

Participação Brasileira no Experimento ALICE do LHC

USP: Marcelo Munhoz, Alexandre Suaide, Marco Bregant, Tiago Silva

UNICAMP: Jun Takahashi, Cristiane Jahnke

UFABC: Mauro Cosentino

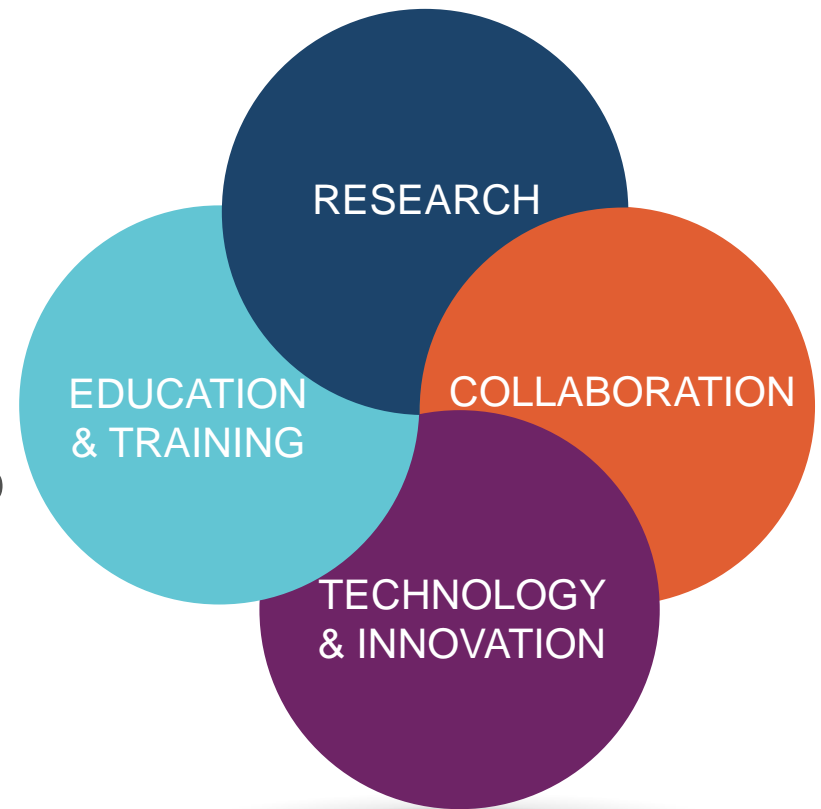
UFRGS: Maria Beatriz Gay, Cristiano Krug



