Plenária: Instrumentação

J.M. Seixas

COPPE/PoIi/UFRJ
Laboratório de Processamento de Sinais
Inteligência Computacional. Inovação

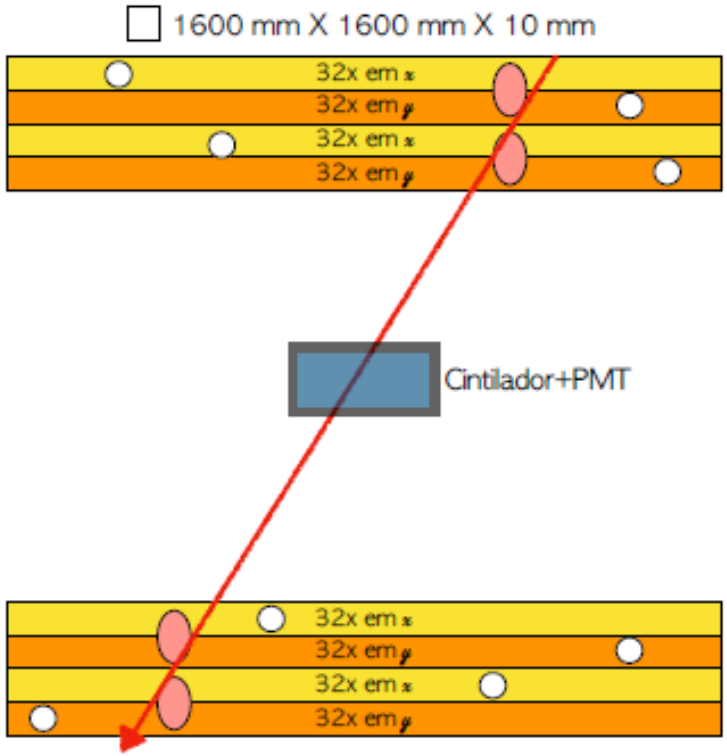
Tendências

- ✓ FPGA substituindo ASICS
- ✓ ML: definitivamente no radar da HEP
- ✓ Técnicas avançadas de processamento de sinais: úteis em ambientes de alto empilhamento
- ✓ Participações: jigas, inovações (Antartica, múon trigger, patentes), tolerância à radiação, trigger ML no coração do ATLAS, eletrônica, ótica, estruturas e suportes
- ✓ Variedade de atividades, boa inserção nas colaborações, upgrade em várias direções, indústria, além do eixo Rio-SP

Raios Cósmicos

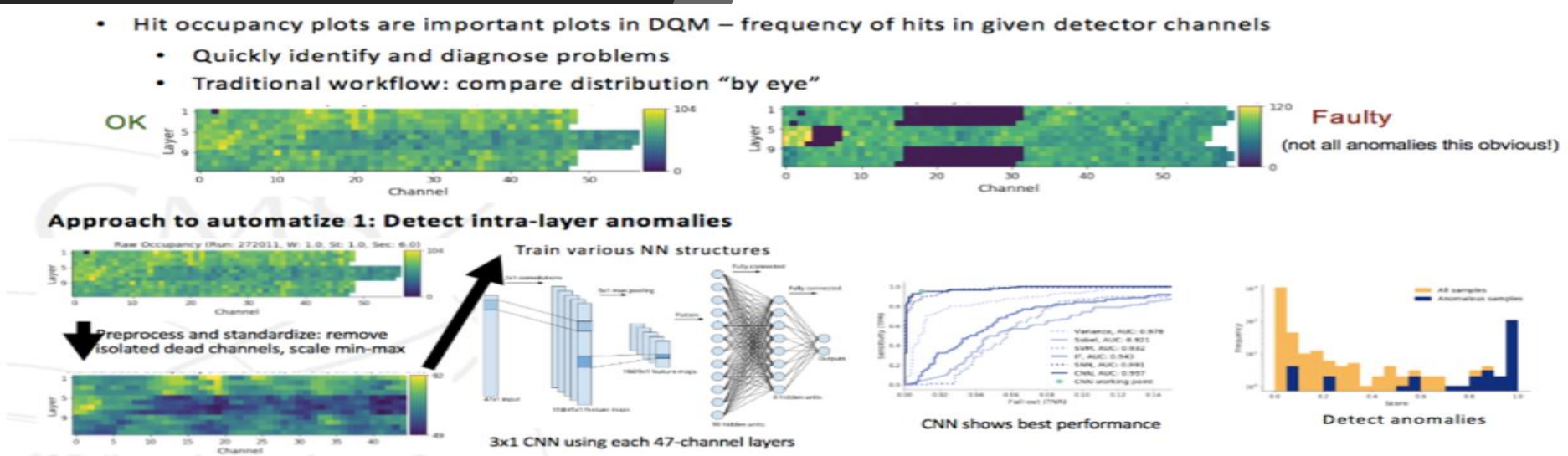
- CRE@AT - Cosmic Ray Experiment at Antartida
  - mudanças climáticas e raios cósmicos: intrigante associação
- Comunidade vê com ceticismo
- conexão entre raios cósmicos e formação de nuvens.

