrónica, fotónica e sensores. O trabalho incluiu a engenharia de metamateriais plasmónicos ajustáveis, o estudo de fotodetetores baseados em microfios semicondutores dopados e a otimização de processos de litografia com apoio de inteligência artificial. Foi ainda realizada a microfabricação de cavidades e estruturas de acoplamento para chips e fibras ópticas, em resposta a requisitos específicos de clientes industriais. Adicionalmente, foram otimizados microeletrodos parcialmente flexíveis para registo de atividade em culturas neuronais 3D. As atividades consolidaram competências em fabrico, caracterização e modelação de nanodispositivos.

- Publicações resultantes: #32, #35, #36, #39

Linha de investigação Microfluídica e Microsistemas

- Colaboradores envolvidos: Vania Silverio, Inês Rodrigues, Ana Francisca, Ricardo Reis, Cristiana Domingues
- Financiamento/Projectos de apoio a esta linha: 24NRM03 MFMET II, FCT exploratório BioMIMIC CRC, PRR-H4PT, Serviços externos

- Resumo de resultados:

Esta linha desenvolveu soluções microfluídicas e microsistemas para aplicações ambientais, biológicas e metrológicas. Foram concebidos, simulados, fabricados e testados seis dispositivos microfluídicos, bem como duas normas técnicas para microfluídica. O trabalho incluiu a otimização de um dispositivo miniaturizado para medição da atividade de urease em fluido intersticial do solo e o desenvolvimento do sistema portátil SOLARIS para amostragem de bioaerossóis. No domínio metrológico, foram estabelecidos procedimentos de calibração para micro e nanofluxos e metodologias de medição de caudal e volume em dispositivos microfluídicos.

- Publicações resultantes: Papers #34, #40, #41, #44, #45, #46; Documentos de Normalização #1, #2;

Formação avançada

- Desenvolvimento de interfaces de controlo d equipamentos: 1) interface gráfica para visualização dos parâmetros de deposição de um equipamento de deposição de filmes, 2) controlo de microscopio para mesa de 200mm , 3) controlo de setup para medições angulares.
- Formação em uso de equipamentos para micromaquinação (microfresadora, impressora de corte a laser, impressora 3D, nanoplotter) para o microfabricação de dispositivos microfluídicos: 15 colaboradores internos e alunos
- Apoio na formação interna e externa aos processos de microfabricação, e caracterização de materiais e dispositivos magnéticos: 80 alunos e colaboradores
- Teses de Mestrado (8): #11, #12, #13, #14, #15, #16, #17, #18
- Teses de Doutoramento (6): #2, #3, #4, #5, #6, #7

Transferência de Tecnologia

- Serviço de microfabricação de componentes para chips fotónicos (Beatriz Ferreira)
- Contratos industriais de I&D e produção de sensores MR para vários clientes (responsáveis: Susana Cardoso, Paulo Freitas, Guilherme Brites, Tiago Fernandes, Ruben Afonso, Rita Macedo, Beatriz Martin)
- Serviços para produção de sistemas para microfluidica (responsáveis: Vania Silverio, Ricardo Cabeça, Ana Martins, Susana Cardoso, Virginia Chu)
- Patentes submetidas: “Antisymmetric Planar Hall Effect - Perpendicular Interfacial Magnetization Tuned by In-Plane Bulk Magnetization” , Lior Klein, Arup Gosh, Ariel Zaig, S.Cardoso, Nov 2025 (Israel), and submitted in EU Jan 2026

Thin Film MEMS and BioMEMS

Equipa

- **Investigadores principais:** João Pedro Conde, Virginia Chu
- **Estudantes de doutoramento:** Rafaela Rosa, Rodolfo Rodrigues, Inês Silva (with Marco Piccardo)
- **Estudantes de mestrado:** João Flores

Linhas de investigação

Deteção de marcadores de stresses bióticos e abióticos em plantas e frutos

- Colaboradores envolvidos: João Pedro Conde, Virginia Chu, Cristiana Domingues, Rafaela Rosa, Rodolfo Rodrigues, Inês Silva
- Other collaborations: Multimode Photonics (INESC MN), Bioprocess Engineering Research Group (BERG, IST, Universidade de Lisboa), Fruit Functional Genomics & Biotechnology (BioISI, FC, Universidade de Lisboa), PATH (CICECO, Universidade de Aveiro)
- Financiamento/Projectos de apoio a esta linha: MIDIFRUIT (Plataforma microfluídica para a deteção de infeções em frutos da produção ao processamento pós-colheita no ponto de impacto; <https://doi.org/10.54499/2023.16677.ICDT>)
- Resumo de resultados:

O objetivo desta linha de investigação é desenvolver plataformas portáteis baseadas em sistemas microfluídicos com sensores integrados para detetar stresses bióticos (infeções) quer abióticos (térmicos, hídricos, químicos) em plantas e frutos. Esta investigação envolve: (i) o desenvolvimento de ensaios biomoleculares para deteção de patogénicos e monitorização de resposta das plantas (através da deteção de ácidos nucleicos (DNA e RNA), proteínas e metabolitos; (ii) o desenvolvimento de métodos de preparação de amostras reais, usando técnicas de separação em estado sólido e estado líquido; e (iii) desenvolvimento de plataformas, usando sistemas capilares, com controle externo de bombagem, e de cromatografia miniaturizada, envolvendo fotosensores com integração de sistemas óticos (filtros e metalentes).

- Publicações resultantes: [1], [2], [3], [4]

Formação avançada

- Colaboradores envolvidos na formação: João Pedro Conde, Virginia Chu
- Formação em 2025: 70 alunos de cursos de mestrado do IST em Nanotecnologias, 1 estagiário no âmbito do projeto IPANEMA
- Teses de bacharelato: 2 (grau atribuído na Alemanha)
- Teses de mestrado: 1
- Teses Doutoramento: 1

Transferência de Tecnologia

- “Method for Breast Cancer Biomarker detection, a microfluidic system, a kit and uses thereof”, Pedido de patente europeia submetido em conjunto com a Universidade de Aveiro.

Multimode Photonics Group

Equipa

- **Investigadores principais:** Marco Piccardo
- **Estudantes de doutoramento:** Gabrielle Vaz, Ines Silva, Adrian Cabral, Vitthal Mishra
- **Estudantes de mestrado:** Maria Ines Nunes, Bruno Semiao, Sofia Simenta, Carlos Reis, Filipe Baptista, Miguel Martins, Joaquim Pereira, Joana Pimenta, Joana Bonito
- **Bolseiros de Investigação ou estagiários:** Johan Ribeiro
- **Colaboradores em contratos industriais e serviços:** Politecnico di Milano

Linhas de investigação

Linha de investigação Luz estruturada espaço-temporal e metasuperfícies

- Colaboradores envolvidos: Marco Piccardo, Gabrielle Vaz, Vitthal Mishra, Maria Ines Nunes, Bruno Semiao, Sofia Simenta, Miguel Martins, Joaquim Pereira, Johan Ribeiro
- Financiamento/Projetos de apoio a esta linha: ERC StG metaPOWER
- O objetivo desta linha de investigação é desenvolver meta-ópticas com elevado limiar de dano (idealmente próximo do material a granel) e integrá-las em “beam shapers” capazes de impor controlo espaço-temporal e vetorial (polarização) em lasers de alta potência, abrindo caminho a novas experiências de interação laser-plasma (p. ex., estudo/mitigação de instabilidades, aceleração por wakefield e geração de novas fontes de radiação). Em 2025, o principal resultado tecnológico foi a demonstração, em sala limpa, de metasuperfícies monolíticas “all-silica” (mm e cm de diâmetro) com nanoestruturas de rácio de aspeto sem precedentes e robustez comprovada a pulsos femtossegundo de alta energia, com limiar de dano muito próximo do da sílica fundida, estabelecendo uma trajetória clara para escalar a operação rumo a pulsos na gama do joule à medida que a área útil aumenta. Em paralelo, foi consolidado um consórcio internacional para definir e acelerar a agenda científica de interações laser-plasma com luz estruturada, e intensificou-se a colaboração com Harvard para quantificar e explorar as propriedades distintivas das meta-ópticas em sílica (vantagens face a metasuperfícies convencionais de alto índice, em particular no regime de altas intensidades). Por fim, avançou-se no desenvolvimento experimental de “light springs” com lasers Ti:sapphire e de banda estreita, com trabalho em curso visando a demonstração de pulsos com velocidade de grupo orbital sintonizável, um ingrediente-chave para novas abordagens de controlo e geração de radiação em interações em plasmas.
- Publicações resultantes: Ref. 21, 22, 24

Linha de investigação Geração de harmónicos de alta ordem

- Colaboradores envolvidos: Gabrielle Vaz
- Other collaborations: VOXEL Lab (Marta Fajardo, Pablo San Miguel Claveria)
- Financiamento/Projectos de apoio a esta linha: FCT Exploratory Project “Enhancing high harmonic generation efficiency through controllable flying-focus laser pulses”
- Neste projeto o objetivo é aumentar a eficiência e a reprodutibilidade das fontes de XUV/attossegundo através do controlo espaço-temporal do feixe gerador, em particular explorando a aplicação de luz estruturada e de pulsos com acoplamento espaço-temporal ajustável (conceito de *flying focus*) para otimizar a interação com o meio não linear (p. ex., jato de gás), com recurso a ópticas dedicadas como axiparábolas e a diagnóstico XUV. Em 2025, o trabalho metodológico em luz estruturada e correlações de intensidade (incluindo a capacidade de gerar e caracterizar distribuições de intensidade complexas via SLM e validar modelos numéricos em bancada) forneceu a “premissa” técnica para a etapa seguinte em HHG, onde essas mesmas ferramentas de estruturação e diagnóstico serão transpostas para lasers intensos e para a engenharia do feixe no foco. Assim, a atividade de 2025 consolidou a ligação entre as duas linhas (luz estruturada e HHG), preparando a implementação experimental do *flying focus* e da modelação da eficiência de geração de harmónicos nos desenvolvimentos subsequentes.
- Publicações resultantes: Ref. 28

Linha de investigação Localização em meios desordenados

- Colaboradores envolvidos: Adrian Cabral
- Other collaborations: Giuseppe De Tomasi (CeFEMA)

- Financiamento/Projectos de apoio a esta linha: FCT PhD grant
- Esta investigação, iniciada no final de 2025 e ancorada numa bolsa de doutoramento FCT, tem como objetivo de operacionalizar a Localization Landscape (LL) theory como ferramenta quantitativa para prever e interpretar localização de Anderson e fenómenos correlacionados sem recorrer a diagonalizações completas, combinando três vertentes: (i) reforçar o poder preditivo da LL via otimização numérica e machine learning (previsão de espectros e estruturas de autofunções a partir do potencial efetivo), (ii) estender o formalismo a sistemas com interações (começando por sistemas de poucos corpos e evoluindo para regimes de maior densidade, explorando a representação em espaço de Fock), e (iii) preparar uma validação experimental em plataformas fotónicas (metasuperfícies/estruturas nano-fabricadas com desordem controlada), em colaboração com especialistas internacionais na área. Até ao momento, os resultados de 2025 consistem na consolidação da base teórica e computacional e nos primeiros estudos exploratórios: (a) verificação de simulações numéricas em presença de desordem indicando que a combinação LL + ML pode oferecer vantagens em previsão/extração de observáveis relevantes (espectro de baixa energia e geometria de modos), (b) início da exploração de sistemas de dois corpos como etapa controlável para estudar o papel das interações na localização, e (c) estabelecimento da colaboração científica com Marcel Filoche (ESPCI/Institut Langevin), alinhando as próximas etapas rumo à generalização do formalismo.