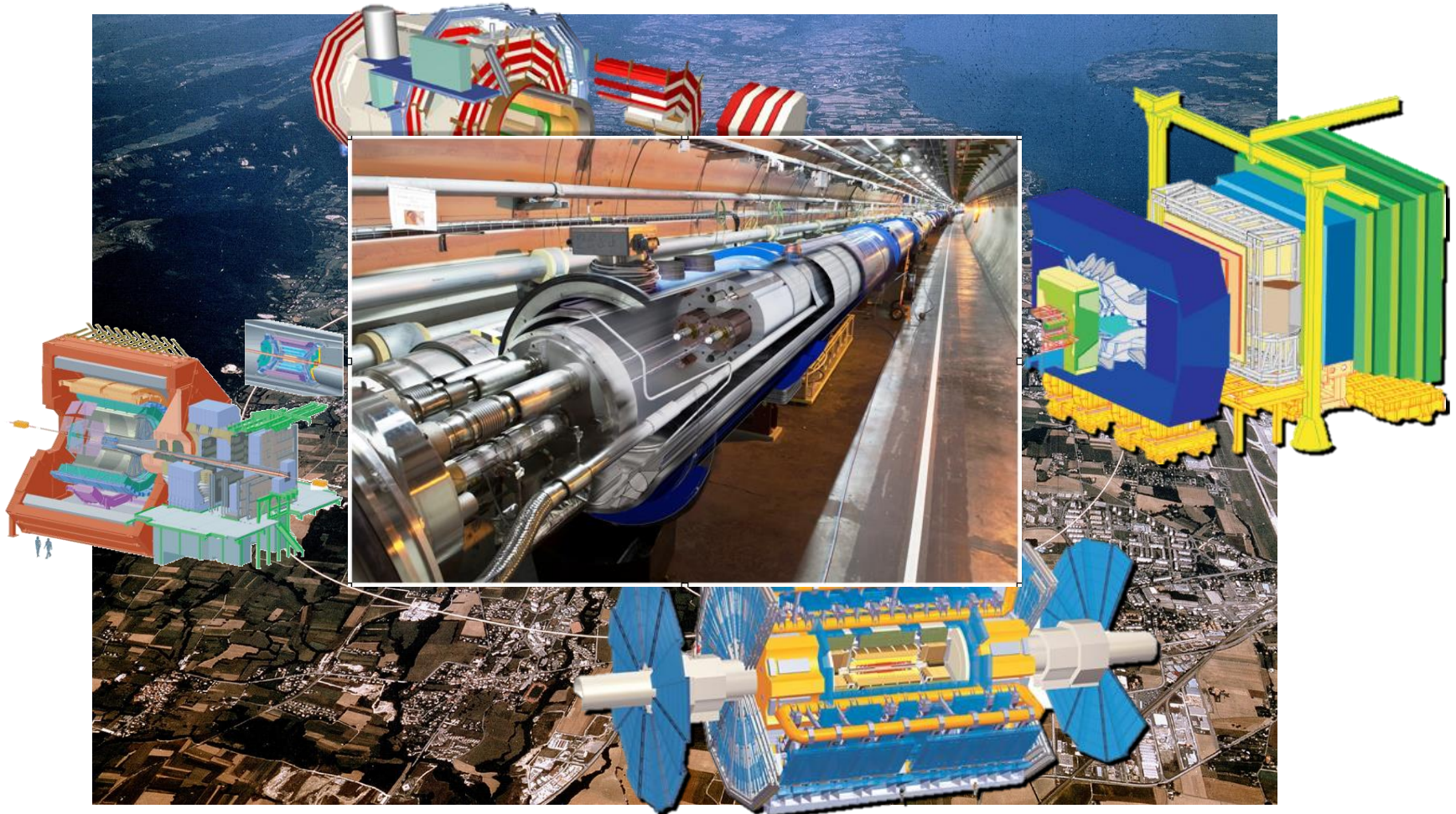


CERN

- Laboratório internacional apoiado em 4 pilares
 - Mantido por 23 estados membros e 11 estados associados, **incluindo o Brasil**
- Pesquisas na fronteira do conhecimento físico sobre o Universo apoiadas em elevado desenvolvimento tecnológico
 - Intenso programa de transferência de conhecimento



Large Hadron Collider

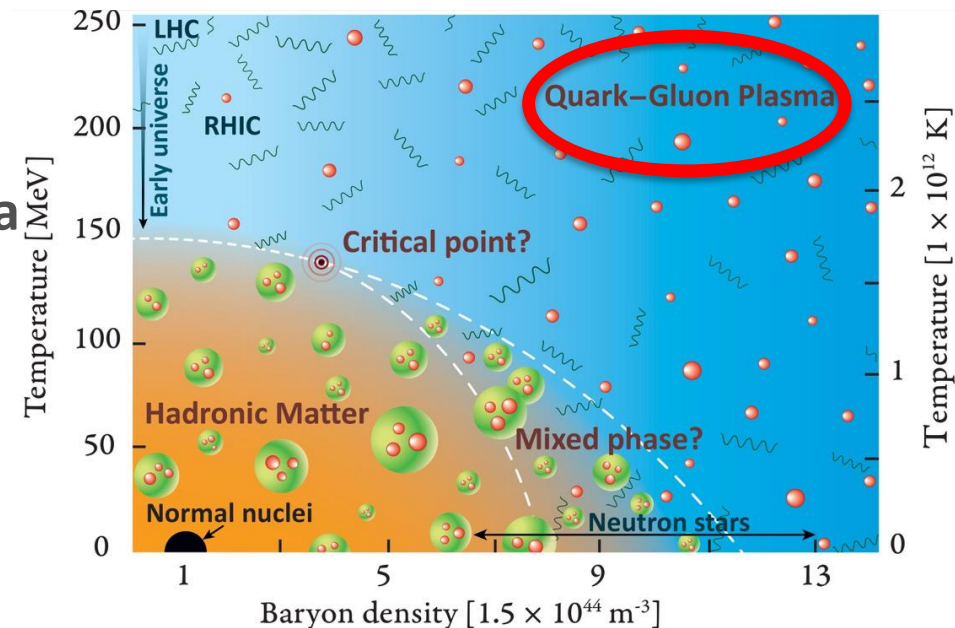




ALICE

Objetivos do experimento ALICE

- Caracterização do diagrama de fase da matéria nuclear
- Em particular, o chamado **Plasma de Quarks e Glúons (Quark-Gluon Plasma)**, estado da matéria nuclear esperado em altas temperaturas e densidades



© 2015 Contemporary Physics Education Project - www.CPEPphysics.org

*“It is the simplest form of complex matter that we know of, ..., most directly connected to the fundamental laws that govern all matter in the universe.” ,
W. Busza, K. Rajagopal and W. van der Schee*

