

1 2 9 0



UNIVERSIDADE DE  
COIMBRA

**df.uc**  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

# LIP – Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas



# O LIP: física, tecnologia, computação e sociedade

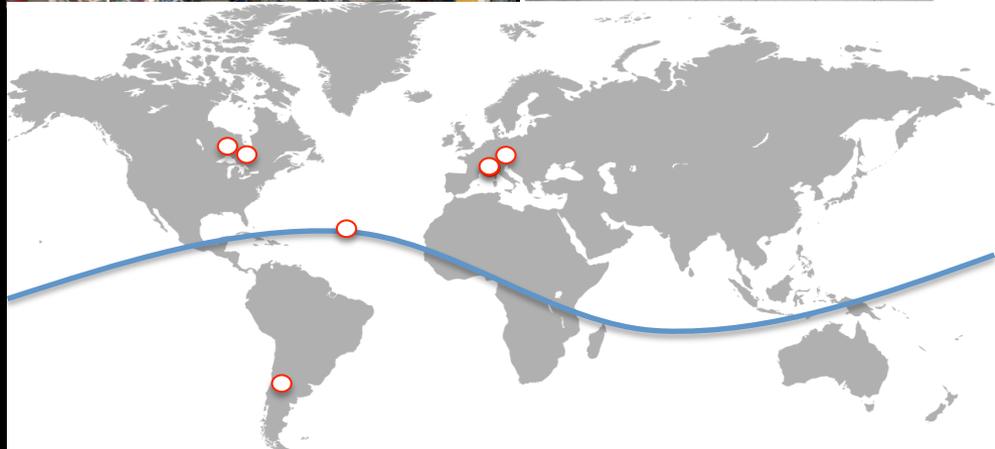
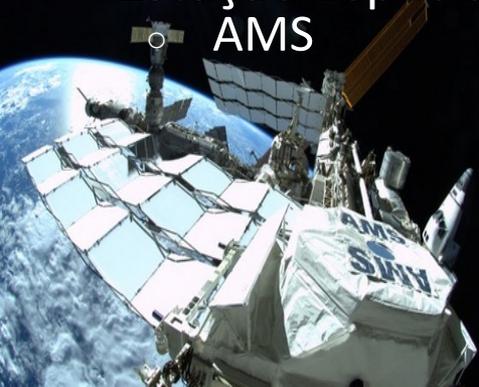
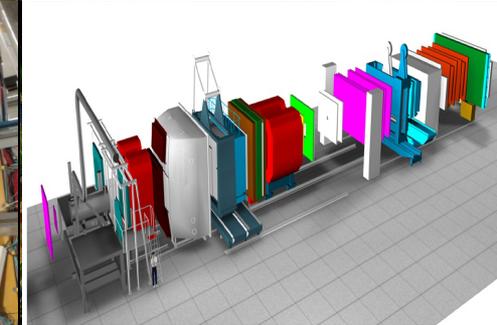
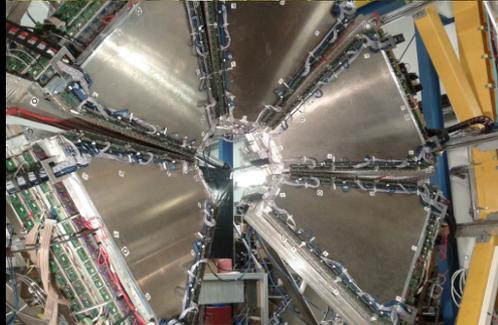
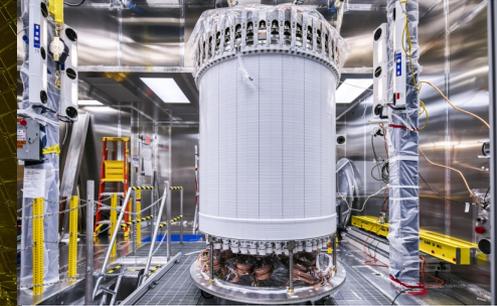
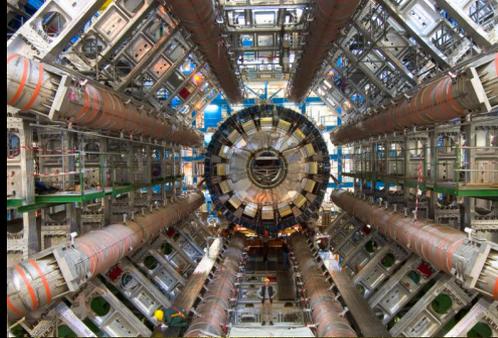
- Criado em 1986 quando Portugal se juntou ao CERN
- Quatro pilares de atividade
  - **Investigação** fundamental em física de partículas e astropartículas
  - **Desenvolvimento** e aplicação das tecnologias relacionadas
    - Detetores de partículas
    - Eletrónica de aquisição
    - Aplicações: saúde, espaço, etc
  - **Computação** paralela em larga escala
  - **Divulgação** e treino avançado
- Cerca de:
  - 200 membros
  - 95 doutorados
  - 65 estudantes
  - 35 engenheiros e administrativos



1º içar da bandeira portuguesa no CERN, em 1986

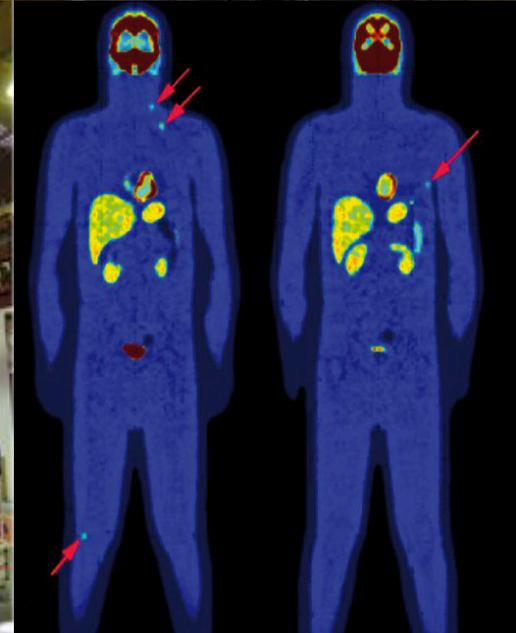
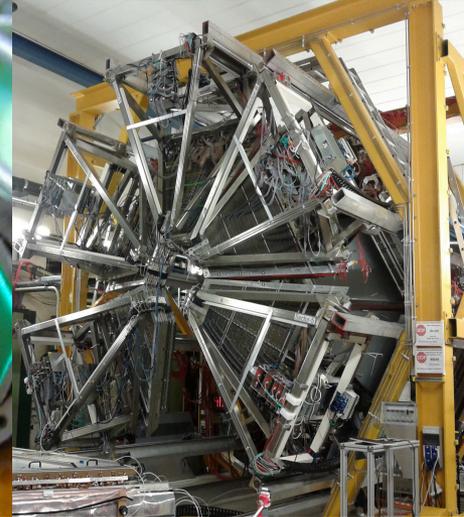
# Experiências em...