Linha de investigação Meta-ópticas para biosensing

- Colaboradores envolvidos: Inês Silva
- Other collaborations: BioMEMS Group (outros grupos INESC-MN)
- Financiamento/Projectos de apoio a esta linha: FCT PhD grant
- Nesta linha, desenvolvida em articulação entre dois grupos do INESC MN (Multimode Photonics e Thin-film MEMS & BioMEMS) e suportada por uma bolsa de doutoramento FCT, o objetivo é criar uma plataforma miniaturizada de sensores ópticos baseada na integração monolítica de metasuperfícies seletivas em comprimento de onda com fotodíodos de silício em filme fino, visando sistemas compactos, de baixo custo e com desempenho competitivo para diagnóstico *point-of-care* e monitorização ambiental, incluindo integração com microfluídica e eletrónica de leitura. Em 2025 (início efetivo do projeto), a contribuição principal do nosso grupo centrou-se no desenvolvimento e prototipagem, em sala limpa, de metasuperfícies-filtro por duas abordagens complementares: (i) high-contrast gratings para filtragem eficiente e robusta e (ii) estruturas ressonantes baseadas em quasi-bound states in the continuum (quasi-BIC) para obter elevada seletividade espectral. Esta fase inicial revelou desafios tecnológicos relevantes de nanofabrico (em particular, *gaps* até ~50 nm entre nanoestruturas), mas já foram obtidos resultados preliminares encorajadores na reprodução de *features* críticas e na qualidade das estruturas. Em paralelo, iniciou-se o desenvolvimento de uma nova plataforma material para o grupo — metasuperfícies em SiN — com vista a ampliar a janela espectral e a compatibilidade com integração em sistemas de biossensoriamento e microdispositivos.

Linha de investigação Redes neurais ópticas e IA

- Colaboradores envolvidos: Logan Wright (Yale)
- O objetivo desta linha é desenvolver redes neurais físicas totalmente ópticas (Physical Neural Networks) capazes de classificar padrões e executar funções não lineares diretamente no domínio óptico, combinando camadas reconfiguráveis em moduladores espaciais de luz (SLM) com ativação não linear por efeito Kerr e, numa etapa seguinte, introduzindo recorrência para aumentar a complexidade dinâmica (incluindo a exploração de dinâmicas do tipo *artificial life*). Em 2025, o progresso centrou-se na construção das bases algorítmicas e experimentais: (i) desenvolvimento

de algoritmos de desenho e treino para ONNs e da estratégia de “digital twin” com modelos progressivamente mais realistas, com impacto direto e transversal noutras linhas do grupo (p. ex., otimização inversa em meta-ópticas), (ii) implementação e alinhamento do setup experimental com procedimentos de calibração baseados em padrões de referência para corrigir desalinhamentos entre o sistema físico e a simulação, e (iii) demonstrações iniciais de tarefas lineares de referência com boa concordância após correção de desalinhamento, preparando a próxima etapa de validação com uma tarefa não linear (um “optical decoder”) e a automatização de treino *physics-aware* com dados do sistema real. Em paralelo, e motivado pela centralidade crescente de IA na agenda científica, este esforço foi também informado por desenvolvimentos recentes em avaliação rigorosa de capacidades de IA (p. ex., o benchmark Humanity’s Last Exam) como enquadramento para posicionar e comunicar objetivos e limitações de sistemas inteligentes, incluindo abordagens físicas.

- Publicações resultantes: Ref. 26

Linha de investigação Quantum cascade lasers

- Colaboradores envolvidos: Federico Capasso (Harvard)
- Nesta linha de investigação desenvolvida em colaboração internacional e com motivação direta para fontes compactas no infravermelho médio, o objetivo é criar emissores integrados com elevada coerência (frequency combs e pulsos ultracurtos) para espectroscopia molecular, deteção remota e metrologia, explorando a física de solitões temporais em ressonadores ativos como alternativa miniaturizável a sistemas volumosos de conversão não linear. Em 2025, foram obtidos resultados de alto impacto que consolidam esta estratégia: (i) demonstrou-se um chip laser mid-IR puramente DC-driven capaz de gerar solitões brilhantes de ~ 1 ps a $8.3 \mu\text{m}$ e taxas de repetição em GHz, através de uma arquitetura monoliticamente integrada, robusta e sem necessidade de estabilização ativa/isolador, estabelecendo uma via clara para geradores de pulsos turnkey no mid-IR. (ii) Em paralelo, mostrou-se que a acoplagem de dois lasers semicondutores em anel permite quebrar restrições de um único ressonador, originando um estado de mode-locking híbrido com comb de frequências em modos hibridizados e reconstrução coerente do campo revelando pares sincronizados de solitões brilhantes e escuros, abrindo um novo paradigma de desenho via redes de lasers acoplados.
- Publicações resultantes: Ref. 23, 25, 27

Formação avançada

- Formação em metasuperfícies: 45 alunos de cursos, curso em Nanotecnologia e Nanoeletrónica: módulo “Introdução à Nanofotónica” com aula teórica sobre metasuperfícies (conceitos, relevância em fotónica, aplicações e princípios de desenho). Inclui aula prática de simulação e design (propagador de Fourier e RETICULO/RCWA) e homework de projeto de uma metasuperfície (biblioteca de nanopilares, síntese do perfil de fase e geração da máscara).
- Teses mestrado: Maria Ines Nunes, Joana Bonito

Colaborações internacionais

- Projecto PERSEUS “Pulse Engineered cone-surface-shaped for Study charge-diffusion with Ultrafast Spectroscopy”: colaboração com Politecnico di Milano: Estruturação de “light spring” espaço-temporal com ótica ultrarrápida para espectroscopia pump-probe
- Colaboração científica com Imperial College London: Estruturação de “light spring” espaço-temporal com ótica ultrarrápida para movimento sintético em nanofilmes de ITO

Transferência de Tecnologia

- Fabrication of “axicon” devices, responsáveis: Marco Piccardo, Sofia Simenta, Ines Silva

Advanced Sensor Interfaces and Circuits

Equipa

- **Investigadores principais:** Diogo Caetano
- **Investigadores:** Mario Blas (pós-doc), Ricardo Lorena, Mario Silva
- **Estudantes de doutoramento:** Maria Zolotareva
- **Estudantes de mestrado:** João Cordeiro, João Fortunato, Francisco Mendes, Catarina Manuel, Rodrigo Witt, Fabio Dias, Vasco Nunes, Catarina Manuel, Rodrigo Witt, Pedro Ferreira
- **Bolseiros de Investigação ou estagiários:** Alexandre Ares do Santos, Margarida Saraiva, Sebastião Figueiredo, Dajid Morel, Kyria Sharon Bikobo
- **Colaboradores em contratos industriais e serviços:** NA

Linhas de investigação

Linha de investigação Interface com Sistemas Biológicos

- Colaboradores envolvidos: Maria Zolotareva, Ruben Afonso (Sintronics), Fábio Dias, Mário Silva, Diogo Caetano
- Other collaborations: Spintronics, BioMEMS (internos) e IBB e FLASH Diagnostics (externos), Silicon Gate, INESC-ID e Consórcio UNLOOC 44 parceiros internacionais.
- Financiamento/Projectos de apoio a esta linha: UNLOOC, POEMS (indirecto)
- Resultados: Esta linha foca-se no desenvolvimento de sistemas ciberfísicos para a interface com entidades biológicas. Em 2025, no âmbito do projeto Bactometer, validou-se a eficácia de biossensores ITS-DNA para o diagnóstico de infeções fúngicas e o avanço da tecnologia "lab-on-chip" para identificação rápida de patógenos publicado na VIEW. No contexto do projeto UNLOOC, foi desenhado um circuito integrado (ASIC) com um modulador Sigma-Delta de ultra-baixo consumo para digitalização de sinais em plataformas Organ-on-Chip, publicado no IEEE ISCAS, foi também fabricado em conjunto com a Silicon Gate um ASIC para leitura de múltiplos sensores (Temperatura, O₂, pH, Impedância) num sistema inteligente para Organ-on-Chip, publicação ainda pendente de resultados de medida. Resultaram também duas palestras convidadas uma nacional e outra internacional
- Publicações resultantes: Artigo Revista 3, 29,30; Artigo Conferência 34

Linha de investigação Interfaces para Medição de Corrente Contactless e Sistemas para a Transição Energética

- Colaboradores envolvidos: Mário de Blas (Garcia), Ricardo Lorena, João Cordeiro e Diogo Caetano,
- Other collaborations: Spintronics (interno) e INL, Labellec, Wattis, INESC-ID (externos)
- Financiamento/Projectos de apoio a esta linha: ATE e NGS
- Resultados: Durante o ano de 2025, as atividades centraram-se na implementação de arquiteturas de medidores de potência inteligentes baseadas em sensores de corrente TMR (Tunnel Magnetoresistance) para aplicações em Smart Grids. Foram desenvolvidos e testados com sucesso

protótipos funcionais para a medição de correntes AC/DC de alta e baixa intensidade, garantindo isolamento galvânico e elevada precisão sem interrupção do circuito. Adicionalmente, foi validado um protótipo de energy harvester com núcleo magnético dividido, especificamente desenhado para permitir a auto-alimentação de sensores industriais diretamente a partir de cabos de transporte de energia foi publicado um artigo em conferência e preparada uma patente para submissão em 2026

- Publicações resultantes: Artigo Conferência 33

Formação avançada

- Colaboradores envolvidos na formação: Diogo Caetano, Mário de Blas
- Formação em eletrónica e sistemas de processamento de sinal:
 - 3 teses de mestrado terminadas em 2025 uma no MEEC e outra no MEFT
 - 7 alunos a desenvolver teses de MSc nos cursos MEEC e MEE do IST
 - 1 bolsheiro na área de microeletrónica
 - 2 que terminaram o PIC1 em LEFT
 - 2 estagiários na área de microeletrónica
- Teses mestrado terminadas:
 1. Pedro Manuel da Silva Ferreira: "Electronic control driver for autofocusing liquid crystal lenses".
 2. Fábio Miguel Magalhães Dias: "Ultra-Compact $\Sigma\Delta$ Modulator for Organ-on-Chip Systems".
 3. Vasco Nunes: "Nanoelectronic chip design: from physics principles to circuit design for production".
- Teses Doutoramento: Hanna Iva Busse: "Wireless Data CMOS Downlink for Implantable Power Harvesting Health Devices", defendida em 12 de dezembro de 2025 (Externa ao INESC MN)

Colaborações internacionais

- Projecto UNLOOC: colaboração com IHS, Silicon Gate, INESC MM, ChipShop - Desenvolvimento de eletrónica de aquisição de alto desempenho e digitalização para plataformas avançadas de *Organ-on-Chip* num consórcio europeu de larga escala
- Projecto POEMS: UAveiro, INL, INESC ID, IST - Estabelecimento do Centro de Competências de Semicondutores em Portugal para reforçar as capacidades nacionais em design de circuitos CMOS e nanotecnologias
- Projecto ATE: EDP, INL, ENGIN - Investigação e prototipagem de medidores de potência inteligentes baseados em sensores magnéticos TMR para a monitorização de redes elétricas inteligentes (*Smart Grids*)
- Project NGS: WattIs, IST - Desenvolvimento de sistemas de sensorização de baterias e implementação de passaportes digitais de baterias através de tecnologia de transmissão de dados por NFC
- Colaboração científica com IBB e FLASH Diagnostics: Integração de biossensores 54magnetoresistivos e sistemas microfluídicos em dispositivos *point-of-care* para o diagnóstico ultrarrápido de infeções bacterianas e fúngicas multirresistentes

Transferência de Tecnologia

- Coordenação do Comité de Propriedade Intelectual do INESC MN e valorização de ativos através de novas patentes em processamento de sinal e monitorização de corrente, responsável: Diogo Caetano.
- Apoio na expansão das infraestruturas do INESC MN para o Taguspark, incluindo a criação de um novo laboratório de eletrónica, para apoio direto à inovação industrial e serviços de pré-produção, responsáveis: Paulo Freitas, Susana Cardoso, Diogo Caetano

Eletrónica orgânica

Equipa

- **Investigadores principais:** Helena Alves
- **Investigadores:** Maryam Salimian
- **Estudantes de doutoramento:** Ismael Domingos, Joana Tavares, Ana Paracana, Afonso Ferreira
- **Estudantes de mestrado:** João Oliveira, Adélia Ferreira, Maria Colaço, João Fortunato, Francisco Mendes
- **Bolseiros de Investigação ou estagiários:** Carolina Antunes, Fernanda Coelho, Rodrigo Sanguino, Elisa Simioni
- **Colaboradores em contratos industriais e serviços:** n/a

Linhas de investigação

Linha de investigação Materiais Condutores Orgânicos e Processamento Avançado

- Colaboradores envolvidos: Maryam Salimian, Joana Tavares, Ana Paracana, Adélia Ferreira, Maria Colaço, Francisco Mendes
- Other collaborations: Susana Freitas (outros grupos INESC-MN), A. Charas (IT-Lisboa), T-Q Nguyen (Universidade de Califórnia - Santa Bárbara), P. Pinho (IT-Aveiro), J Lacik e Z. Raida (Universidade de Brno), A. I. S. Neves (Universidade de Exeter)
- Financiamento/Projectos de apoio a esta linha: Lusitano [Proj_PRR-C632491900-00467021].