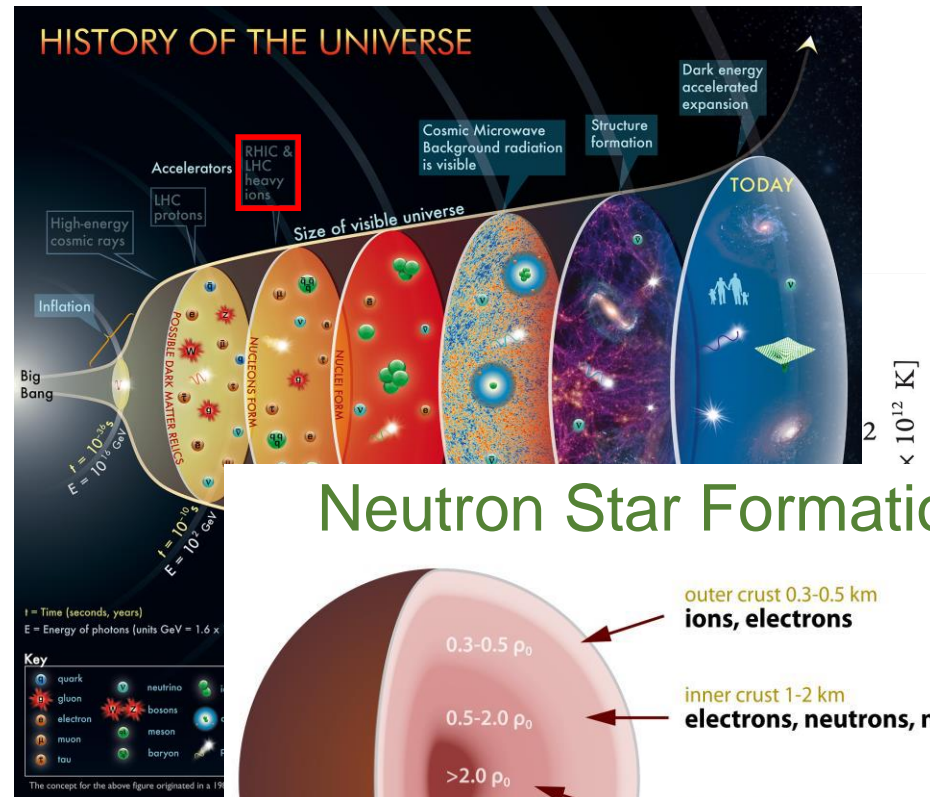




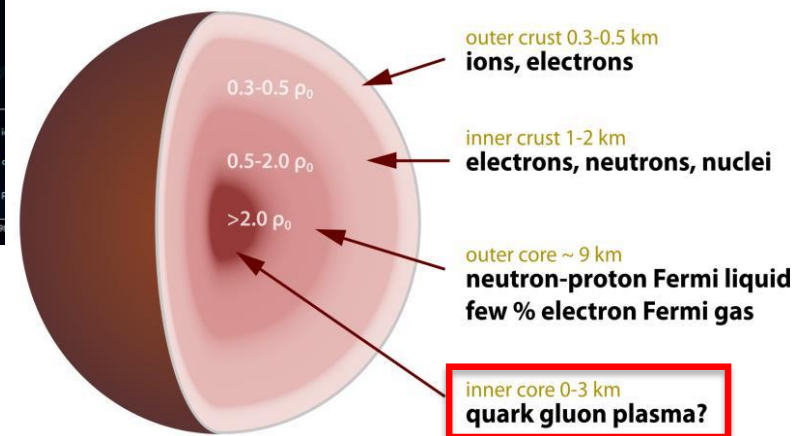
ALICE

Objetivos do experimento ALICE

- Essencial para a compreensão da interação forte
 - Quais são as propriedades do QGP e qual é a relação entre elas e a interação fundamental da QCD?
- Laboratório para a matéria primordial do Universo e de estrelas de alta densidade

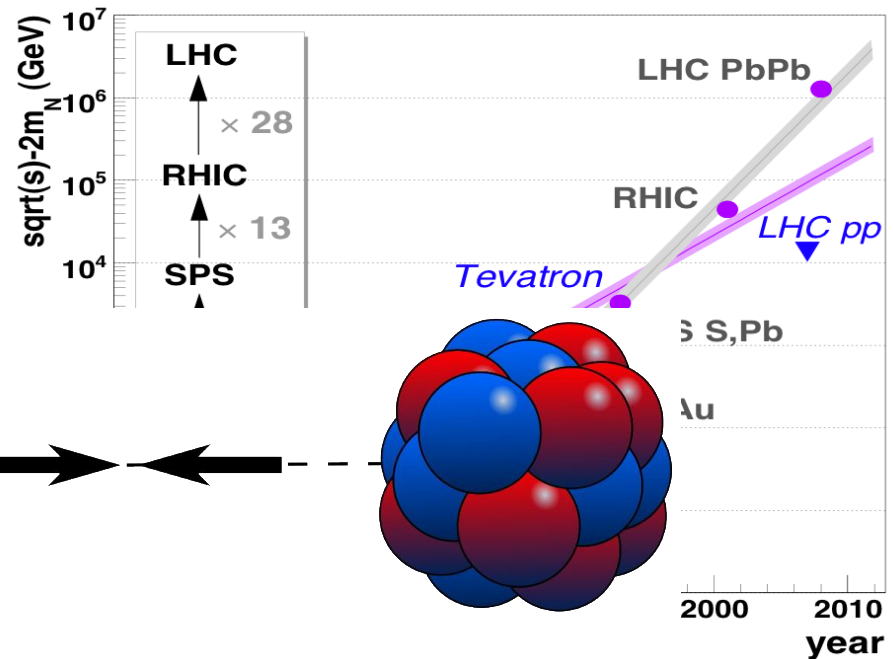
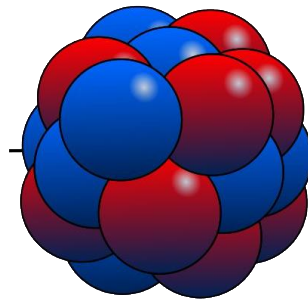
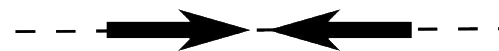
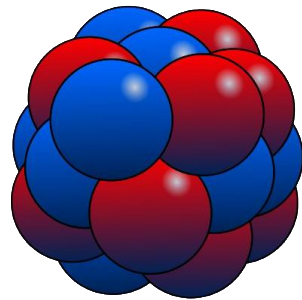


Neutron Star Formation



Como estudar o QGP experimentalmente?