Terceira fase do Programa CRE@AT está quase definido: Dois detectores espaçados 1-2 m. Cada detector consistirá em 4 unidades (coincidência em 3D) de 32 tiras cintilantes plásticas de 160 cm 5 cm 1 cm, WLS e leitura de SiPM.



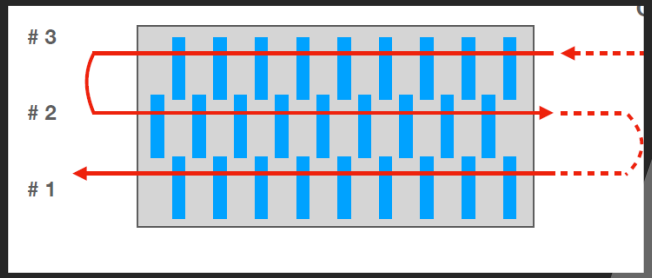
LHC - CMS

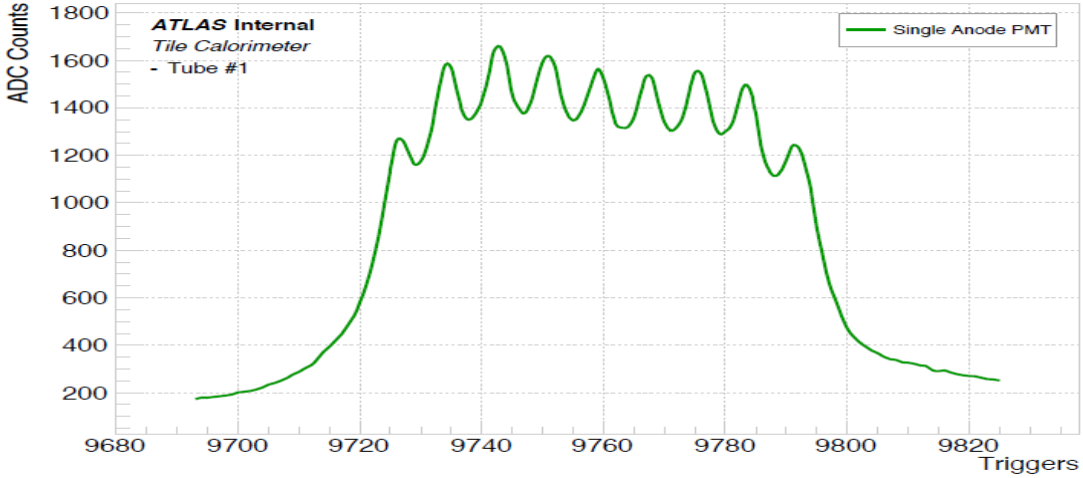
- Upgrade para RPC
- Tecnologia FPGA: domínio nas aplicações (substituindo ASICS)
- Gases sendo trocados (meio ambiente – Protocolo de Kyoto)
- participação brasileira: online software upgrade, validação do trigger l1, ocupação com AE