Durante 2025, esta linha focou-se na otimização de materiais condutores orgânicos, nomeadamente formulações baseadas em PEDOT:PSS, grafeno funcionalizado e compósitos híbridos, com ênfase na melhoria da condutividade elétrica, estabilidade ambiental e processabilidade em substratos flexíveis. Foram desenvolvidas novas estratégias de modificação estrutural e incorporação de aditivos reticulantes, permitindo a obtenção de filmes auto-sustentáveis com elevada estabilidade em água e compatibilidade com aplicações bioeletrónicas. Foram também implementados processos de deposição escaláveis (doctor blade e impressão serigráfica), visando integração em dispositivos flexíveis, particularmente têxteis.

- Publicações resultantes: [Paper_47], [Paper_48]

Linha de investigação Sensores Flexíveis e Dispositivos Wearable

- Colaboradores envolvidos: Ismael Domingos, Afonso Ferreira, João Oliveira, João Fortunato, Carolina Antunes, Rodrigo Sanguino, Elisa Simioni
- Other collaborations: Diogo Caetano, Susana Freitas (outros grupos INESC-MN), M. Craciun (Universidade de Exeter), H. Silva (IT-Lisboa), D. Telles (Hospital Santa Maria), X. Viegas (ADAI), A. Ferreira (FMUC)
- Financiamento/Projectos de apoio a esta linha: FogoSeguro [Proj_PCIF-SSO-0163-2019]

Em 2025, esta linha de investigação focou-se no desenvolvimento de sensores flexíveis e têxteis e na sua integração em sistemas eletrónicos autónomos para monitorização fisiológica e ambiental. Foram exploradas diferentes abordagens de deteção, incluindo sensores resistivos, capacitivos e baseados em antenas, destinados à monitorização de parâmetros como temperatura, humidade, pressão e sinais fisiológicos. Uma parte significativa do trabalho foi dedicada ao desenvolvimento de nanogeradores triboelétricos (TENGs) para colheita de energia mecânica e aplicações de deteção autoalimentada. Este trabalho incluiu o design e a otimização de estruturas triboelétricas compatíveis com substratos flexíveis e têxteis, capazes de converter estímulos mecânicos, como movimento, pressão ou vibração, em sinais elétricos. Foi dada particular atenção à integração destes dispositivos com sistemas de comunicação sem fios de baixo consumo, incluindo plataformas RFID passivas, permitindo o desenvolvimento de nós de deteção energeticamente autónomos. O trabalho incluiu também o estudo de estratégias de adaptação de impedância e otimização de circuitos de interface, com o objetivo de melhorar a transferência de energia entre os nanogeradores triboelétricos e os sistemas eletrónicos associados. Estes desenvolvimentos contribuem para a implementação de plataformas vestíveis e redes de sensores distribuídos capazes de operar sem recurso a baterias convencionais, com potencial aplicação em monitorização de saúde, têxteis inteligentes e sensores ambientais.

- Publicações resultantes: [Capítulo livro_1], [Paper_47]

Formação avançada

- Colaboradores envolvidos na formação: Helena Alves, Maryam Salimian, Ismael Domingos
- Formação em Eletrónica Orgânica e Dispositivos Flexíveis: Durante 2025, o grupo apoiou 2 alunos de cursos de licenciatura, 6 alunos de cursos de mestrado, 5 estagiários de verão e 3 bolsiros de investigação. A formação incluiu treino em técnicas de microfabricação, caracterização elétrica, processamento de materiais poliméricos e redação científica.
- Teses mestrado: João Oliveira, Adélia Ferreira, Maria Colaço
- Teses doutoramento: Ismael Domingos (em curso), Joana Tavares (em curso), Ana Paracana (em curso), Afonso Ferreira (em curso)

Colaborações internacionais

- Colaboração científica com Universidade de Brno, República Checa: coorientação de estudantes de doutoramento na área de sensores flexíveis
- Colaboração científica com Universidade de Exeter, Reino Unido: coorientação de estudantes de doutoramento na área Materiais Condutores Orgânicos e Processamento Avançado e de sensores flexíveis
- Colaboração científica com Universidade da Califórnia, Santa Bárbara, EUA: coorientação de estudantes de doutoramento na área Materiais Condutores Orgânicos e Processamento Avançado

Transferência de Tecnologia

- “Printed radio-frequency identification tag structure and its method of manufacturing”, N/Ref.: P1700.8 WO, Submetida patente internacional (PCT/IB2025/063070P1701.0 WO), responsáveis: Helena Alves, Maryam Salimian
- “AQUEOUS CONDUCTIVE ADHESIVE COMPOSITION, ITS METHOD OF PREPARATION AND USES THEREOF”, N/ Ref.: P1701.0 WO, Submetida patente internacional (PCT/IB2025/063068), responsáveis: Helena Alves, Maryam Salimian

Semicondutores de largo hiato

Equipa

- **Investigadores principais:** Katharina Lorenz, Marco Peres
- **Investigadores:** Jiang, Zhi
- **Estudantes de doutoramento:** Duarte Magalhães Esteves, Belarmino Tavares, Miguel Cardoso Pedro, Ana Sofia Sousa, Inês Riscado Moreira Braz Proença, Julia Inês Pilan Zanoni
- **Estudantes de mestrado:** Inês da Silva Gonçalves, Inês Teixeira Telles de Freitas, Miriam da Silva Simões, Alexandre Vargas Nobre de Gusmão, Manuel Albergaria Bicudo Dias Marques, Alexandre Jorge Serra Capricho, Ricardo Manuel Mendes de Ferreira Carvalho, Norberto Rafael Costa de Azevedo, Cláudia Vanessa Silva Figueiredo, Tobias Kompatscher

Linhas de investigação

Linha de Investigação Efeitos de Radiação e Sensores de Radiação

- Colaboradores envolvidos: Universidade de Aveiro, INL Braga, Universidade Complutense de Madrid
- Other collaborations: Grupo Spintrónica e Biossensores, IST - Laboratório de Aceleradores, IPFN, C2TN
- Financiamento/Projetos de apoio a esta linha: IONProGO, Laboratórios de Missão IST - Técnico Flagship Labs
- Desenvolvimento de sensores UV e de sensores de radiação ionizante baseados em nanomembranas, nanofios e filmes finos de Ga_2O_3 . Estudo de efeitos de radiação em células solares CIGS. Caracterização in-situ de efeitos de radiação.
- Publicações resultantes: 11, 12, 13, 17, 18

Linha de Investigação Modificação por Feixes de Iões

- Colaboradores envolvidos: Universidade de Aveiro, CIMAP GANIL Caen, Universidade Autónoma de Madrid, Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, Universidade Complutense de Madrid
- Other collaborations: IST - Laboratório de Aceleradores, IPFN, C2TN
- Financiamento/Projetos de apoio a esta linha: IONProGO, RIANA
- Modificação de poços quânticos por iões energéticos e pesados. Formação de nanopadrões na superfície de silício por sputtering. Dopagem de semicondutores com terras raras para emissão de luz visível. Formação de fases de bronze de hidrogénio e controlo da condutividade de MoO_3 por implantação iónica. Formação de nanopartículas metálicas com propriedades plasmónicas em dieléctricos e semicondutores de largo hiato energético.
- Publicações resultantes: 7, 20

Linha de Investigação Caracterização avançada de semicondutores emergentes e aplicações inovadoras

- Colaboradores envolvidos: Universidade Complutense de Madrid, Universidade de Aveiro, Fraunhofer IAF, Universidade de Cork

- Other collaborations: Grupo Spintrónica e Biossensores, IST - Laboratório de Aceleradores, IPFN, C2TN
- Financiamento/Projetos de apoio a esta linha: DEOFET, IONProGO, ReMade
- Transístores de efeito de campo baseados em óxidos 2D como o MoO₃ ou quase-2D como o Ga₂O₃. Exfoliação líquida de MoO₃ por ablação laser. Caracterização de ternários e quaternários de nitretos piezoelétricos e ferroelétricos e controlo dos campos de polarização. Síntese de Diamantes por uma nova estratégia baseada em metais líquidos. Estudo e otimização da eficiência fotocatalítica baseada na emissão UV persistente de defeitos em LiYGeO₄.
- Publicações resultantes: 8, 9, 10, 14,15, 16, 18, 19

Formação avançada

- Colaboradores envolvidos na formação: Katharina Lorenz, Marco Peres
- Formação em Física e Tecnologia dos Semicondutores: 20 alunos de cursos
- Teses mestrado: 4, 5, 6

Colaborações internacionais

- CEA Grenoble: Rare-earth doped nitrides for light emitting diodes.
- Universidade Complutense de Madrid: Nanodispositivos à base de Ga₂O₃.
- University College Cork: Quantificação de boro em ternários e quaternários de nitretos
- Fraunhofer IAF: Nitretos ferroelétricos e defeitos em AlN
- Universidade de Lund: Semicondutores de hiato largo
- Ruder Boskovic Institute Zagreb: Detetores de radiação

Transferência de Tecnologia

- US patent pending US2024304460A1 (2024-09-12): Title: PROCESS FOR PRODUCING ROLLS AND MEMBRANES OF SUBMICROMETRIC THICKNESS OF GA2O3 BY ION IMPLANTATION

Laboratório Associado – i4HB

Em 2025, o INESC MN reforçou a sua participação no i4HB – Laboratório Associado através do desenvolvimento de investigação em microfluídica aplicada a diagnóstico molecular e modelos avançados *Organ-on-Chip*. Destaca-se o arranque do projeto BIOaptAA (2025–2028), financiado pela FCT/FEDER e coordenado pelo iBB – Institute for Bioengineering and Biosciences, com foco na bioengenharia de terapias personalizadas para anemia aplástica. Este projeto consolidou colaborações internas e interinstitucionais em torno de dispositivos Lab-on-Chip e de sistemas microfluídicos inovadores.

A produção científica incluiu duas publicações internacionais nas revistas *Analytica Chimica Acta* e *Sensing and Bio-Sensing Research*, centradas na integração da técnica de *rolling circle amplification* em dispositivos microfluídicos para análises biomoleculares quantitativas e deteção

sensível de genes de resistência bacteriana. Em paralelo, registou-se forte envolvimento na formação avançada, com orientação de teses de mestrado e de projetos integradores (PIC2), bem como participação em júris de doutoramento e de mestrado, dos diferentes membros do laboratório associado (FCT-UCIBIO, iBB-IST).

A nível internacional, a atividade incluiu um seminário convidado na Université Paris-Saclay e a apresentação de resultados na conferência Biosensors 2025.