- No CERN:
  - Fronteira de energia: ATLAS, CMS
  - Estrutura de núcleões: COMPASS/AMBER
  - Física nuclear: ISOLDE
  - Neutrinos e exóticos: SHiP/SND
- Alemanha:
  - Física nuclear: HADES (GSI)
- EUA:
  - Neutrinos: SNO+, DUNE
  - Matéria escura: LUX, LZ
- Argentina:
  - Raios cósmicos: Pierre Auger
- Estação Espacial Internacional:
  - AMS



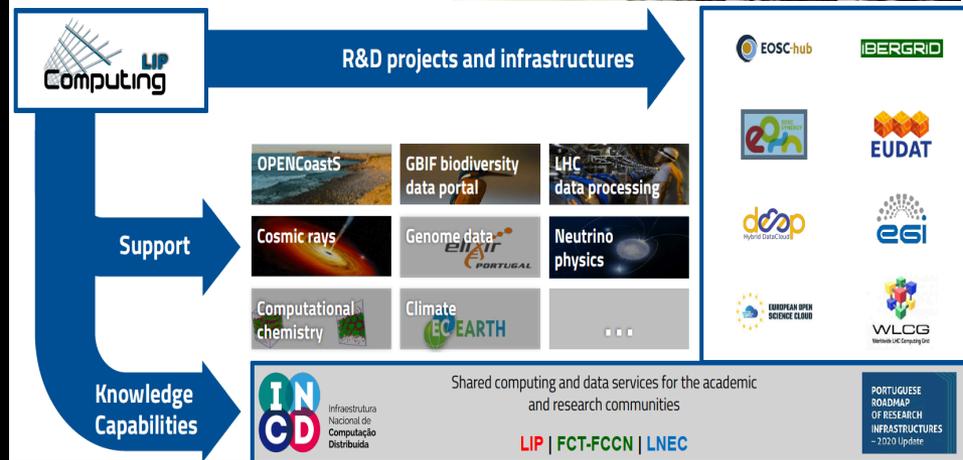
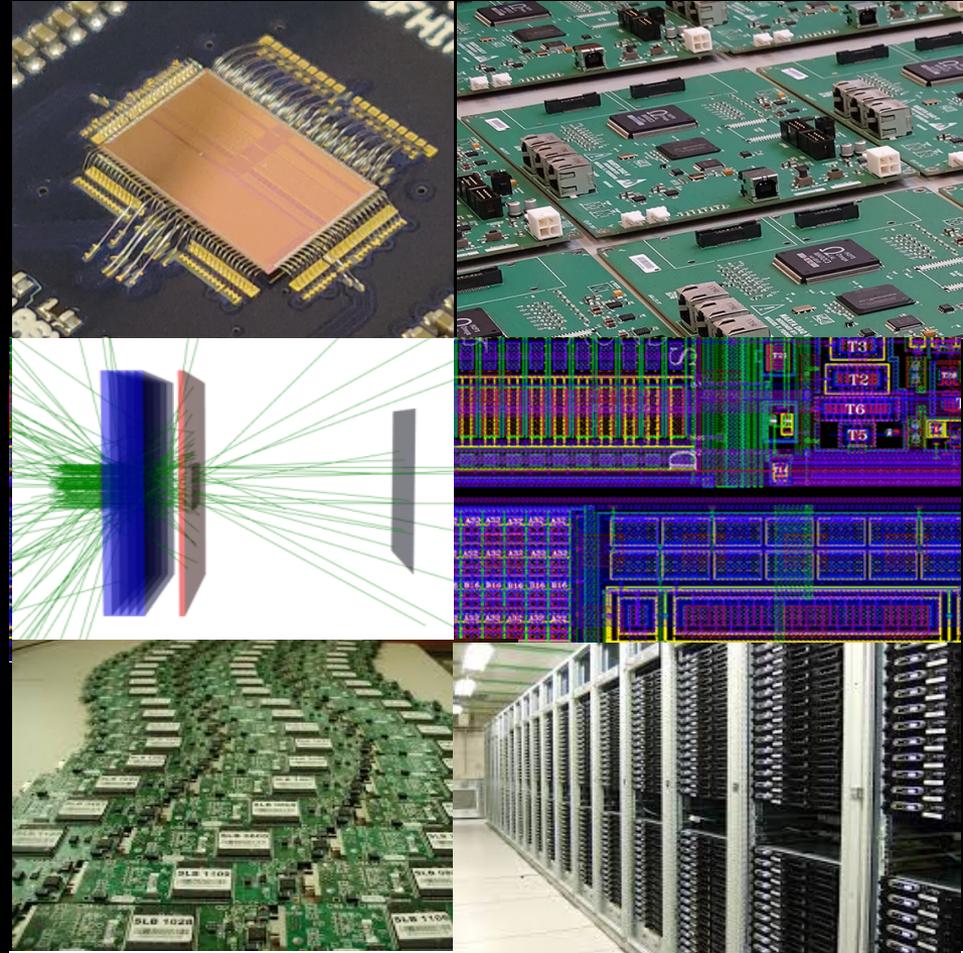
# Desenvolvimento tecnológico