- Colisões entre íons pesados a energias relativísticas
- Evolução dos aceleradores pesados a anos

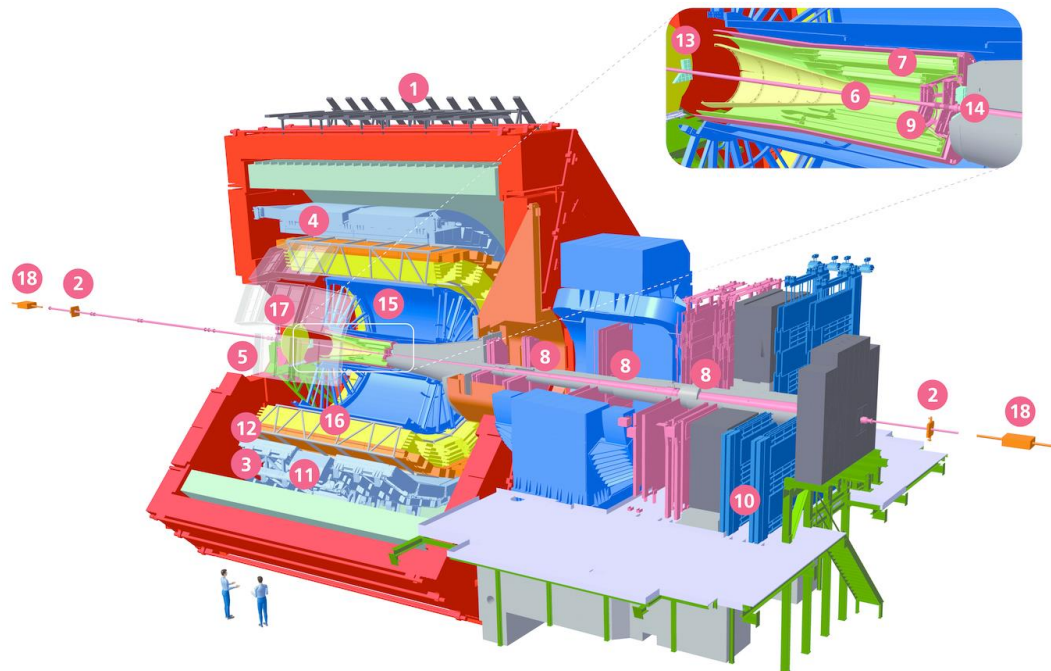




ALICE

Experimento ALICE

- Otimizado para estudar colisões entre íons pesados a energias relativísticas
 - 40 países, 169 instituições, 1947 membros



- 1 ACORDE | ALICE Cosmic Rays Detector
- 2 AD | ALICE Diffractive Detector
- 3 DCal | Di-jet Calorimeter
- 4 EMCal | Electromagnetic Calorimeter
- 5 HMPID | High Momentum Particle Identification Detector
- 6 ITS-IB | Inner Tracking System - Inner Barrel
- 7 ITS-OB | Inner Tracking System - Outer Barrel
- 8 MCH | Muon Tracking Chambers
- 9 MFT | Muon Forward Tracker
- 10 MID | Muon Identifier
- 11 PHOS / CPV | Photon Spectrometer
- 12 TOF | Time Of Flight
- 13 TO+A | Tzero + A
- 14 TO+C | Tzero + C
- 15 TPC | Time Projection Chamber
- 16 TRD | Transition Radiation Detector
- 17 V0+ | Vzero + Detector
- 18 ZDC | Zero Degree Calorimeter





ALICE

O Brasil no ALICE

- Contribuir para o programa de física do ALICE através de uma participação relevante
 - Na análise de dados
 - No desenvolvimento de instrumentação no estado-da-arte

USP



UNICAMP



UFABC





ALICE

Brasil no ALICE

- Participação atual
 - 4 Institutos
 - 9 docentes + 2 pós-doutores (1.8% do ALICE)
 - M&O – A: ~CHF 9.000,00 por pessoa por ano
 - 10 doutorandos (2.5% do ALICE)
 - 3 mestrandos (1.8% of ALICE)





ALICE

Processamento do Dados

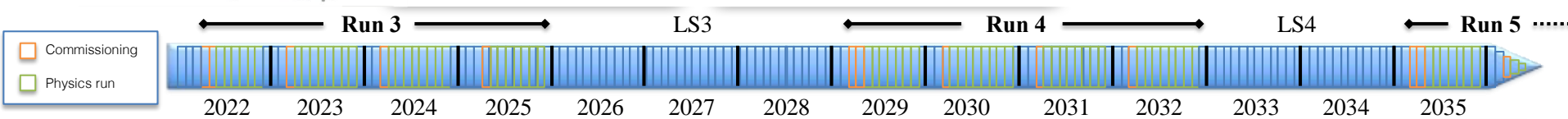
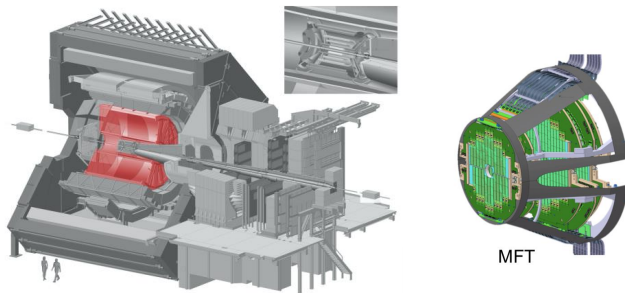
- **Cluster SAMPA na USP**
 - **WLCG GRID**
 - 2384 *slots* de processamento;
 - ~2 PBytes em disco (sistema EOS, o 1º fora do CERN)
 - 90 TBytes em disco para o repositório CVMFS *stratum one* (1º do hemisfério sul)
 - Processado em torno de 22kHEPSpecs em 2022 e 16kHEPSpecs em 2023
 - Em torno de 95% de *availability* e *reliability*