6.2 ANNEX II - Produção científica em 2025

Resumo

Publicações em revistas com peritagem internacional	49
Atas em Conferências	3
Capítulos de livros	1
Comunicações em congressos internacionais	47
Comunicações em congressos nacionais	3
Teses de Doutorado	7
Teses de Mestrado	21
Teses de Licenciatura/Bachelor's e estágios	28
Patentes	6
Outras	
- Documentos de normalização	2
- Desenvolvimento de Software e Códigos	4
- Protótipos	8
Palestras convidadas	21
Outras atividades de divulgação	32
Organização de Conferências e Workshops	2

Publicações em revistas com peritagem internacional

1. P.G.M. Condelipes, I. Petrou, I. Iria, J. Gonçalves, R. Santos, V. Chu, J.P. Conde, "Microfluidic capillary platform with hydrophilic PDMS for point-of-care immunoassays", *Sensors and Actuators: B. Chemical* **423**, 136831 (2025). <https://doi.org/10.1016/j.snb.2024.136831>
2. C. Domingues, M.S.C. Rodrigues, P.G.M. Condelipes, A.M. Fortes, V. Chu, J.P. Conde, "A reusable capillary flow-driven microfluidic system for abscisic acid detection using a competitive immunoassay", *Sensors* **25**, 411 (2025). <https://doi.org/10.3390/s25020411>
3. C. Caneira, R.R. Rosa, V. Chu, M. Nilsson, N. Madaboosi, R.R.G. Soares, J.P. Conde, "A systematic implementation of padlock probing-based rolling circle amplification in an integrated microfluidic device for quantitative biomolecular analyses", *Analytica Chimica Acta* **1351**, 343834 (2025). <https://doi.org/10.1016/j.aca.2025.343834>
4. C. Domingues, R.R. Rosa, R.G. Rodrigues, A.M. Fortes, V. Chu, J.P. Conde, "Aptamer-Based Microfluidic Assay for In-Field Detection of Salicylic Acid in Botrytis cinerea-Infected Strawberries", *Biosensors* **15**, 266 (2025). <https://doi.org/10.3390/bios15050266>
5. J.S. Rodrigues, S. Relvas, P.M. Condelipes, B. Silva, R. Bozzo, P.G. de Pinho, V. Chu, F. Remião, J.P. Conde, J.P. Miranda, "Enhancing the maturity and diclofenac metabolism ability of mesenchymal stem cell-derived human hepatocytes in vitro using microfluidics", *Biotechnology Journal*, 20:e70037 (2025). <https://doi.org/10.1002/biot.70037>
6. Baldeweck, L.; Caneira, C.R.F.; Vidic, J. "Microfluidic Padlock Probe-based Rolling Circle Amplification for sensitive detection of *mecA* resistance gene in *Staphylococcus aureus*". *Sensing and Bio-Sensing Research* **51** (2025): [10.1016/j.sbsr.2025.100941](https://doi.org/10.1016/j.sbsr.2025.100941)
7. J. Zaroni, J.P.S. Cardoso, D.M. Esteves, J.D. Gouveia, A.V. Girao, L. Rino, K. Lorenz, M.R.P. Correia, M. Peres, T. Monteiro, J. Rodrigues, "Pr³⁺-implanted β -Ga₂O₃ single crystals: A comprehensive theoretical and experimental investigation", *Optical Materials* **169** (2026) 117692. <https://doi.org/10.1016/j.optmat.2025.117692>
8. A. Marciel, A. C. Bastos, L. Pereira, S. K. Jakka, J. Borges, F. Vaz, M. Peres, K. Lorenz, L. C. Alves, A. Bafti, L. Pavić, R. F. Silva, M. Graça, "Niobium–Molybdenum Oxide Thin Films Grown on Flexible ITOCoated PET Substrates", *ACS Applied Energy Materials* **8** (2025) 4184. <https://doi.org/10.1021/acsaem.4c02935>
9. A. Abdullaev, L. Mukhangaliyeva, K. Sekerbayev, D. M. Esteves, M. C. Pedro, L. C. Alves; K. Lorenz, M. Peres, Z. Utegulov, "Thermal transport in ion-beam-exfoliated β -Ga₂O₃ nanomembranes", *APL Mater.* **13** (2025) 051120. <https://doi.org/10.1063/5.0271003>
10. I. Proença, J. D. Gouveia, A. V. Girao, M. Peres, R. Mateus, L. C. Alves, D. M. Esteves, A. L. Rodrigues, M. I. Dias, K. Lorenz, L. Rino, F. M. Costa, T. Monteiro, J. Rodrigues, "Unravelling the UV luminescence of Bi-doped LiYGeO₄: a journey from first principles to temperature-dependent photoluminescence", *J. Mater. Chem. C* **13** (2025) 13167. <https://doi.org/10.1039/D5TC01676B>
11. T. V. Fernandes, J. Gomes, J. Gaspar, P. T. Patrício, B. P. Falcao, A. F. da Cunha, N. Catarino, J. G. Marques, M. Peres, K. Lorenz, J. P. Teixeira, P. M. P. Salomé, J. P. Leitao, "Evaluating 1 MeV proton damage in Cu(In,Ga)Se₂ solar cells and a recovery pathway" *J. Phys. Energy* **7** (2025) 035021. <https://doi.org/10.1088/2515-7655/ade5c9>
12. C. Bouhafs, D. Carrasco, R. Lorena, C. Alfisi, J.e Dolado, P. Pérez-Peinado, P. Hidalgo, D. Caetano, G. Martínez-Criado, B. Méndez, E. Nogales, K. Lorenz, S. Cardoso, "Self-Powered UVC and X-Ray Photodetection in Single Sn-Doped β -Ga₂O₃ Microwire Schottky Diodes", *Adv. Mater. Technol.* **10** (2025) e01212. <https://doi.org/10.1002/admt.202501212>

13. T. V. Fernandes, P. T. Patrício, A. F. da Cunha, J. Gaspar, N. Catarino, M. Peres, K. Lorenz, J. P. Teixeira, P. M. P. Salomé, J. P. Leitão, "Remarkable Recovery of Proton-Irradiated Cu(In,Ga)Se₂-Based Solar Cells for Space Applications: Thermal and Light Annealing Treatment", ACS Appl. Energy Mater. 8 (2025) 2767
14. A. S. Sousa, D. M. Esteves, T. T. Robalo, M. S. Rodrigues, L. F. Santos, K. Lorenz, M. Peres, "Effect of Annealing on Al Diffusion and its Impact on the Properties of Ga₂O₃ Thin Films Deposited on c-Plane Sapphire by RF Sputtering", Phys. Status Solidi RRL (2025) 2500053. <https://doi.org/10.1002/pssr.202500053>
15. C. Mieszczynski, K. Skrobias, P. Jozwik, R. Ratajczak, E. Wyszowska, R. Heller, K. Lorenz, "Dislocation Loops Parameterization for Ion Channeling Analysis of High-Temperature Ar-Implanted NiFe and NiFeCoCr Alloys", Phys. Status Solidi RRL (2025) 2500083. <https://doi.org/10.1002/pssr.202500083>
16. S. Magalhães, J. G. Ramos, D. N. Faye, D. M. Esteves, D. R. Pereira, M. Peres, G. Gupta, S. Rath, K. Lorenz, "Compositional Mapping of Ion Implantation Damage in Al_{1-x}Ga_xN via a Two-Step High-Resolution X-Ray Diffraction Simulation", Phys. Status Solidi RRL (2025) 2500144. <https://doi.org/10.1002/pssr.202500144>
17. Tiago V. Fernandes, Pedro T. Patrício, António F. da Cunha, Marco Peres, Katharina Lorenz, Jennifer P. Teixeira, Pedro M. P. Salomé, Joaquim P. Leitão, "Performing Relevant Irradiation Experiments: The Role of Proton Flux in the Dynamic Annealing during Irradiation of Cu(In,Ga)Se₂-Based Solar Cells", Phys. Status Solidi RRL (2025) e202500374. <https://doi.org/10.1002/pssr.202500374>
18. M. C. Pedro, D. M. Esteves, D. R. Pereira, L. C. Alves, C. Bouhafs, K. Lorenz, M. Peres, "Ultraviolet Photodetectors and Field-Effect Transistors Based on β-Ga₂O₃ Nanomembranes Produced by Ion-Beam-Assisted Exfoliation", Phys. Status Solidi RRL (2025) 2500059. <https://doi.org/10.1002/pssr.202500059>
19. D. R. Pereira, C. Bouhafs, D. Verheij, C. Díaz-Guerra, L. Vázquez, M. Peres, S. Cardoso, P. P. Freitas, K. Lorenz, "Field Effect Transistors Based on α-MoO₃ Exfoliated Crystals: Fabrication, Functionalization and Characterization", Phys. Status Solidi RRL 2025, 2500104. <https://doi.org/10.1002/pssr.202500104>
20. M. Sall, G. Sow, A. Baillard, A. Dujarrier, L. Goodwin, J.G. Mattei, M. Sequeira, M. Peres, P. Loiko, Y. Doublet, M.P. Chauvat, C.A.P. da Costa, P. Boduch, H. Rothard, A. Braud, B. Damilano, K. Lorenz, C. Grygiel, E. Balanzat, I. Monnet, "Swift heavy ion irradiation puts InGaN/GaN multi-quantum wells on the track for efficient green light emission", Nano Trends 9 (2025) 100078. <https://doi.org/10.1016/j.nwnano.2025.100078>
21. Silica Meta-Optics: When High Performance Does Not Need a High Index, L Sacchi, A Palmieri, V Mishra, JS Park, M Piccardo, F Capasso, Nano Letters, 2025. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.nanolett.5c04960?goto=supporting-info>
22. Trends in relativistic laser–matter interaction: the promises of structured light, Marco Piccardo, Mihail O Cernaianu, John P Palastro, Alexey Arefiev, Cédric Thaury, Jorge Vieira, Dustin H Froula, Victor Malka, Optica 12 (6), 732-752, 16, 2025 <https://doi.org/10.1364/OPTICA.558754>
23. Temporal solitons in hybrid-driven active resonators, D Kazakov, F Capasso, M Piccardo, Reports on Progress in Physics 88 (6), 066402, 1, 2025 <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-6633/addfe9>
24. High-aspect-ratio, ultratall silica meta-optics for high-intensity structured light, Beatriz Oliveira, Pablo San Miguel Claveria, Pedro DR Araujo, Patricia Estrela, Ines Gonçalves, Maria