- Longo percurso no desenvolvimento de detetores de radiação:
  - Gasosos e de líquidos nobres
  - De cintilação
  - Participação na construção de grandes experiências: ATLAS, CMS, HADES, etc
- Know-how permitiu investigação em aplicações tecnológicas:
  - Imagiologia médica (PET, Orto-CT)
  - Dosimetria médica (microdosimetria)
  - Segurança e geofísica (scan de contentores, muografia geológica)
  - Monitorização ambiental (Rádion)
  - Espaço (dosimetria e polarimetria)



# Computação e electrónica

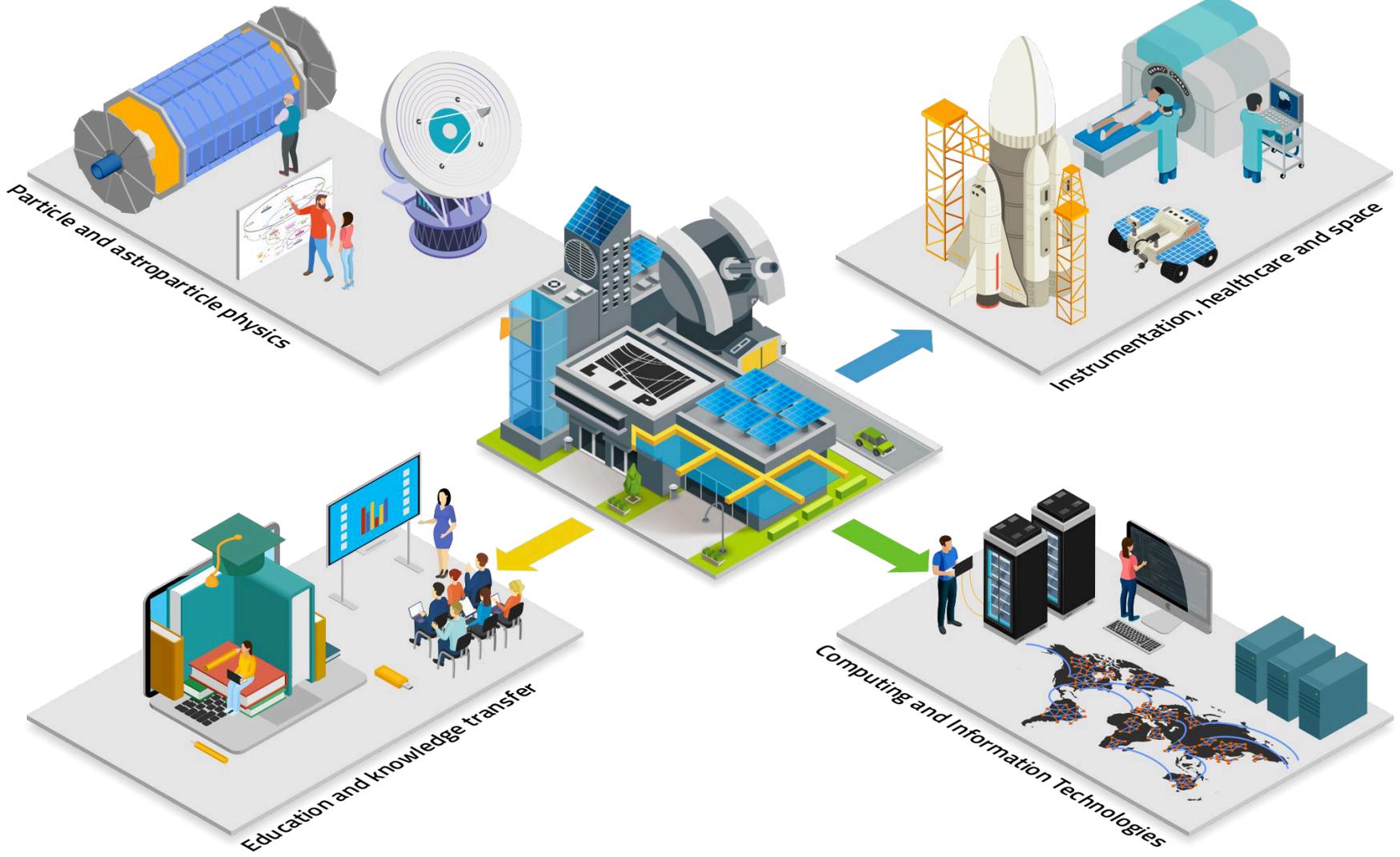
- Desenvolvimento de infraestruturas de computação em larga escala:
  - Análise de dados experimentais
  - Simulação de interação da radiação
  - Aplicações em física, medicina nuclear, tecnologia e exploração do espaço
  - Suporte de outras áreas científicas
- Electrónica de aquisição de dados:
- Contribuições importantes em:
  - CMS: calorímetro eletromagnético
  - Auger: electrónica de front-end
  - Etc, etc



# Sociedade

- Divulgação científica:
  - Masterclass internacional de física de partículas
  - Eventos públicos, visitas a escolas
  - Construção de aparelhos de divulgação
- Treino / tech.transfer:
  - Escola do CERN para professores de língua portuguesa
  - Programa de treino de engenheiros
  - Estágios de verão do LIP
  - Mini-escola de física de partículas
  - Curso de física do LHC
  - Programa doutoral Portugal-CERN
  - Programa doutoral em Prototerapia





*Particle and astroparticle physics*

*Instrumentation, healthcare and space*

*Education and knowledge transfer*

*Computing and Information Technologies*

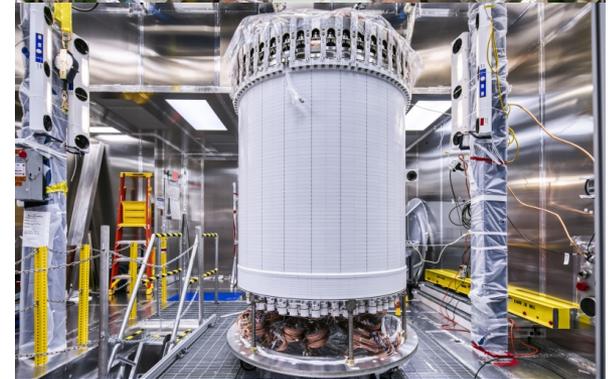
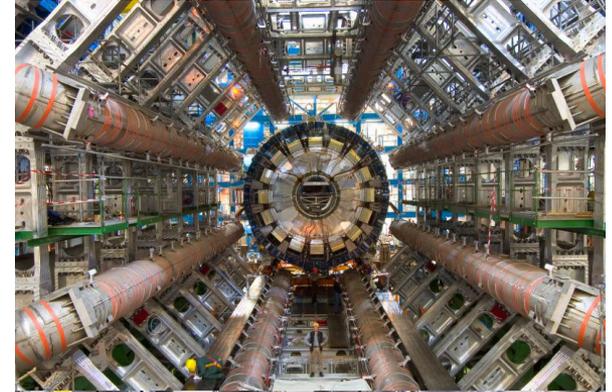
# O LIP-Coimbra