ALICE

Upgrade para o Run 3



- Objetivo: 50kHz em Pb-Pb ($\sim 10\text{nb}^{-1}$ no Run3 e Run4)
- A fim de atingir essa meta:
 - Um novo detetor de vértice (ITS)
 - **TPC e MCH precisam de uma eletrônica mais rápida e sem trigger**
 - Completa mudança do Sistema de aquisição (O² project)
 - **Muon Forward Detector (MFT) incluído**
 - Algumas adaptações em outros detetores

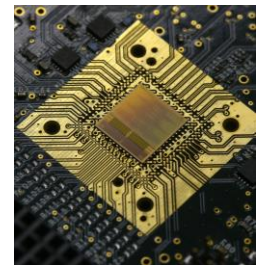
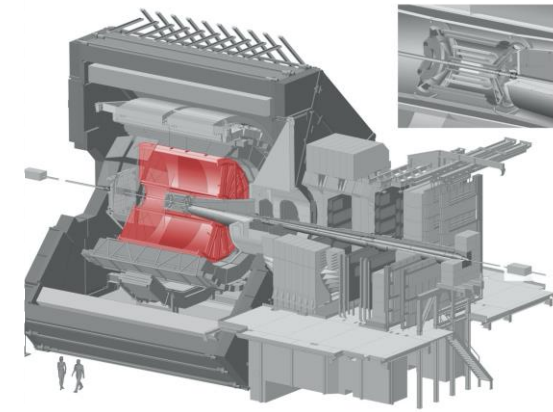
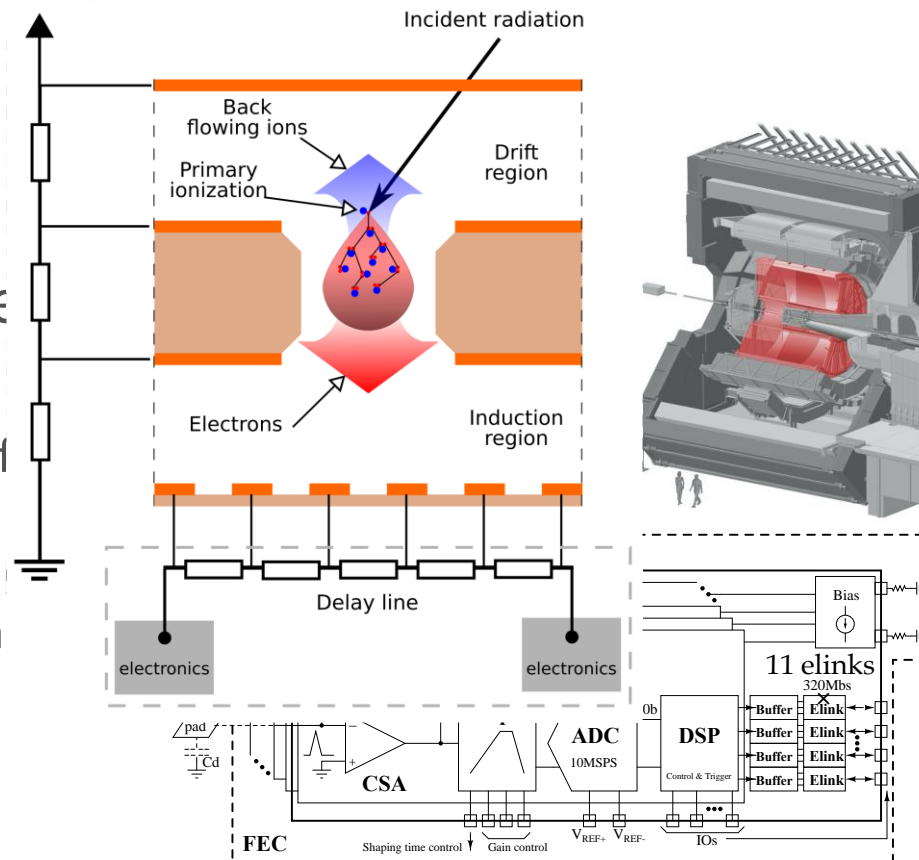




ALICE

Upgrade para o Run 3

- Time Projection Chamber (TPC)
- Contribuição brasileira
 - **SAMPA chip**
 - ASIC de 32 canais em tecnologia CMOS
 - Combina funcionalidades analógicas e digitais no mesmo chip
 - Leitura contínua