- Ines S Nunes, Rui Meirinho, Marta Fajardo, Marco Piccardo, *Optica* 12 (5), 713-719, 4, 2025
<https://doi.org/10.1364/OPTICA.559278>
25. Driven bright solitons on a mid-infrared laser chip, Dmitry Kazakov, Theodore P Letsou, Marco Piccardo, Lorenzo L Columbo, Massimo Brambilla, Franco Prati, Sandro Dal Cin, Maximilian Beiser, Nikola Opačak, Pawan Ratra, Michael Pushkarsky, David Caffey, Timothy Day, Luigi A Lugiato, Benedikt Schwarz, Federico Capasso, *Nature*, 1-7, 15, 2025
<https://doi.org/10.1038/s41586-025-08853-y>
 26. Humanity's last exam, L Phan, A Gatti, Z Han, N Li, J Hu, H Zhang, CBC Zhang, M Shaaban, ..., M Piccardo, ... arXiv preprint arXiv:2501.14249, 296, 2025
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2501.14249>
 27. Hybridized Soliton Lasing in Coupled Semiconductor Lasers, Theodore P Letsou, Dmitry Kazakov, Pawan Ratra, Lorenzo L Columbo, Massimo Brambilla, Franco Prati, Cristina Rimoldi, Sandro Dal Cin, Nikola Opačak, Henry O Everitt, Marco Piccardo, Benedikt Schwarz, Federico Capasso, *Physical Review Letters* 134 (2), 023802, 9, 2025
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.134.023802>
 28. Incoherent Diffraction Imaging with a Pseudo-Thermal Light Source, Peer Biesterfeld, Pablo San Miguel Claveria, Sebastião Antunes, Matilde Fernandes, Matilde Garcia, Matilde Nunes, Lucas Ansia Fernandez, Gareth O Williams, Sven Fröhlich, David Theidel, Philip Mosel, Ihsan Fsaifes, Andrea Trabattoni, Marco Piccardo, Jean-Christophe Chanteloup, Milutin Kovacev, Hamed Merdji, Marta Fajardo, arXiv preprint arXiv:2501.05417
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2501.05417>
 29. M. Zolotareva, F. Cascalheira, R. Afonso, M. Corado, A. Martins, C. Caneiras, C. Bárbara, M. C. Teixeira, D. M. Caetano, *VIEW*. 2025, 6, 20250015. <https://doi.org/10.1002/VIW.20250015>
 30. F. Näf, R. Afonso, D. M. Caetano, S. Cardoso and G. Tavares, "High Performance ZPM-Based AC Readout Platform With Enhanced Carrier Suppression," in *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, vol. 74, pp. 1-10, 2025, Art no. 9517810, doi: 10.1109/TIM.2025.3558169.
 31. P. Fonseca, W. Antunes, S. Cardoso, "Characterisation of bacterial-nanoparticle interactions via STORM and SEM: Optimising magnetic labelling strategies for biosensor integration", *Sensors and Actuators Reports*, 100430 (2025); <https://doi.org/10.1016/j.snr.2025.100430>
 32. C. Alfisi, A. Brillì, H. Tercas, S. Cardoso, "Tunable ITO–Metal Plasmonic Metamaterial Channel for Tailored Sensing: A Simulation–Driven Approach", *AIP Advances*, vol.15, 125112 (2025)
 33. H.L. Barros, N. Martinho, S. Cardoso; V.D.B. Bonifácio, "Ball-Milling-Assisted Coating and Magnetic Properties of Fluorescent Biodegradable Powders for Fingerprint Detection", *Molecules*, 30(22), 4481 (2025). <https://doi.org/10.3390/molecules30224481>
 34. João Serra, J. Mateus, S. Cardoso, J. Ventura, P. Aguiar, D.C. Leitão, "Stress-actuated partially flexible microelectrode arrays for activity recording in 3D neuronal cultures", *Lab on Chip* 25, 5574-5583 (2025), <https://doi.org/10.1039/D4LC01077A>
 35. C. Bouhafs, E.Nogales Dias, R. Lorena, C.Alfisi, D.C.Madrigal, J.Dolado, L.Santos, D.Caetano, M.Bianchi Martin, K.Lorenz, S.Cardoso, Role of Defects in Enhancing Photodetection Performance of Single Sn-Doped β -Ga₂O₃ Microwire Schottky Diodes, *Advanced Materials Technologies* e01212 (2025), <https://doi.org/10.1002/admt.202501212>
 36. Francisco Mêda, Fabian Näf, Tiago Fernandes, Alexandre Bernardino, Lorenzo Jamone, Gonçalo Tavares and Susana Cardoso, "Skin-Inspired Magnetoresistive-based Tactile Sensor for Force Characterization in Distributed Areas, *Sensors*, (25(12): pp.3724 (2025), <https://doi.org/10.3390/s25123724>

37. F.Favita, P.D.R.Araujo, F.Matos, S.Cardoso, P.P.Freitas, "Evaluation of the feasibility of TMR sensor array vertical packing for enhanced detectivity", *IEEE Trans Magn.* 61 (6), pp. 1-4, 4400204 (2025), <https://doi.org/10.1109/TMAG.2025.3536185>
38. G.Brites, T.P. Fernandes, P.D.R.Araujo, R.Macedo, S. Cardoso "Understanding the detection limits of a vertical packing AMR system", *IEEE Trans Magn.* 61 (6), pp. 1-5, 4400305 (2025); 10.1109/TMAG.2025.3537683
39. D.Sørensen, G. Brites, P.D.R.Araujo, R.Macedo and S. Cardoso, "Lithography optimization with artificial intelligence for thin film device fabrication", *IEEE Trans Magn.* 61 (6), pp. 1-4, 6500304 (2025), 10.1109/TMAG.2025.3533945
40. R.Cardoso, T., S.Cardoso, "Miniaturized device to measure urease activity in the soil interstitial fluid using wenner method", *Biogeotechnics*, 3, pp.100120 (2025), 10.1016/j.bgtech.2024.100120
41. P.Fonseca, F. Duarte, F. Sousa Alves, Jose Borges, S.Cardoso, V.C. Silverio, W. Antunes, "SOLARIS: A portable 3D-printed bioaerosol sampler for environmental bacterial collection", *Royal Society Open Science*, 12(2):240364 (2025)
42. S.Krishnia, Libor Vojáček, Tristan Gomes, et.al., "Interfacial spin-orbitronic effects controlled by different oxidation levels at the Co/Al interface", *Phys. Rev. Applied* 24, 024055 (2025)
43. Tristan Gomes, et.al., "Neuromorphic weighted sums with magnetic skyrmions", *Nat Electron* 8, 204–214 (2025)
44. Batista E, Martins RF, Silverio V and Godinho I (2025) Advancing calibration techniques for accurate micro and nanoflow measurements. *Front. Nanotechnol.* 7:1600426.
45. Mariana G.M. Lopes, Vania Silverio, Harrson S. Santana, Osvaldir P. Taranto, Microfluidic platform for alcoholic fermentation process: Ethanol production and on-line quantification, *Chemical Engineering Research and Design*, 215, 2025, 398-407.
46. Batista E, Silverio V, Romieu K, Alves e Sousa J, Daugbjerg TS (2025) Development of Measurement Procedures for Volume and Flow Related Quantities in Microfluidic Devices, *Measurement: Sensors*: 101551.
47. Domingos, C. Antunes, H. Alves, "Graphene-Based Triboelectric Multi-Sensors for Self-Powered Multimodal Motion Sensing in Smart Textiles", *ACS Applied Electronic Materials*, 2025 (<https://doi.org/10.1021/acsaelm.5c01519>)
48. Tavares, A. I. S. Neves, M. F. Cracium, P. Pinho, H. Alves, "Sustainable Graphene and PEDOT/Ag Inks for Resistive and Antenna Textile Sensors of Temperature and Humidity ", *Advanced Engineering Materials*, 2025 (DOI: 10.1002/adem.202500922)
49. Tavares, J. Lacik, P. Pinho, Z. Raida, H. Alves, "Advancing Sustainable RF Energy Harvesting for Wearable Electronics with 2.45 GHz Textile-Printed Rectennas, *Scientific Reports*, 2025, 15(1), 24429 (<https://doi.org/10.1038/s41598-025-09966-0>);

Atas de Conferências

1. J.P. Conde, C. Domingues, R.R. Rosa, R.G. Rodrigues, A.M. Fortes, V. Chu, "Microfluidic biosensors for biotic and abiotic plant stress monitoring", 2025 IEEE Sensors Applications Symposium [SAS 2025] Proceedings, IEEE Catalog Number: CFP25SAS-ART, ISBN: 979-8-3315-1193-7
2. M. García-de-Blas, S. Melo, R. Lorena, M. Martins, P. P. Freitas and D. M. Caetano, "Power Meter Architecture with AC/DC TMR Current Sensors for Smart Grid Applications," 2025 IEEE

Sensors Applications Symposium (SAS), Newcastle, United Kingdom, 2025, pp. 1-6, doi: 10.1109/SAS65169.2025.11105101.

3. F. M. Dias, H. A. Pocinho, G. Rodrigues, J. Fernandes and D. M. Caetano, "Ultra-Compact Low-Power 1st Order Quasi-Passive Sigma-Delta Modulator for Organ-on-Chip Systems," *2025 IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS)*, London, United Kingdom, 2025, pp. 1-5, doi: 10.1109/ISCAS56072.2025.11044316.

Capítulos de livros

1. F. Ferreira, H. Alves, H. P. da Silva, "Case Study: Sympathia Sense", Book chapter in: Open Source Biomedical Engineering. Springer, in press

Comunicações em Conferências

Internacionais

1. Microfluidic Isothermal Amplification for pathogen detection in food products, Rafaela R. Rosa, Ana Margarida Fortes, Sílvia Monteiro, Ricardo Santos, Virgínia Chu, João Pedro Conde, May 20-22, Biosensors 2025, Lisbon, Portugal
2. Microfluidic liquid chromatography for biosensing applications, Rodolfo G. Rodrigues, Ana M. Azevedo, Virginia Chu, João Pedro Conde, May 20-22, Biosensors 2025, Lisbon, Portugal
3. Microfluidic padlock probe-based Rolling Circle Amplification (PLP-RCA) for sensitive detection of *mecA* and *vanA* resistance genes in *S. aureus* and *Enterobacter* species, Léo Baldenweck, Catarina Caneira, João P Conde, Virginia Chu, Jasmina Vidic, May 20-22, Biosensors 2025, Lisbon, Portugal
4. Indirect detection of *Klebsiella pneumoniae* using bacteriophages as signal amplifiers, Sousa, Jéssica C.; Frangolho, Ana; Nogueira, Catarina; Azevedo, Andreia S. ; Azevedo, Nuno F.; Conde, João P.; Carvalho, C., May 20-22, Biosensors 2025, Lisbon, Portugal
5. M. Peres, A. S. Sousa, I. Freitas, D. M. Esteves, J. Zaroni, K. I. Nizić, T. Dunatov, G. Provasas, L. F. Santos, J. Rodrigues, T. Monteiro, L. C. Alves, K. Lorenz, Enhancing Optical and Electrical Properties of Ga_2O_3 by Ion Implantation: From Optically Active Centers to Plasmonic Nanostructures, 22nd International Conference on Radiation Effects in Insulators (REI-22), June 8-13, 2025, Madrid, Spain.
6. D. M. Esteves, R. He, J. Zaroni, C. Baziotti, J. P. S. Cardoso, S. Magalhães, M. C. Sequeira, L. F. Santos, A. Azarov, A. V. Girão, A. Kuznetsov, M. R. P. Correia, J. Rodrigues, T. Monteiro, F. Djurabekova, K. Lorenz, M. Peres, Anisotropic structural effects in Cr-implanted $\beta\text{-Ga}_2\text{O}_3$ single-crystals, 22nd International Conference on Radiation Effects in Insulators (REI-22), June 8-13, 2025, Madrid, Spain.
7. D. R. Pereira, M. Sall, C. Díaz-Guerra, M. Peres, S. Cardoso, P. P. Freitas, K. Lorenz, Tuning of $\alpha\text{-MoO}_3$ electrical properties via defect engineering using hydrogen implantation, 22nd International Conference on Radiation Effects in Insulators (REI-22), June 8-13, 2025, Madrid, Spain.
8. M. Sall, Y. Doublet, P. Loiko, B. Damilano, J. Olivares, S. K. Padhi, M. Peres, K. Lorenz, M. Sequeira, I. Monnet, Towards achieving InGaN/GaN MQW full-color monolithic LED by means of swift heavy ion irradiation, 22nd International Conference on Radiation Effects in Insulators (REI-22), June 8-13, 2025, Madrid, Spain.