- LIP em Coimbra
  - Ligação estreita à Universidade
  - 75 membros:
    - 35 investigadores (10 docentes)
    - 15 engenheiros, técnicos e administrativos
    - 25 estudantes
- Especialidades de Coimbra:
  - Física de partículas e astropartículas:
    - Matéria escura, CERN, neutrinos
  - Detetores de radiação:
    - Detetores gasosos e de líquidos nobres
  - Aplicações:
    - Saúde: PET, Orto-CT, terapia com feixes de prótons
    - Astrofísica e espaço: instrumentação para polarimetria gama
    - Neutrões: detetores sem  $^3\text{He}$  (para ESS)



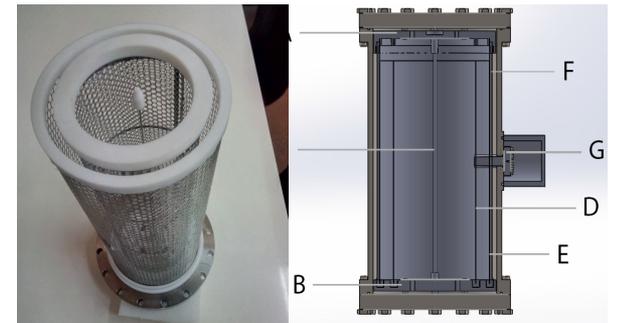
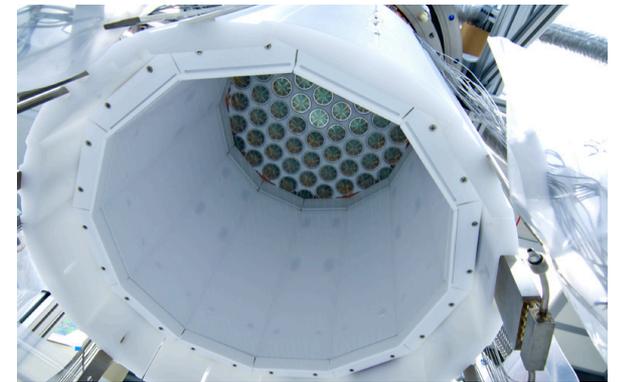
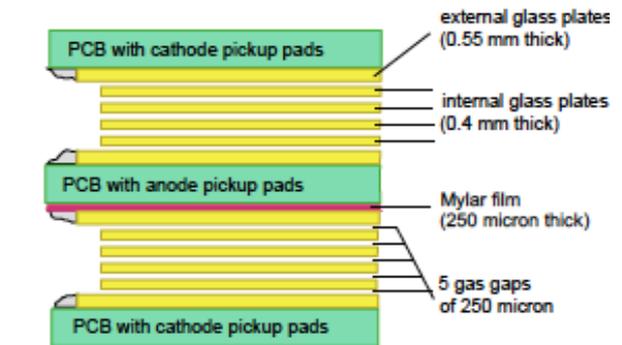
# Física de partículas e astropartículas

- Experiência ATLAS do LHC (CERN)
  - Medidas e fenomenologia do bóson de **Higgs**, quark **top**, procura de **nova física**, física de **jatos** hadrônicos
- Experiências Lux e LZ (EUA):
  - Procura direta de **matéria escura** e **decaimentos raros** do Xénon
- Experiência DUNE (EUA):
  - Próxima geração de experiências de **oscilação de neutrinos** – criados por um feixe de prótons no Fermilab, a 1300 km



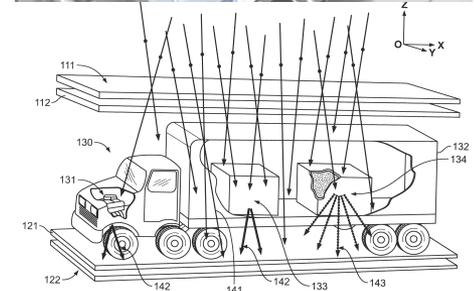
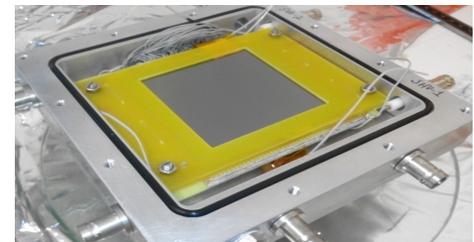
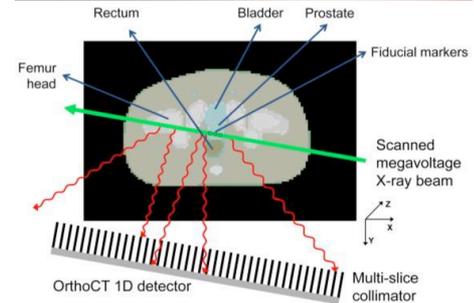
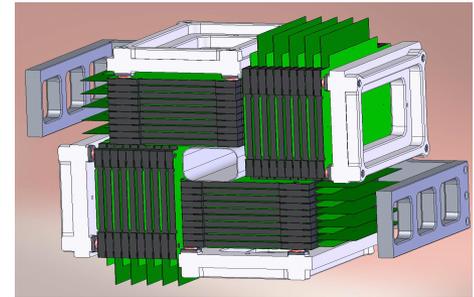
# Detetores de radiação