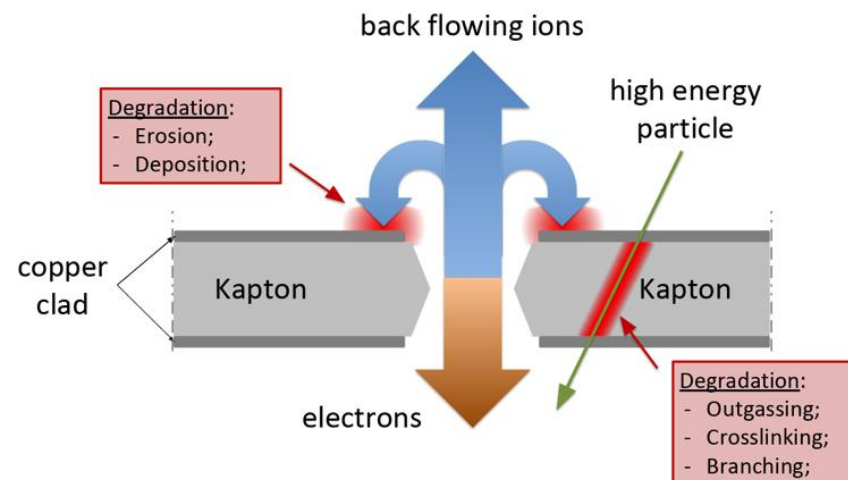
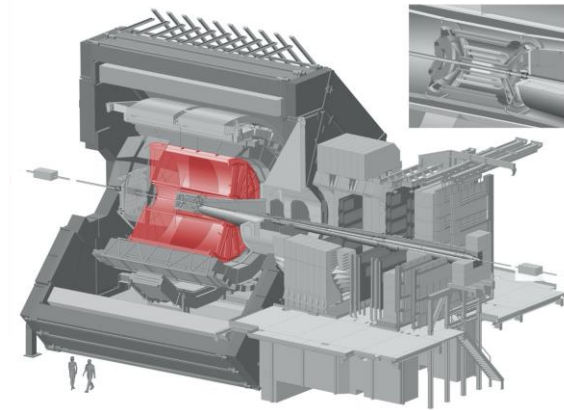
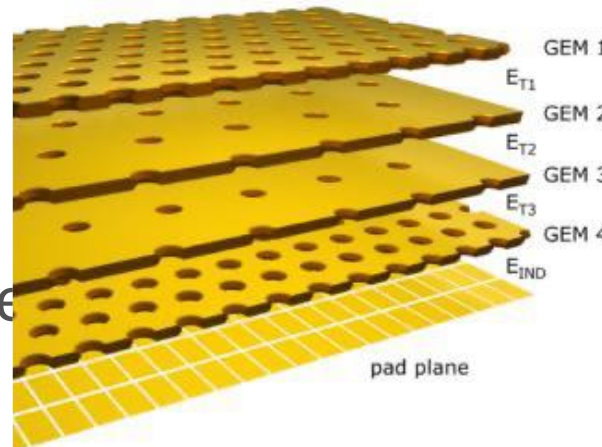




ALICE

Upgrade para o Run 3

- Time Projection Chamber (TPC)
- Contribuição brasileira
 - SAMPA chip
 - Estudos de degradação do TPC
- M&O-B: CHF21.900,00 por ano

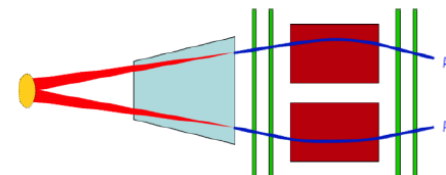
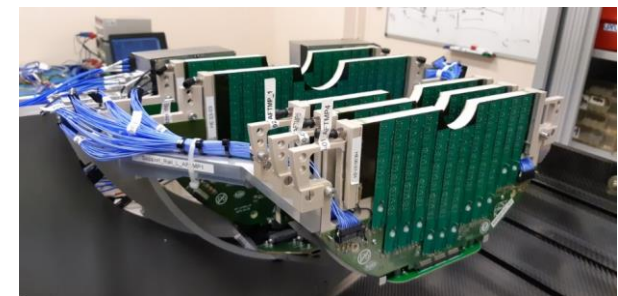
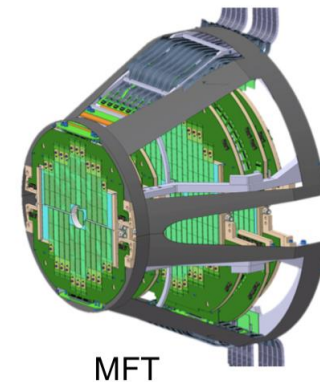




ALICE

Upgrade para o Run 3

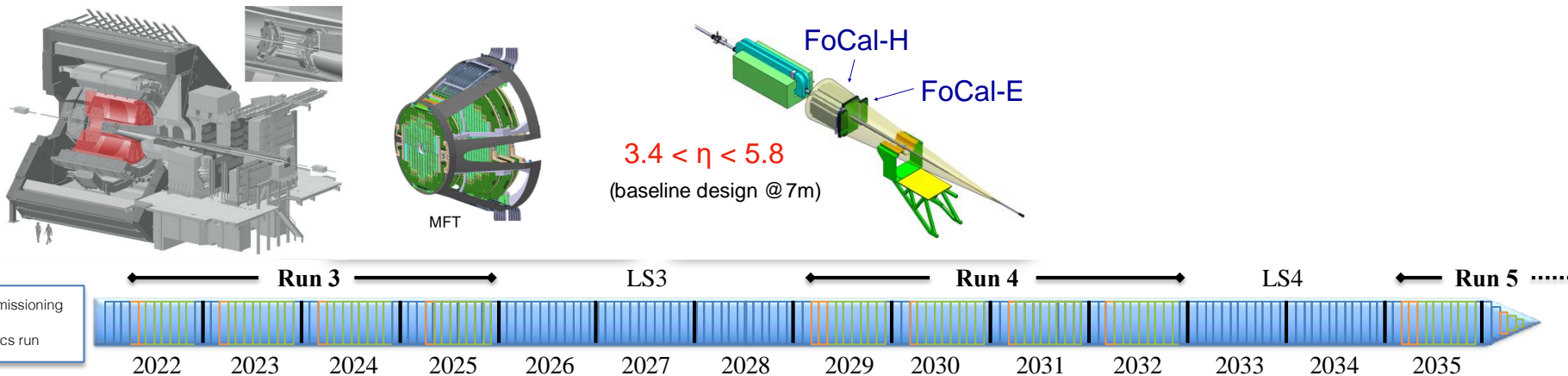
- Muon Forward Tracker (MFT)
 - Um novo tracker de Si de alta resolução ($2.5 < \eta < 3.6$)
 - Adiciona uma capacidade mais precisa na determinação de vértices para muons na região frontal
- Contribuição brasileira:
 - Infraestrutura mecânica
 - Desenvolvimento de Software (O2)
 - **M&O-B: CHF8.200,00 por ano**