9. I. Freitas, A. S. Sousa, D. M. Esteves, A. Costa, J. Madureira, S. Cabo Verde, K. I. Nizić, T. Dunatov, G. Provatas, K. Lorenz, M. Peres, Formation and modification of Ag and Au nanoparticles created by ion implantation in Ga₂O₃ thin films, 22nd International Conference on Radiation Effects in Insulators (REI-22), June 8-13, 2025, Madrid, Spain.
10. B.G.M. Tavares, K. Lorenz, M. Peres, M. Sequeira, I. Monnet, C. Grygiel, F. Moisy, M. Sall, Impact of Swift Heavy Ion Irradiation on the Structural and Optical Properties of GaN and AlGa_N Semiconductors, 22nd International Conference on Radiation Effects in Insulators (REI-22), June 8-13, 2025, Madrid, Spain.
11. M. C. Pedro, D. M. Esteves, A. S. Sousa, L. C. Alves, K. Lorenz, M. Peres, High responsivity and persistent photoconductivity in UV photodetectors obtained by ion-beam-assisted exfoliation of β-Ga₂O₃, 22nd International Conference on Radiation Effects in Insulators (REI-22), June 8-13, 2025, Madrid, Spain.
12. A. S. Sousa, D. M. Esteves, R. Schwarz, K. Lorenz, M. Peres, Effect of Ion Implantation on the Opto-Electronic Properties of Ga₂O₃ Thin Films, 22nd International Conference on Radiation Effects in Insulators (REI-22), June 8-13, 2025, Madrid, Spain.
13. A. Redondo-Cubero, K. Lorenz, E. García-Tabarés, B. Galiana, D. Fernández, F.J. Palomares, L. Vázquez, Self-organized silicide nanodots produced by ion implantation, 22nd International Conference on Radiation Effects in Insulators (REI-22), June 8-13, 2025, Madrid, Spain.
14. K. Lorenz, Ion implantation in GaN and GaN microwires for radiation sensing, XXVII International Conference on Ion – Surface Interactions (ISI – 2025) August 25–29, 2025, Ryazan, Russia - on-line participation.
15. D. M. Esteves, R. He, C. Bazioti, S. Magalhães, M. C. Sequeira, L. F. Santos, A. Azarov, A. Kuznetsov, F. Djurabekova, K. Lorenz, Marco Peres, Strain Engineering for β-Ga₂O₃ Nanostructures: Ion-beam-exfoliated Microtubes & Nanomembranes, EXMATEC - Expert Evaluation and Control of Compound Semiconductor Materials and Technologies, June 16-20, 2025, Cadiz, Spain.
16. A. S. Sousa, D. M. Esteves, T. T. Robalo, M. S. Rodrigues, L. F. Santos, R. Schwarz, K. Lorenz, M. Peres, Study of RF-sputtered Ga₂O₃ Thin Films for DUV Photodetectors, EXMATEC - Expert Evaluation and Control of Compound Semiconductor Materials and Technologies, June 16-20, 2025, Cadiz, Spain.
17. B. Tavares, D. Esteves, K. Lorenz, M. Peres, S. Magalhães, M. Sequeira, I. Monnet, C. Grygiel, F. Moisy, M. Sall, Swift Heavy Ion irradiation of GaN and AlGa_N Semiconductors, EXMATEC - Expert Evaluation and Control of Compound Semiconductor Materials and Technologies, June 16-20, 2025, Cadiz, Spain.
18. M. C. Pedro, D. M. Esteves, Ana Sofia Sousa, L. C. Alves, K. Lorenz, M. Peres, β-Ga₂O₃ nanomembrane devices obtained by ion-beam-assisted exfoliation, EXMATEC - Expert Evaluation and Control of Compound Semiconductor Materials and Technologies, June 16-20, 2025, Cadiz, Spain.
19. I. Freitas, A. S. Sousa, D. M. Esteves, A. R. G.A. Costa, J. Madureira, S. Cabo Verde, K. I. Nizić, T. Dunatov, G. Provatas, K. Lorenz, M. Peres, Formation and modification of Ag and Au nanoparticles created by ion implantation in Ga₂O₃ thin films, EXMATEC - Expert Evaluation and Control of Compound Semiconductor Materials and Technologies, June 16-20, 2025, Cadiz, Spain.
20. Defect Engineering of Metal Oxide Nanostructures Using Ion Beams, K. Lorenz, D. M. Esteves, M. C. Pedro, D. R. Pereira, L. C. Alves, S. Magalhães, M. Peres, EMRS Fall Meeting, Symposium U on Metal Oxide Nanomaterials for Advanced Optoelectronics and Environmental Applications, September 15-20, 2025, Warsaw, Poland

21. S. Magalhães, J. Ramos, D. M. Esteves, D. R. Pereira, M. Peres, K. Lorenz, B. Postolnyi, J. P. Araújo, A. Lysak, A. Wierzbicka, E. Przeździecka, Atomic Displacement Effects in X-ray Scattering of Implanted β -Ga₂O₃, α -MoO₃, and in Oxide Quantum Heterostructures: Advances Using the MROX Software, EMRS Fall Meeting, Symposium U on Metal Oxide Nanomaterials for Advanced Optoelectronics and Environmental Applications, September 15-20, 2025, Warsaw, Poland
22. M. C. Sequeira, M. Sal, F. Djurabekova, K. Nordlund, I. Monnet, C. Grygiel, K. Lorenz, Exploring Ultrafast Electron Dynamics and Strongly Ionising Radiation Effects in GaN Films and InGaN Quantum Wells, FISMAT2025, July 7-11, 2025, Venice, Italy
23. P. Jóźwik, R. Ratajczak, C. Mieszczczyński, K. Skrobas, E. Grzanka, M. Grabowski, A. Caçador, K. Lorenz, J. Jagielski, A. Tuross, Defect modeling and damage buildup in ion-bombarded materials, FISMAT 2025, July 7–11, 2025, Venice, Italy.
24. J. Zanoni, J. P. S. Cardoso, K. Lorenz, M. R. P. Correia, A. Pechnikov, V Nikolaev, P. Karaseov, M. Peres, T. Monteiro, J. Rodrigues, Optical Properties of Eu-Implanted Ga₂O₃ Thin Films: From α to β Polymorphs, SHINING A LIGHT ON BIOMEDICAL AND ENERGY APPLICATIONS (SHIFT25), October 13-17 2025, Tenerife, Canary Islands, Spain.
25. D. M. Esteves, M. O. Liedke, M. C. Pedro, D. R. Pereira, R. He, S. Magalhães, M. C. Sequeira, F. Djurabekova, K. Lorenz, M. Peres, β -Ga₂O₃ microtube and nanomembrane fabrication by Cr implantation, ReMade Workshop, May 22-23, 2025, Prague, Czech Republic
26. M. C. Sequeira, M. Sall, F. Djurabekova, K. Nordlund, I. Monnet, C. Grygiel, C. Wetzel, K. Lorenz, Advancing Radiation-Hard Electronics with Group-III Nitride Semiconductors, MRS Spring Meeting, April 7 - 11, 2025, Seattle, Washington, USA
27. D. M. Esteves, Ion-implanted Gallium Oxide for Small-field Beam Dosimetry, FISA-EURADWASTE 2025 & SNETP Forum, May 12–16, Warsaw, Poland
28. D. Sousa, E. Amar, D. Brito, C. J. Tavares, M. Peres, S. Sadewasser, C. M. M. Rosário, Calcium-ion implantation on in MBE grown bismuth selenide topological insulator thin films grown by molecular beam epitaxy, International Conference — FUNLAYERS, November 4-6, 2025 INL - International Iberian Nanotechnology Laboratory, Braga, Portugal
29. N.P. Barradas, N. Catarino, E. Alves, J. Flora, M. Peres, R.C. Silva, Stopping power determination of 4He in the lanthanides Gd and Yb using a bulk sample method, 27th Ion Beam Analysis (IBA), 19th Particle-Induced X-ray Emission (PIXE), 17-22 August 2025, Montréal, Canada
30. N. Catarino, E. Alves, J. Flora, M.A.B. Peres, R.C. Silva, N.P. Barradas, Stopping power determination of 4He in Sc using a bulk sample method, 27th Ion Beam Analysis (IBA), 19th Particle-Induced X-ray Emission (PIXE), 17-22 August 2025, Montréal, Canada
31. I. Proença, J. D. Gouveia, M. Peres, A. V. Girão, A. L. Rodrigues, M. I. Dias, F. M. Costa, L. Rino, T. Monteiro, J. Rodrigues, Exploring LiYGeO₄:Bi³⁺ as a Long-Lasting, Self-Sustained UV Luminescent Emitter, E-MRS Spring Meeting, May 26-30, 2025, Strasbourg, France
32. Z. Jiang, M. Peres, G. Gonçalves, Liquid gallium polymorphic diamond growth under the guidance of machine learning, EMRS Fall Meeting, September 15-20, 2025, Warsaw, Poland
33. M. García-de-Blas, S. Melo, R. Lorena, M. Martins, P. P. Freitas and D. M. Caetano, "Power Meter Architecture with AC/DC TMR Current Sensors for Smart Grid Applications," 2025 IEEE Sensors Applications Symposium (SAS), Newcastle, United Kingdom, 2025, pp. 1-6, doi: 10.1109/SAS65169.2025.11105101.
34. F. M. Dias, H. A. Pocinho, G. Rodrigues, J. Fernandes and D. M. Caetano, "Ultra-Compact Low-Power 1st Order Quasi-Passive Sigma-Delta Modulator for Organ-on-Chip Systems," 2025 IEEE

International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS), London, United Kingdom, 2025, pp. 1-5, doi: 10.1109/ISCAS56072.2025.11044316.

35. Maria Zolotareva, Francisco Cascalheira, Cátia Caneiras, Cristina Bárbara, Diogo Caetano, Miguel Cacho Teixeira ESCMID Vienna: Fungal DNA-barcoding on a chip: ITS-DNA biosensors for yeast infection diagnosis
36. Maria Zolotareva, Francisco Cascalheira, Cátia Caneiras, Cristina Bárbara, Diogo Caetano, Miguel Cacho Teixeira, 35th Anniversary World Congress on Biosensors: Lab-on-chip technologies for fungal infection diagnosis
37. Maria Zolotareva, Francisco Cascalheira, Cátia Caneiras, Cristina Bárbara, Diogo Caetano, Miguel Cacho Teixeira Congress of Microbiology and Biotechnology 2025: Fungal DNA barcoding on a chip – sequence-based fungal infection
38. Filipe Monteiro – Poster presentation at the PLATHINIUM 2025 – Plasma Thin Film International Union Meeting, Antibes, France, 22–26 September 2025. “Optimizing Resist Cleaning with Microwave Plasma Ashing for Sensor Fabrication on 200 mm Wafers”.
39. Francisco Meda – Oral presentation, “Robustness of magnetic skin upon touch assessed with TMR-based magnetic tactile sensors” in AIM 2025. IEEE Advances in Magnetism, Bressanone, Italy, February 9-12, 2025
40. Tiago Fernandes – Oral Presentation “Co-Sputtered Diluted Magnetic Layers for Thermal Compensation in Vortex MTJ Sensors”, MMM Conference Florida, USA, 27-31 October 2025
41. “Metasurfaces for laser-plasma applications: Towards high-intensity structured light”, EuPRAXIA, Keynote, Lisbon – July 14, 2025
42. Batista E, **Silverio V**, Alves e Sousa J, Romieu K, Schrøder Daugbjerg T, Bøker O (2025) Establishing metrology standards in microfluidic devices: project impact and future work, MPS World Summit 2025, 09 – 13 June, Brussels, Belgium
43. Batista E, Godinho I, Alves e Sousa J, **Silverio V**, Benkova M, Daugbjerg TS, Brueker O, Timmerman A, Bissig H (2025) The Impact of Metrology on Health Care Quality and Safety: A Focus on Infusion Therapy and Diagnostics, The BIPM 150, May 20 – 22, Paris and Versailles, France
44. "Biocompatible photosensors based on crystalline organic semiconductors", A. Ferreira, H. Alves, ICOE2025, Coimbra, 7-10 julho
45. "Wireless Triboelectric Wearable Sensors for Self-Powered Biomechanical Monitoring", C. Antunes, I. Domingos, H. Alves, ICOE2025, Coimbra, 7-10 julho
46. "Wearable Textile Sensors for Real-Time Stress Monitoring in Firefighting Environments", J. Oliveira, I. Domingos, C. Abreu, H. Plácido, T. Barbosa, X. Viegas, H. Alves, ICOE2025, Coimbra, 7-10 julho
47. "Robust Printed Materials and RFID Technologies for Sustainable Traceability in the Textile Sector", M. Colaço, M. Salimian, H. Alves