- RPCs
  - Estudo e desenvolvimento destes detetores gasosos intrinsecamente rápidos, flexíveis e robustos
  - P/ex. detetor Time of Flight da experiência de física nuclear HADES
- Detetores de líquidos nobres
  - Diretamente relacionados com experiências de neutrinos e matéria escura em que o LIP colabora
- Detetores gasosos
  - Estudos de mobilidade de iões e electrões em gases



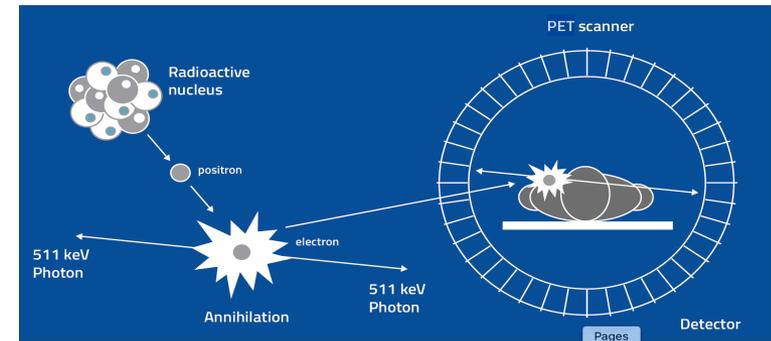
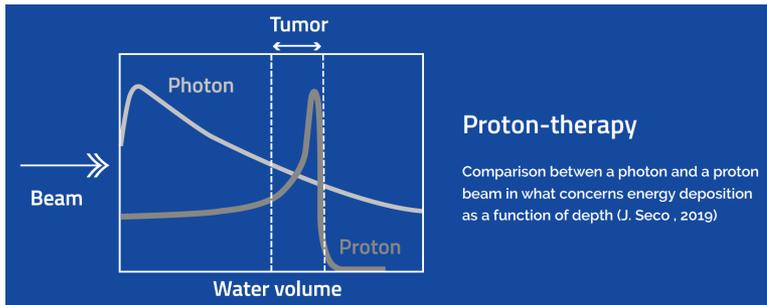
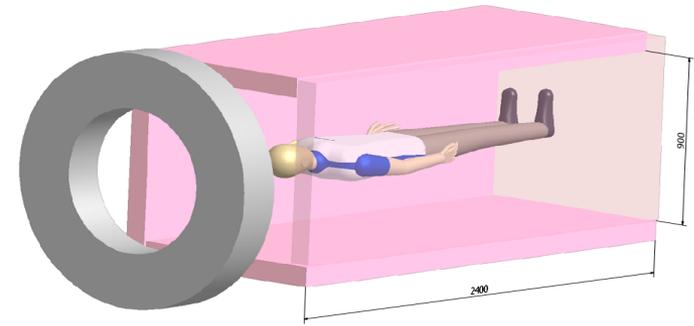
# Algumas aplicações

- Brain-PET
  - Protótipo de **tomógrafo PET** para cérebro baseado em detetores RPC neste momento em testes no ICNAS
- Instrumentação para **radio- e proto-terapia**
  - P/ex. deteção de emissão ortogonal de raios-x (Orto-CT) para localização precisa da irradiação
- Deteção de **neutrões térmicos**
  - Detetores RPC revestidos com Boro, evitando uso de  $^3\text{He}$ , para European Spallation Source
- Tecnologia para o Astrofísica e Espaço
  - Instrumentos para **polarimetria de fótons gama**
- Sociedade:
  - Centro de competências em **monitorização e controlo**
  - Instrumentação para muografia geológica
  - Deteção de contrabando em contentores
  - Respiradores de emergência no início da pandemia
  - Etc



# O futuro: tecnologias para a saúde

- RPC-PET: planeamento de um tomógrafo PET de corpo inteiro?
  - Ótima resolução espacial de RPC-PET melhora capacidade de identificação precoce de lesões

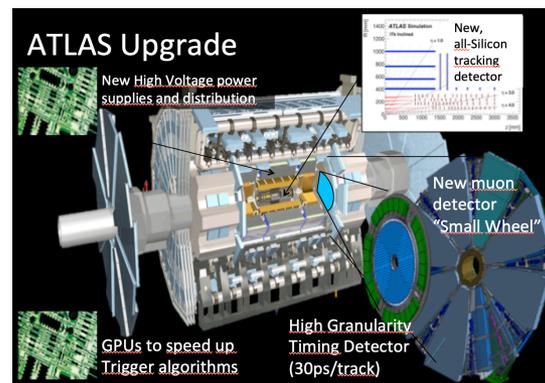


- Instrumentação para proto-terapia
  - Centro de tratamento com feixes de protões será instalado em Coimbra (ICNAS) e Lisboa (CTN)
  - Deposição localizada de energia (pico de Bragg) limita danos em tecidos sãos

# O futuro: física de partículas

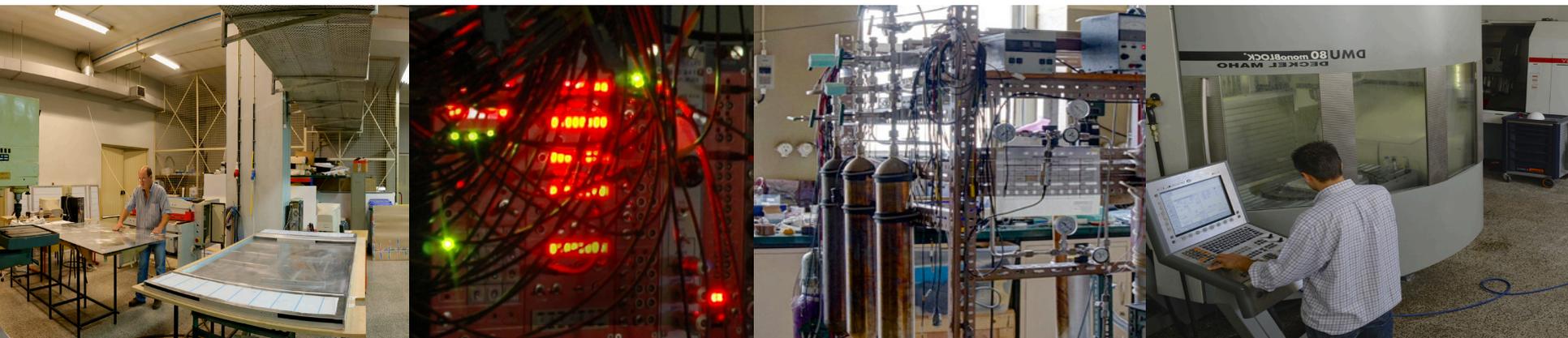
Nos próximos 5 anos:

- Upgrades de ATLAS
  - Fase de alta luminosidade do LHC: 2026-2040
  - LIP responsável por várias áreas do calorímetro, trigger, e novo detetor de alta resolução temporal
- Experiência DUNE:
  - Próxima geração de experiências de oscilação de neutrinos com linha de base longa (1300 km)
  - Demonstrador (proto-DUNE) em testes no CERN
  - LIP responsável por vários sistemas de calibração
- FCC – Futuro Colisionador Circular
  - Estudo internacional para o desenho de uma instalação experimental para suceder o LHC
  - FCC-ee (colisionador  $e^+e^-$ ) seguido de FCC-hh (p-p)
  - Estudo até 2025; possível início do FCC em 2040
  - LIP: estudos de fenomenologia e desenvolvimento de detetores de cintilação resistentes à radiação



# Infraestruturas de apoio em Coimbra

- Laboratório de detetores
  - Desenho e construção de detetores e eletrónica de aquisição
- Centro de competência em monitorização e controlo
  - Projetos na física experimental e instrumentação para biologia
- Oficina mecânica de precisão
  - Desenho e execução mecânica de precisão
  - Ideal para protótipos e pequenas séries
- Em todos os casos muitas colaborações com UC e exteriores



LABORATÓRIO DE  
DETETORES

DETETORES DE  
RADIAÇÃO  
MATÉRIA

ESCURA ESPAÇO  
NEUTRINOS

SAÚDE  
CERN

MUÕES

NEUTRÕES  
TÉRMICOS

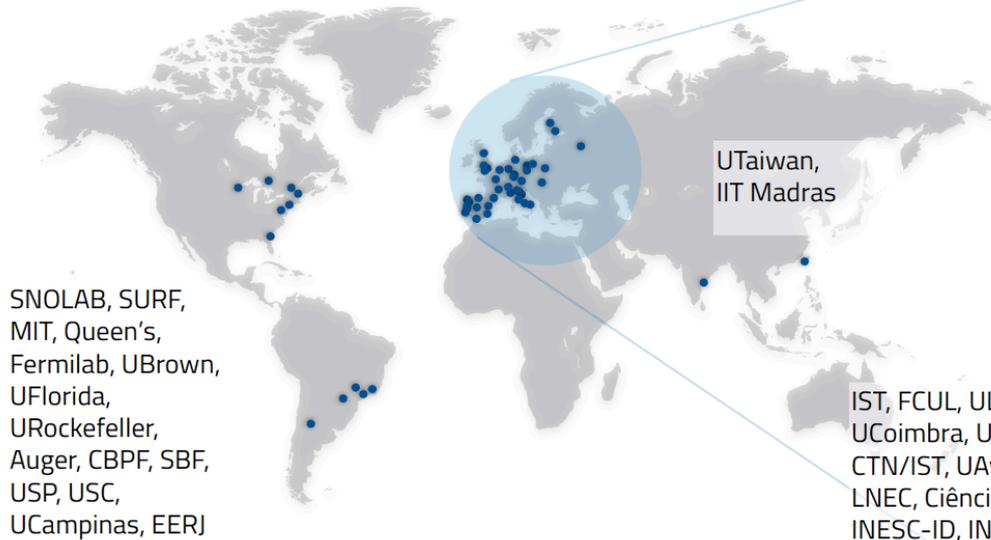
AUTOMAÇÃO  
E CONTROLO

OFICINA DE  
PRECISÃO

# Bonus slides



# Connections worldwide



CERN, ESA, EGI, DESY,  
HIP Helsinki, MEPhi,  
Imperial College, USurrey,  
UOxford, TUDresden,  
LMU Munich,  
HephyViena,  
TUDortmund, IPPP, LPC,  
TUDelft, GSI, Humboldt,  
KIT, CEA, CESNET, PSI,  
Clermont-Ferrand,  
CYFRONET, PSNC,  
Utrecht

IST, FCUL, ULisboa,  
UCoimbra, UMinho,  
CTN/IST, UAveiro, ICNAS,  
LNEC, Ciência Viva, IBEB,  
INESC-ID, INESC-TECH,  
UBI, UÉvora, SPF,  
ISEC/IPC, LIBPhys, BioSI,  
CCMAR, ISEC, UPorto,  
IMM, IGC, PORBIODATA,  
FCT/FCCN

CSIC, IFCA, UPV, CESGA, BIFI, UAM, PIC,  
Lifewatch ESFRI, UGranada, USC/IGFAE,  
INFN, INAF, UFerrara, UTorino, UPadova,  
UPisa, U Udine, PoliMilano, PoliBari, LLR

# Impacto na Sociedade

Prototerapia

Computação

na grid

Imagiologia médica

Radioterapia

Tomografia de muões

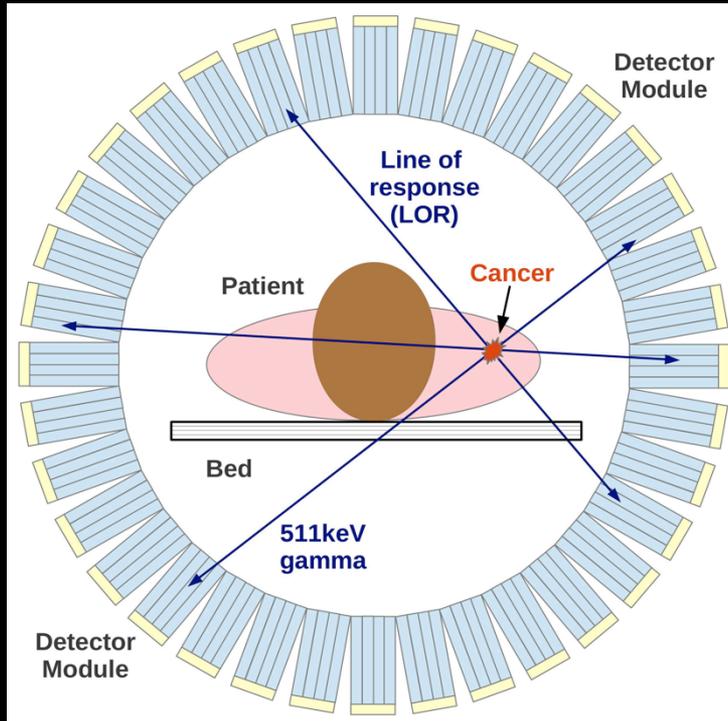
Ciclo Solar

(Pirâmide de Gizé)