ALICE

Upgrade para o Run 4



- Forward Calorimeter (FoCal)

- Explorar a estrutura de nucleons e núcleos na região de partons de baixo momento
- Calorímetros eletromagnético e hadrônico na região frontal ($3.4 < \eta < 5.8$)





ALICE

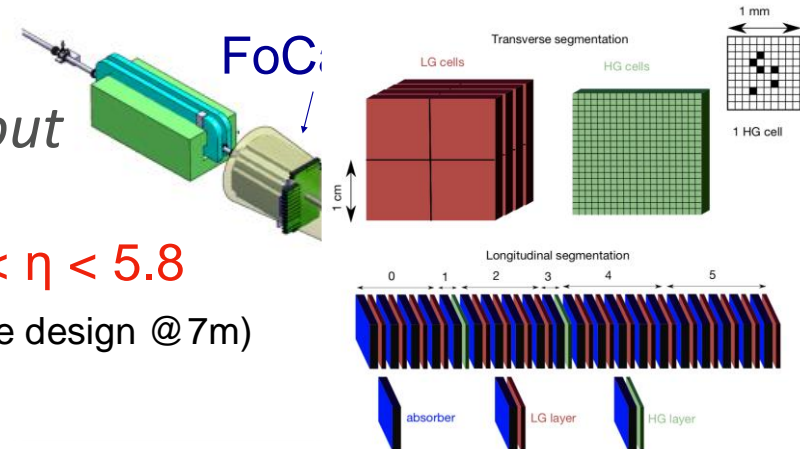
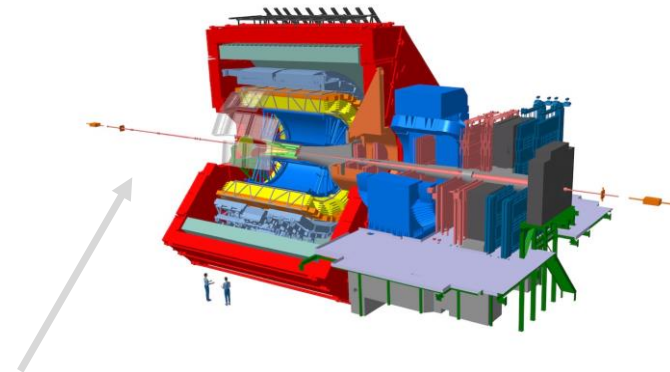
ALICE Upgrade for Run 4

- Calorímetro Eletromagnético

- Tungstênio
- *Silicon Pixel* (2 camadas)
- *Silicon Pad* (18 camadas)

- Contribuição brasileira:

- Eletrônica dos Silicon Pads
- Firmware do *Common Readout Unit*
- **Construção:**
CHF 180.000,00



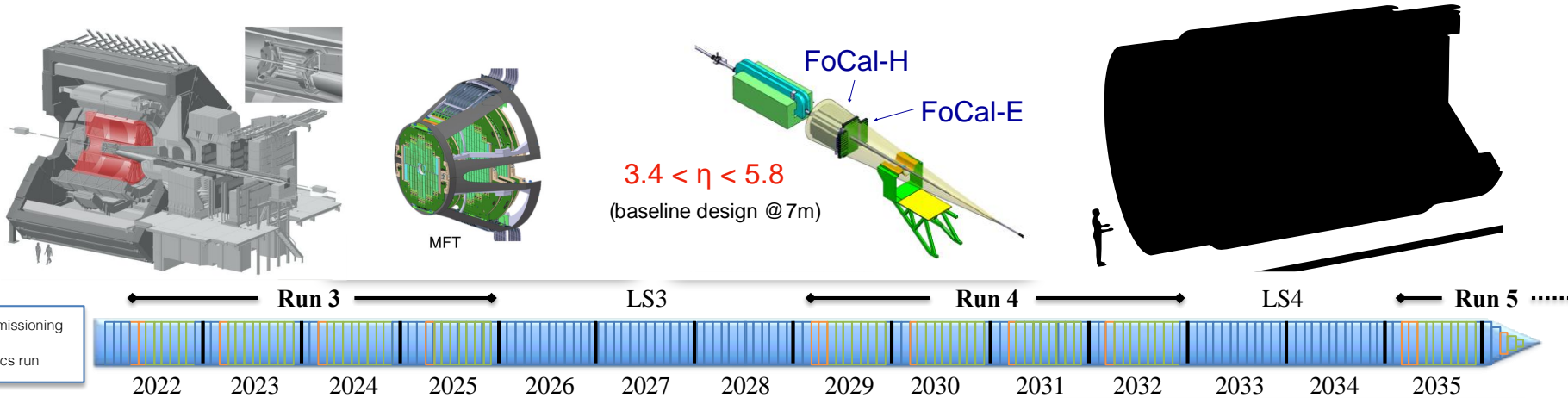
$3.4 < \eta < 5.8$
(baseline design @ 7m)





ALICE

Futuro: ALICE 3



- Próxima geração do programa de íons pesados do LHC
 - Ocorre a termalização de quarks pesados?
 - Como eles se propagam no meio?
 - Como se dá a hadronização desses quarks?
 - Que tipo de hadrons exóticos eles formam? Como se dá isso?
 - Medida precisa da radiação eletromagnética emitida pelo QGP
 - Afinal, há uma restauração da simetria quiral?