Nacionais

1. Maria Zolotareva, Francisco Cascalheira, Cátia Caneiras, Cristina Bárbara, Diogo Caetano, Miguel Cacho Teixeira Jornadas das Leveduras Prof. Van Uden: Lab-on-chip technology for diagnosis of yeast infection

2. Silverio V (21 November 2025) Laboratórios Miniaturizados: Rumo a Ciência e Tecnologia Universalmente Acessíveis, 19.º Congresso do Comité Português da URSI "Novas Fronteiras da Inovação Tecnológica para a Saúde",
3. Silverio V (29 October 2025) Standardization of Measurements in Microfluidics and Organ-on-Chips Pathways: Toward Universally Accessible Science and Technology, CONFMET 2025, October 29 – 30, IPQ, Caparica, Portugal

Teses defendidas em 2024

PhD

1. Cristiana Domingues, IST, Biotechnology and Biosciences, “Microfluidic biochip platform for detection of stress biomarkers in vineyards” (advisor: João Pedro Conde)
2. Fabian Naff “Smart Electronic Platform for Interfacing With Magneto-Resistive Sensor Arrays”, PhD degree in Electrical Engineering by the Instituto Superior Técnico Lisbon (November 2025) (advisors: Susana Freitas, Gonçalo Tavares INESC-ID)
3. Pedro Araújo PhD degree in Physics Engineering by the Instituto Superior Técnico Lisbon (advisors: Diana Leitao, Susana Freitas, Ricardo Ferreira) (September 2025)
4. João Miguel Serra, “Novel Microelectrode Array Architectures for High Precision Activity Recordings of 3D in Vitro Neuronal Populations” PhD degree in Physics Engineering by the Instituto Superior Técnico Lisbon (advisor: Diana Leitao, co-advisors Susana Freitas and Paulo Aguiar), (May 2025)
5. Sofia Abrunhosa, "Advanced portable magnetic barcode reader based on magnetoresistive sensors", PhD degree in Physics Engineering by the Instituto Superior Técnico Lisbon (January 2025)- advisor: Susana Freitas.
6. Ines Borges, "Design of soil biocementation strategies using biological activity monitored with biosensors" PhD degree in Civil Engineering by the Instituto Superior Técnico Lisbon (advisors: Susana Freitas, Rafaela Cardoso Ceris/IST), January 2025
7. Débora Albuquerque, “Self-sufficient point-of-care platform for diagnosis of tropical diseases”, PhD degree in Biomedical Engineering by the Instituto Superior Técnico Lisbon (advisors: Susana Freitas, Verónica Romão, Elisabete Fernandes) defence January 2025

Mestrado

1. João Flores, “Reverse transcription module for a microfluidic biochip for pathogen detection applications” (João Pedro Conde, co-advised by Sílvia Monteiro, LAIST), Master’s in Biomedical Engineering, IST
2. Fátima Andrade, “Development of electric cell-substrate impedance sensing (ECIS) devices for organ-on-a-chip” (Catarina Caneira, co-advised by Professor Ana Margarida Pires Fernandes Platzgummer, IBB), Master’s Biotechnology, IST
3. Ana Beatriz Santos, “Development of Thermoplastic based Organ-on-Chip (OoC) device” (Catarina Caneira, co-advised by Professor Arsénio do Carmo Sales Mendes Fialho, IBB), Master’s Biotechnology, IST
4. Inês Teixeira Telles de Freitas (2025) Plasmonic Nanoparticles in Oxide Thin Films for Sensing Applications, Bologna Master Degree in Mechanical Engineering. Master in Engineering Physics, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Portugal. (Supervisor: Marco Peres, Co-Supervisor: Katharina Lorenz).

5. Inês da Silva Gonçalves (2025) Characterization of Color centers in diamond for quantum sensing. Master in Engineering Physics, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Portugal. (Co-Supervisor: Katharina Lorenz).
6. Miriam da Silva Simões (2025) Caracterização do sistema de dosimetria individual para avaliação do Hp(3), o equivalente de dose individual à profundidade de 3mm para estimativa da dose do cristalino. Master in Engineering Physics, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Portugal. (Co-Supervisor: Katharina Lorenz).
7. Maria Ines Nunes “Static and Reconfigurable Polarization Shaping Towards High-Power” – IST Academic Excellence in Master thesis Award (Supervisor: Marco Piccardo)
8. Joana Bonito “Analog Logic Gate of Structured Light based on Nonlinear Optical Neural Networks” (Supervisor: Marco Piccardo)
9. Pedro Manuel da Silva Ferreira, “Electronic control driver for autofocusing liquid crystal lenses” Orientadores: Diogo Caetano, Mario Blas
10. Fábio Miguel Magalhães Dias, Ultra-Compact $\Sigma\Delta$ Modulator for Organ-on-Chip Systems
11. Carolina Tilley “Design of Flexible and Compact Magnetoresistive-based Tactile Sensor for Dexterous Robotic Hands”, Master degree in Electrical and Computing Engineering by Instituto Superior Técnico (December 2025) (advisors: Susana Freitas, Plinio Moreno)
12. Vasco Nunes “Nanoelectronic Chip Design: From Physics Principles to Circuit Design for Production”, Master degree in Physics Engineering by Instituto Superior Técnico (November 2025) (advisors: Susana Freitas, Diogo Caetano).
13. João Barbosa “Developing tools for the recovery of historical audio recordings”, Master degree in Physics Engineering by Instituto Superior Técnico (November 2025) advisors: Susana Freitas, Sebastian Gliga (PSI).
14. Hugo Amaral “Development of a magnetoresistive sensor for fingerprint reading” Master degree in Physics Engineering by Instituto Superior Técnico (November 2025), advisors: Susana Freitas.
15. Ana Luisa Guedes “On-chip magnetic cytometer sensors and microfluidics for real-time bio-aerosol detection”, Master degree in Biological Engineering by the Instituto Superior Técnico Lisbon (Nov 2025) advisors: Susana Freitas, Vania Silverio)
16. Miguel Lameiras, “Design of a Highly Dense Tactile Fingertip for Dexterous Hands”, Master degree in Electrical and Computing Engineering by Instituto Superior Técnico (November 2025) (advisors: Susana Freitas, Plinio Moreno)
17. Daniel Cavalcanti - Master degree in Physics Engineering by Instituto Superior Técnico (September 2025), advisor: Susana Freitas.
18. Inês Pereira Cardoso (2025) Manufacturing of a microfluidic system for evaluating the interaction between gut microbiota and colorectal cancer cells, Bologna Master Degree in Biomedical Engineering, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa (Advisor: Vania Silverio).
19. "Wearable Sensors to Evaluate Stress and Enhanced Assisted Rescue Response", João Oliveira, MEFT, IST (advisor: Helena Alves)
20. "Biocompatible flexible photosensors based on 2D materials and crystalline organic semiconductors", Adélia Ferreira, MEFT, IST (advisor: Helena Alves)
21. "Advanced Digital Encoder Design for Next-Generation Smart RFID Tags in Textile Industry Digital Product Passports", Maria Colaço, MEFT, IST (advisor: Helena Alves)

Outros (Licenciatura, Bachelor's, Estágios, etc)

1. Peter Gohl, "Characterization and integration of photodiodes for UV and visible light detection in microfluidic applications", University of Applied Sciences/Hochschule Kaiserslautern, degree in Micro- and Nanoengineering MNE (supervisor: João Pedro Conde)
2. Lena Hauß, "Development and Optimization of DNA Extraction in a Microfluidic Chip for Pathogen Detection in Food Products", University of Applied Sciences/Hochschule Kaiserslautern, degree in Applied Life Sciences (supervisor: João Pedro Conde)
3. Ricardo Lima Araújo de Medeiros Canhão - Gallium Oxide pn heterojunctions using RF-sputtering on p-type substrates, Orientadores: Marco Peres, Katharina Lorenz. PIC1-IST
4. Johan Ribeiro "Computational techniques for nanofabrication of silica meta-optics devices for high-intensity structured light" Licenciatura (Supervisor: Marco Piccardo)
5. Sebastião Figueiredo, Microelectronic Circuit Design of Neuromorphic Systems for Brain-Machine Interfaces
6. Margarida Saraiva, Nanoelectronic chip design: from physics principles to circuit design for production
7. Prof. Eduardo Corton, Argentina (IPANEMA staff exchange, 2025)
8. Tiago Silva (Fac Ciencias Lisboa) 1 Maio-30 Junho 2025 (supervisor: Susana Cardoso)
9. Emilie Mouric – Erasmus+ from Univ.Strasbourg 2 june-5 september 2025
10. Marguerite Lebosse (Erasmus+ from Univ.Strasbourg 2 june-5 september 2025)
11. Jovana Stanojev – PhD student - 16 June to 16 July 2025 (IPANEMA staff exchange)
12. Sara Joksovic – PhD student - 16 June to 16 July 2025 (IPANEMA staff exchange)
13. Emanuela Cutuli, Univ.Catania, Italy (NFFA external user and training), February 2025
14. Prof. Ibrahim Abdulhalim (Ben Gurion, Israel), 4 Feb – 3 March 2025 (IPANEMA staff exchange)
15. "Enhancing Multimodal Man–Machine Interfaces with RFID-Enabled Triboelectric Wearable Sensors: Leveraging Triboelectric Nanogenerators (TENGs) for Biomechanical Monitoring", Carolina Antunes, LEFT, IST
16. "Advancing Biomedical Devices with Triboelectric Nanogenerators: Self-powered Systems for Monitoring and Dual-functionality Sensors", Fernanda Coelho, LEFT, IST
17. "Triboelectric nanogenerators for self-sustainable wearable electronics", Eduardo Braz
18. "Triboelectric nanogenerators for self-sustainable wearable electronics", Fernanda Coelho
19. "Triboelectric nanogenerators for self-sustainable wearable electronics", Carolina Antunes
20. "Triboelectric nanogenerators for self-sustainable wearable electronics", Rodrigo Sanguino
21. "Wearable sensors for biomonitoring", Elisa Simioni
22. Miguel Melo - Exploring the Use of TMR Sensors for Barcode Magnetic Field Detection (supervisor. Susana Cardoso) LEFT, PIC1.
23. Joana Vaz - Microfabrication of Biochips Integrating Spin Valve Sensors (supervisor. Susana Cardoso) LEFT, PIC1.
24. David Almeida - Advanced packaging solutions for 2.5D chip device integration recording (supervisor. Susana Cardoso) LEFT, PIC1.

25. Rita Garcia - Optimization of UV lithography for mix & match-process using AR-N 7520 resist (supervisor: Rita Macedo) LEFT, PIC1.
26. Rodrigo Esgueira - Impact of Geometry and Thin Film Deposition on Spintronic Devices Performance (supervisor. Susana Cardoso) LEFT, PIC1.
27. Andre Laranjeira - Overcoming Lithographic Resolution Limits in Spin Valve Fabrication through Ashing-Based Trimming (supervisor. Filipe Monteiro) LEFT, PIC1.
28. Ricardo Teixeira - Spin Valve Sensor Fabrication and Linearization (supervisor. Susana Cardoso) LEFT, PIC1.