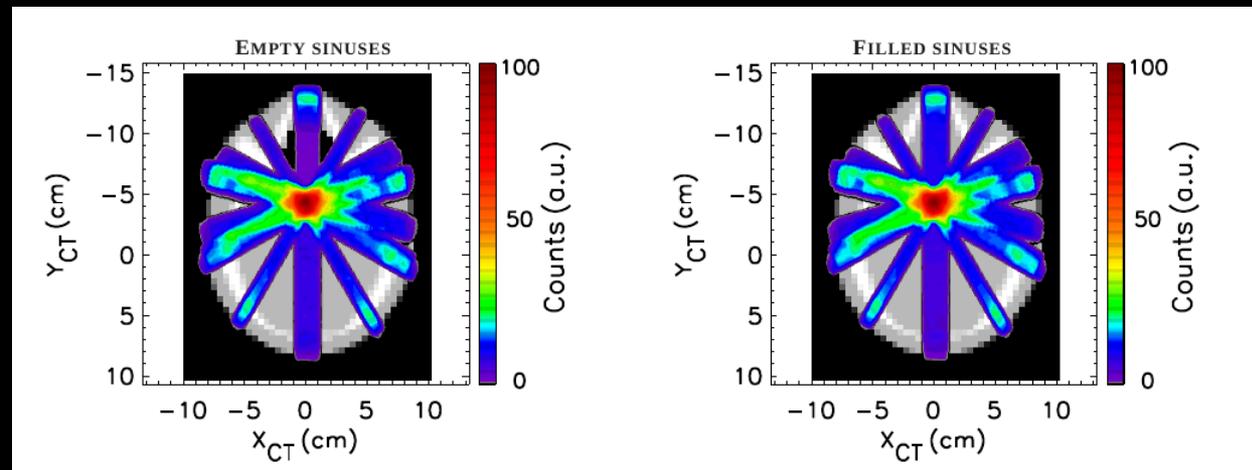
Exploração do espaço

World Wide Web

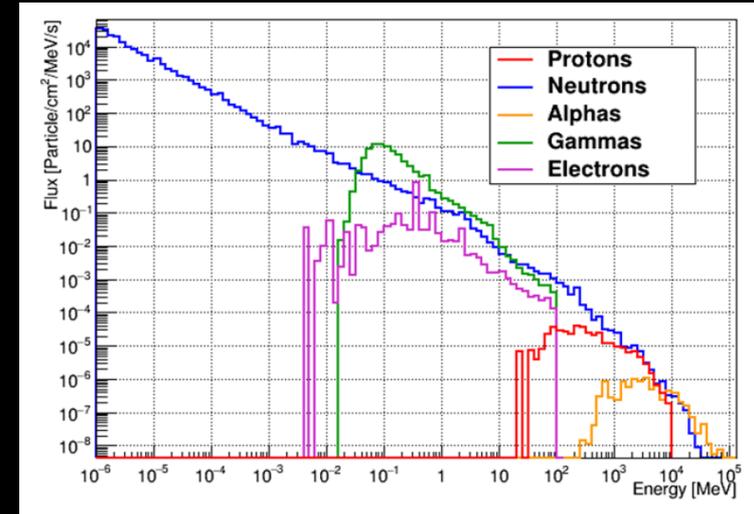
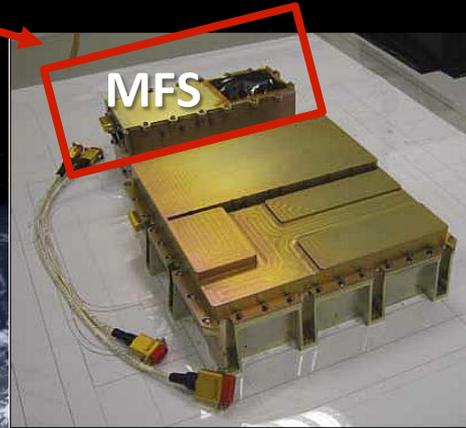
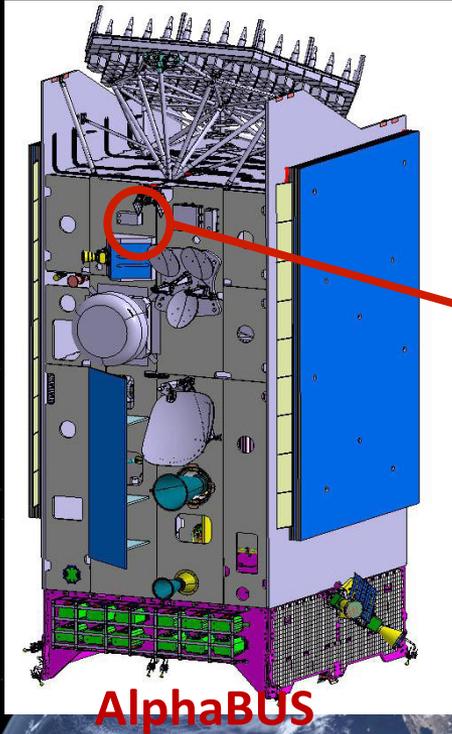
# Tomografia de emissão de positrões (PET)