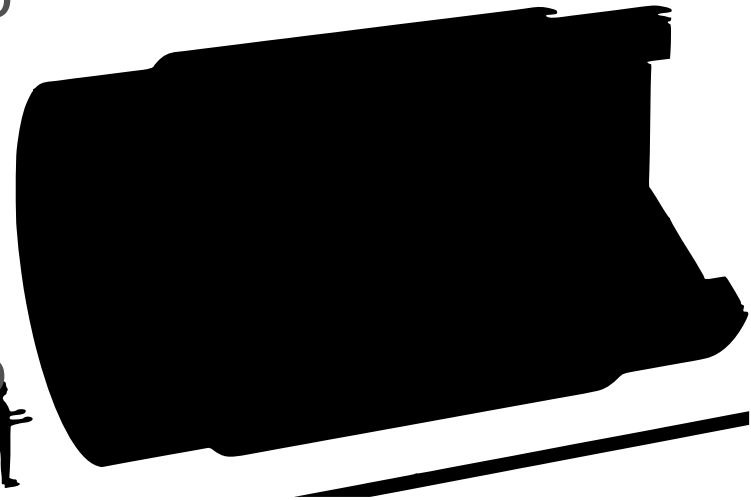




ALICE

Futuro: ALICE 3

- Detetor compacto completamente composto de sensores de Si de alta resolução
- Magneto supercondutor
- Identificação de partículas com uma ampla cobertura espacial
- Leitura rápida e processamento online

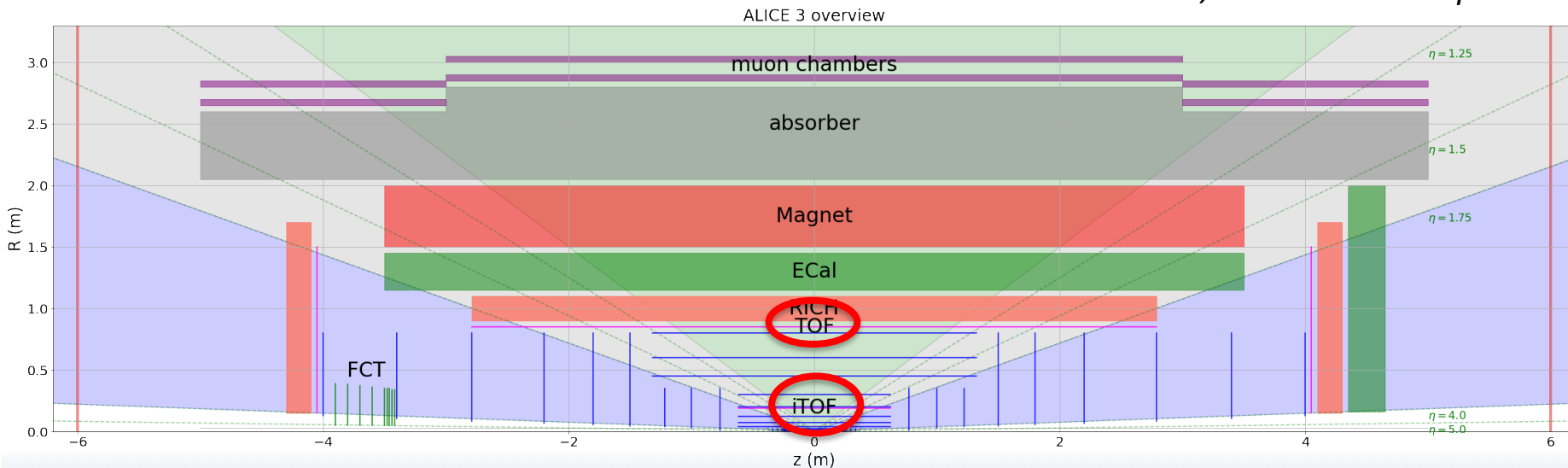




ALICE

Timing Layer

J. Klein, ALICE3 Workshop



- Duas camadas centrais e uma frontal
- Resolução de TOF $\sigma_{\text{TOF}} \approx 20 \text{ ps}_{\text{[SEP]}}$ baseado em sensores de silício
- Várias tecnologias estão sendo consideradas
 - Ultra-Fast Silicon Detectors (UFSD)

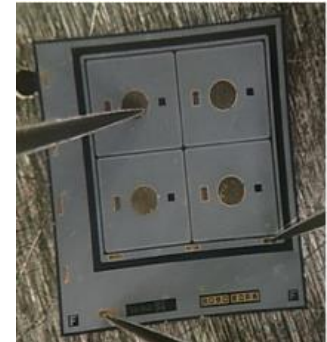




ALICE

UFSD

- Caracterização de Ultra Fast Semiconductor Detectors (UFSD)
- Infraestrutura recentemente criada na USP para uso inicial do experimento ATLAS
- **Construção: contribuição esperada** proporcional à participação brasileira
 - Mantendo a mesma participação atual de $\sim 2\%$, espera-se uma contribuição de $\sim \text{CHF } 3\text{M}$



Resumo de Custos com Infraestrutura

- M&O-A: ~ CHF 100k por ano
- M&O-B Runs 3 e 4: ~ CHF 30k por ano
- Upgrade Run 4: CHF 180k
- Upgrade Runs 5 e 6:
 - Supondo a manutenção da mesma participação atual de ~2%, espera-se uma contribuição de ~ CHF 3M dos grupos brasileiros
- Computação: CHF 140k por ano
- Missões científicas: CHF 30k por ano



Muito obrigado!

Contato: munhoz@if.usp.br