Outras produções científicas

Patentes

1. Method for breast cancer biomarker detection, a microfluidic system, a kit and uses thereof - EP25160732.1, pedido
2. US patent pending US2024304460A1 (2024-09-12): Title: PROCESS FOR PRODUCING ROLLS AND MEMBRANES OF SUBMICROMETRIC THICKNESS OF GA₂O₃ BY ION IMPLANTATION
3. METHOD FOR DETECTION AND CLASSIFICATION OF NON-PERIODIC SIGNALS AND THE RESPECTIVE SYSTEM THAT IMPLEMENTS IT Pedido de Patente Europeia nº20845705.1 (EP4080191) “(Relatório com intenção de concepção)
4. “Antisymmetric Planar Hall Effect - Perpendicular Interfacial Magnetization Tuned by In-Plane Bulk Magnetization”, Lior Klein, Arup Gosh, Ariel Zaig, S.Cardoso, Nov 2025 (Israel), and submitted in EU Jan 2026
5. “Printed radio-frequency identification tag structure and its method of manufacturing”, N/Ref.: P1700.8 WO, Submetida patente internacional (PCT/IB2025/063070P1701.0 WO).
6. “AQUEOUS CONDUCTIVE ADHESIVE COMPOSITION , ITS METHOD OF PREPARATION AND USES THEREOF” , N/ Ref.: P1701.0 WO, Submetida patente internacional (PCT/IB2025/063068)

Documentos de normallização

1. ISO/TS 6417:2025 Microfluidic pumps — Symbols and performance communication. [Link](#)
2. Revision of ISO 22916 Microfluidic devices Interoperability requirements for dimensions, connections and initial device classification

Desenvolvimento de software/código

1. C. J. Paxman, A. S. Sousa, R. Varela Ferrando, A. Messingschlager, A. Matta, J. Dudouet: EUROLABS Advanced Training: Open Science 2024 – Fork Bandits analytical code. Freely available on Zenodo [<https://doi.org/10.5281/zenodo.14604956>]
2. Desenvolvimento de um software para detecção de sinais magnéticos em sensores bio-estáticos (patente em submissão)
3. Algoritmo de detecção de picos em ECG (R-peaks)
4. Avaliação de qualidade de sinal com Enhanced PQRST Validation para detecção de atividade e stress

Prototipos

1. Protótipo de medidor de potência baseado em TMR para potências elevadas.

2. Protótipo de medidor de potência baseado em TMR para potências baixas.
3. Protótipo de um energy harvester com core magnético dividido para medidores de potência (patente em submissão).
4. Protótipo de um circuito integrado de um ADC sigma delta de ultra baixo consumo e ultra baixa área para medição de sensores em Organ-on-chip.
5. Protótipo de uns óculos com transmitância de luz visível automaticamente adaptada baseada em cristais líquidos.
6. Protótipo de um energy harvester para nanogeradores triboelétricos
7. Colete de bombeiro para monitorização de movimentos e sinais biológicos
8. Sensor tátil magnético integrado em dedo robótico

Palestras Convidadas

1. João Pedro Conde, February 19, seminar at the Faculty of Medicine of the New University of Lisbon (organizer: Sandra Tenreiro) entitled “Advancing Biomedical Research with Microfluidic Biosensors and Cell-Chip Technologies”
2. Catarina Caneira, January 13, seminar at the Grupo MicrobAdapt, Université Paris-Saclay, INRAE (organizer: Jasmina Vidic) entitled “Microfluidic technology for bioengineering applications”
3. Duarte Esteves, invited talk “ β -Ga₂O₃ microtube and nanomembrane fabrication by Cr implantation”, ReMade Workshop, May 22-23, 2025, Prague, Czech Republic
4. Katharina Lorenz, invited talk “Radiation Effects and Defect Engineering in Wide Bandgap Semiconductors”: 22nd International Conference on Radiation Effects in Insulators (REI-22), June 8-13, 2025, Madrid, Spain.
5. Katharina Lorenz, invited talk “Defect Engineering of Metal Oxide Nanostructures Using Ion Beams”: EMRS Fall Meeting, Symposium U on Metal Oxide Nanomaterials for Advanced Optoelectronics and Environmental Applications, September 15-20, 2025, Warsaw, Poland
6. D. M. Caetano “Spintronics and Machine Learning for Rapid Multi-Resistant Pathogen Detection” NanoSeries 2024, Spain (International Invited Lecture)
7. D. M. Caetano “Health and Engineering”, JEECs@ IST (Invited panel discussion)
8. D. M. Caetano, “IST Spinoffs”, IST Partners Day, (Invited panel discussion)
9. D.M. Caetano “Empreendedorismo e Financiamento - Impacto na Avaliação do DEEC” DEEC Day (Invited panel discussion)
10. D. M. Caetano “Spintronics and Machine Learning for Rapid Multi-Resistant Pathogen Detection”, Ciclo de Seminários BioTools@i4HB, (Invited Lecture)
11. Susana Freitas - Keynote in InMat conference, Rostock , Germany (by CRC, Kiel), 2 April 2025
12. Susana Freitas - IST-PhysFront Symposium, organized by the Department of Physics at Instituto Superior Técnico (DF-IST), 23 Sept. 2025
13. Tristan Gomes - Joint European Magnetic Symposia (JEMS) 2025, Frankfurt, Germany, 24–29 August 2025, “Neuromorphic weighted sums with magnetic skyrmions”.
14. Tristan Gomes - SPIE Optics + Photonics conference, San Diego, USA, 3–7 August 2025, “Neuromorphic with magnetic skyrmions”

15. Marco Piccardo - "High-aspect ratio, ultrathin silica meta-optics: Towards high-intensity structured light" ELI ALPS, Invited talk, Szeged, Hungary – June 19, 2025
16. Silverio V (10 December 2025) Achieving Global Accessibility in Microfluidics and Organ-on-Chip: Harmonizing Measurement Standards for Scientific and Technological Progress, Microfluidics Standardization Meets Technological Gaps & Future Investment, The Microfluidics Association, December 10 – 11, microfluidic ChipShop, Jena, Germany
17. Silverio V (29 October 2025) Standardization of Measurements in Microfluidics and Organ-on-Chips Pathways: Toward Universally Accessible Science and Technology, CONFMET 2025, October 29 – 30, IPQ, Caparica, Portugal
18. Silverio V (12 March 2025) Metrology for microfluidics and organ-on-chip technology, CIM2025 International Metrology Congress, March 11 – 14, Lyon, France
19. Silverio V (21 November 2025) Laboratórios Miniaturizados: Rumo a Ciência e Tecnologia Universalmente Acessíveis, 19.º Congresso do Comité Português da URSI "Novas Fronteiras da Inovação Tecnológica para a Saúde"
20. Helena Alves, "Biointegração: o Futuro dos implantes e dos biomateriais" IV Biomedical Engineering Summit 2025, 6 Setembro, Porto
21. Helena Alves, "From Printed Materials to Wearable Devices: Scalable and Sustainable Electronics for Harsh Environments", Materials 2025, julho 1-3, Lisboa

Outras atividades de divulgação

1. João Pedro Conde, May 29, Workshop on: "Quantum Photonics, Topological Photonics, Plasmonics, and Metasurfaces applied to Biotechnology," Organizers: Prof. Mário Silveirinha, Univ. Lisbon & Prof. Paras Prasad, Univ. at Buffalo, NY, Instituto Telecomunicações, Técnico Lisbon. Presentation entitled: "Optical Biosensing in Microfluidics".
2. Demonstrator Booth at Semana Empresarial e Tecnológica, 26 February 2025, Técnico Taguspark Oeiras
3. Vânia Silvério - Girls in ICT Day 2025, in Engenheiras por 1 Dia program, promoted by the Portuguese Government and coordinated by CIG, in partnership with INCoDe.2030, APPDI, Instituto Superior Técnico and Ordem dos Engenheiros (30 April 2025)
4. Susana Freitas - Podcast In Her Shoes, August 2025, <https://www.amires.eu/susana-isabel-pinheiro-cardoso-de-freitas-podcast-episode/>
5. Susana Freitas - Palestra Women in Engineering (March 2025), organized by Mechanical Engineering Students, Instituto Superior Técnico, Lisboa.
6. Susana Freitas - Video broadcast for CNN Innovation-PT (Jan 2025), <https://vimeo.com/1045727457/e9cc4818c7?share=copy>
7. Tristan Gomes - Thematic Workshop "Semiconductor Materials and Emerging Technologies: Trends and Applications" — promoted by Inova-Ria - University of Aveiro, Nov. 2025
8. Pedro Santos - participated at SEMICON Europa 2025/MICON Europa 2025 (18–21 November 2025, Munich)
9. Booth with demonstrators at the Téc4Defence event, 14 November 2025, Técnico Innovation Center, Lisboa.
10. Tristan Gomes - invited speaker at the IEEE Around-the-Clock Around-the-Globe Magnetics Conference (AtC-AtG) 2025, online - 18 November 2025.

11. Susana Freitas – Presentation in the EuroNanoLab Thin Film Workshop on CVD and ALD – organized by the Thin film Expert group, in Toulouse , October 15–16 2025.
12. INESC MN participation with a Booth in the POEMS high-level public event “Strategic Dialogue on Semiconductors in Portugal” Pavilhão do Conhecimento – Centro Ciência Viva in Lisbon (14 October 2025).
13. Susana Freitas – Oral presentation and Panel moderator: 3rd Conference of the Microelectronics Agenda, inside Aveiro Tech Week (October 6–12 2025), Aveiro
14. Paulo Freitas – contributed to Instituto Superior Técnico’s World Music Day Playlist, offering a 10-track selection that directly links his musical choices to his scientific work. (<https://open.spotify.com/user/5lyqy3wmlpkdw6ct8ywuu4ufh>)
15. Collaboration with the project ‘Física Sobre Rodas’ - travelling physics exhibition promoted by the Department of Physics at Instituto Superior Técnico, in collaboration with the IPDJ, the Sociedade Portuguesa de Física (July 16 to 26 2025).
16. “High-intensity and nonlinear structured light”, Yale, FCUL, ULisboa, Lisbon – Feb 13, 2025
17. “High-intensity and nonlinear structured light”, Yale, Applied Physics School of Engineering, Invited Seminar, New Haven, CT – Feb 17, 2025
18. “High-intensity and nonlinear structured light”, Harvard, Cambridge, MA – Feb 18, 2025
19. “Dielectric Meta-optics From Intense Lasers to Biosensors”, IST, IT Workshop on biophotonics, Lisbon – May 29, 2025
20. “Optics that Learn”, IST, Workshop on Machine Learning, Lisbon – September 8, 2025
21. “Structuring Light: Challenging the limits of high-intensity optics ”, LEFT IST, Lisbon – July 1, 2025
22. “High-intensity and nonlinear structured light”, DF IST Colloquium, Lisbon – May 14, 2025
23. “Innovation in Academia: Seeing the light at the end of the PhD tunnel”, ART-ER Gellify Workshop, June 23, 2025
24. “Seeing the light at the end of the PhD tunnel”, IST PhD open days, Lisbon – October 27, 2025
25. Silverio V (18 December 2025) Organ-on-Chip: Transforming Pharmacology and Drug Development, Seminar 3: Characterization methodologies of non-clinical and clinical issues of nanomedicines (II), Faculty of Pharmacy, ULisboa, Lisbon, Portugal
26. Silverio V (12 November 2025) Como funciona um laboratório que funciona na alma da mão?, Explica-me como se tivesse 5 anos, Instituto Superior Técnico, ULisboa, Lisbon, Portugal
27. Silverio V (25 July 2025) Microfabrication techniques for developing microfluidic devices: materials, minimum feature sizes and resolution, BioTools@i4HB, Virtual event
28. Silverio V (01 July 2025) Labs of the Future: How Can Future Facilities Be Designed to Be Adaptable and Sustainable?, Lab Facilities Design and Development Summit Europe, London, United Kingdom
29. Silverio V (26 March 2025) Organ-on-Chip: Transforming Pharmacology and Drug Development, Translating Nanomedicines. Faculty of Pharmacy, University of Lisbon
30. Estágios de Verão 2025
31. Ciência Viva na Verão 2025
32. Seminar Biotools: "From Printed Materials to Wearable Devices: Scalable and Sustainable Electronics for Harsh Environments"

Organização de Conferências e Workshops

1. Next-Gen Sensors IPANEMA Entrepreneurs (International Workshop)
2. 17th international conference in organic electronics ICOE2025 ([ICOE 2025 – 7-10 July 2025 – Coimbra, Portugal](#))
3. National Organizing Committee, Scientific Committee, EUROoCS 2025, Braga, Portugal