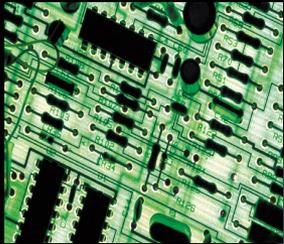
# Terapia com feixes de prótons



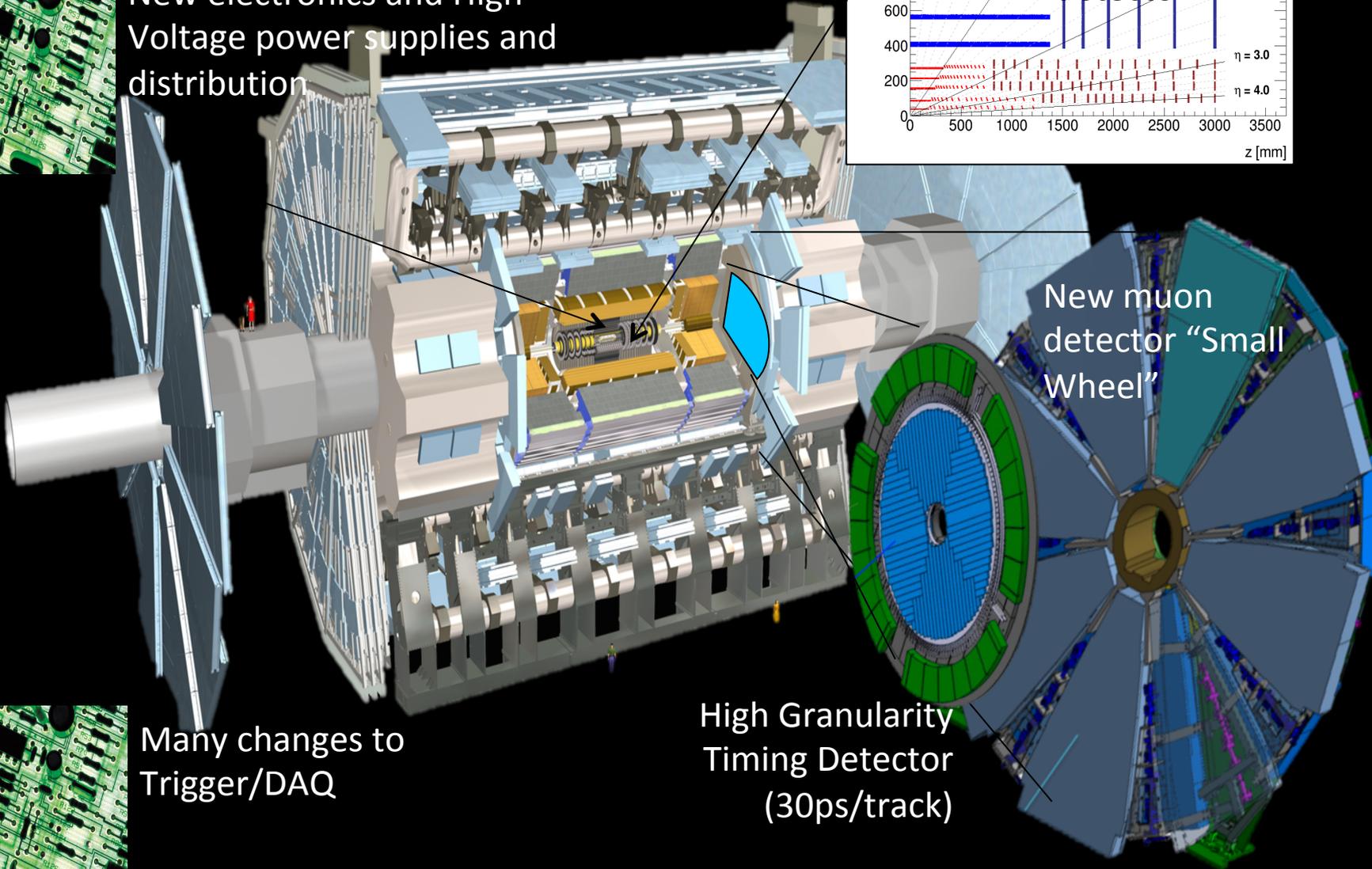
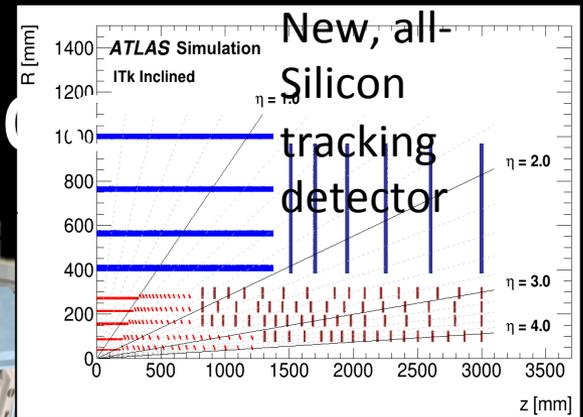
# Exploração Espacial



# HL-LHC Upgrade

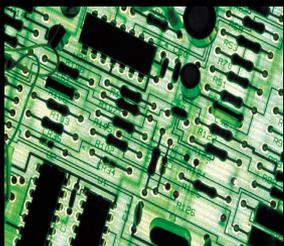


New electronics and High Voltage power supplies and distribution



New muon detector "Small Wheel"

High Granularity Timing Detector (30ps/track)



Many changes to Trigger/DAQ

# Comité de inovação

1. Liderar processos de transformação, seguindo uma estratégia assente num ambiente de colaboração aberto, dinâmico e multidisciplinar, como forma de responder aos desafios colocados a nível global.
2. Liderar na difusão da ciência e do conhecimento pela sociedade e promover uma atitude mais comprometida na divulgação de avanços científicos, resultados de inovação e do respetivo impacto económico e social de novos conhecimentos.
3. Liderar e participar em atividades de investigação e desenvolvimento e inovação (I&D&I) competitivas e ser capaz de responder aos desafios atuais da sociedade, justamente pela aplicação de conhecimento residente e diferenciador – e com isso promover o impacto da evolução científica nas transformações sociais e tecnológicas necessárias para um futuro sustentável.
4. Liderar iniciativas diferenciadoras com a sociedade, a indústria e a economia que conduzam a novos produtos, novas plataformas tecnológicas, novos processos, novas formas de desenvolvimento que demonstrem geração de valor respeitando critérios de sustentabilidade.

<https://inova.uc.pt>