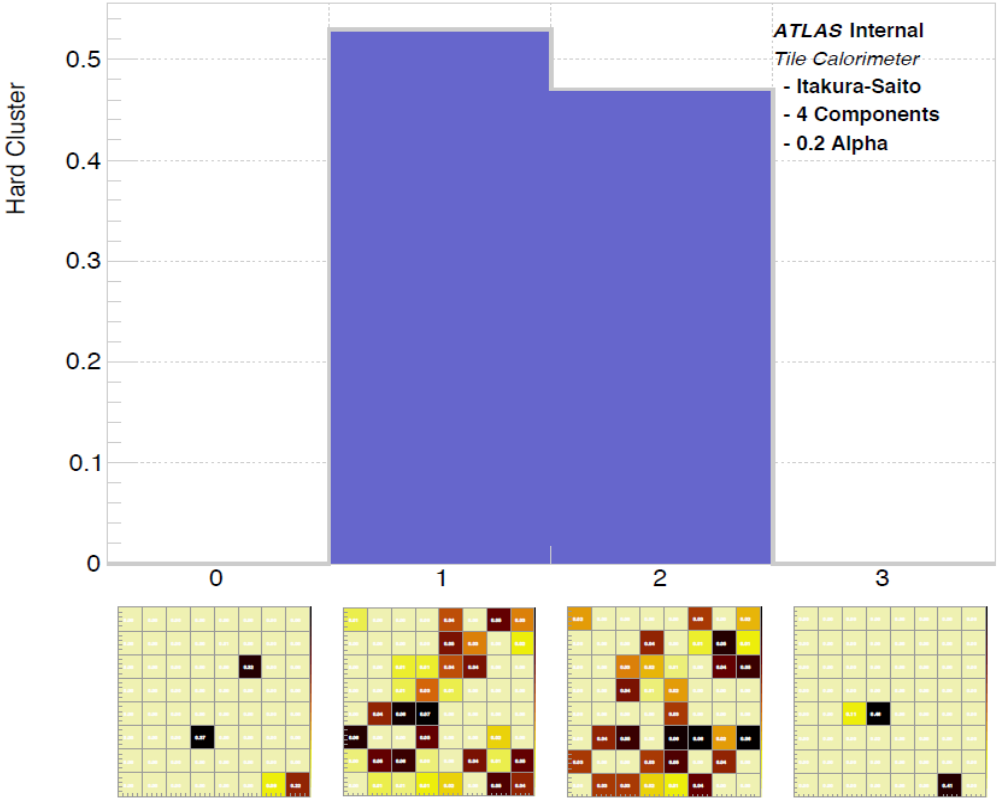


LHC - ATLAS

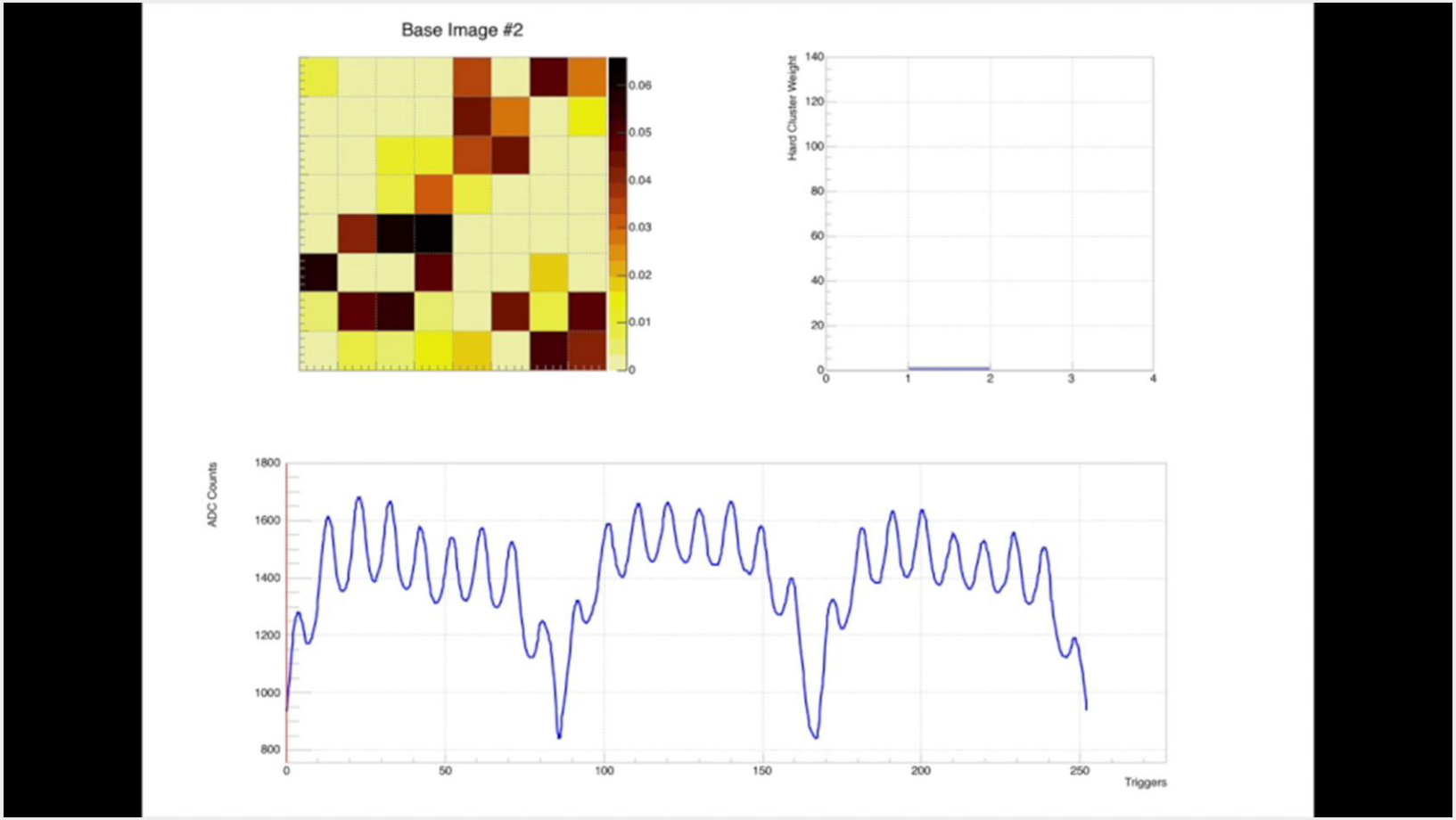
- Física de jatos: é possível tornar mais fina a granularidade do calorímetro hadrônico?
- Identificar as fontes de sinal luminoso sem alterar a estrutura mecânica
- Técnicas de BSS (Blind Source Separation): estatística de ordem superior (ICA, NMF)
- Uma leitura multi-anódica, reconstruindo o sinal original
- BSS encontra a informação estruturante que forma o sinal do calorímetro: tornar a granularidade 2 vezes mais fina parece possível. Em andamento.
- Utiliza estatística da divergência e controle de esparsidade





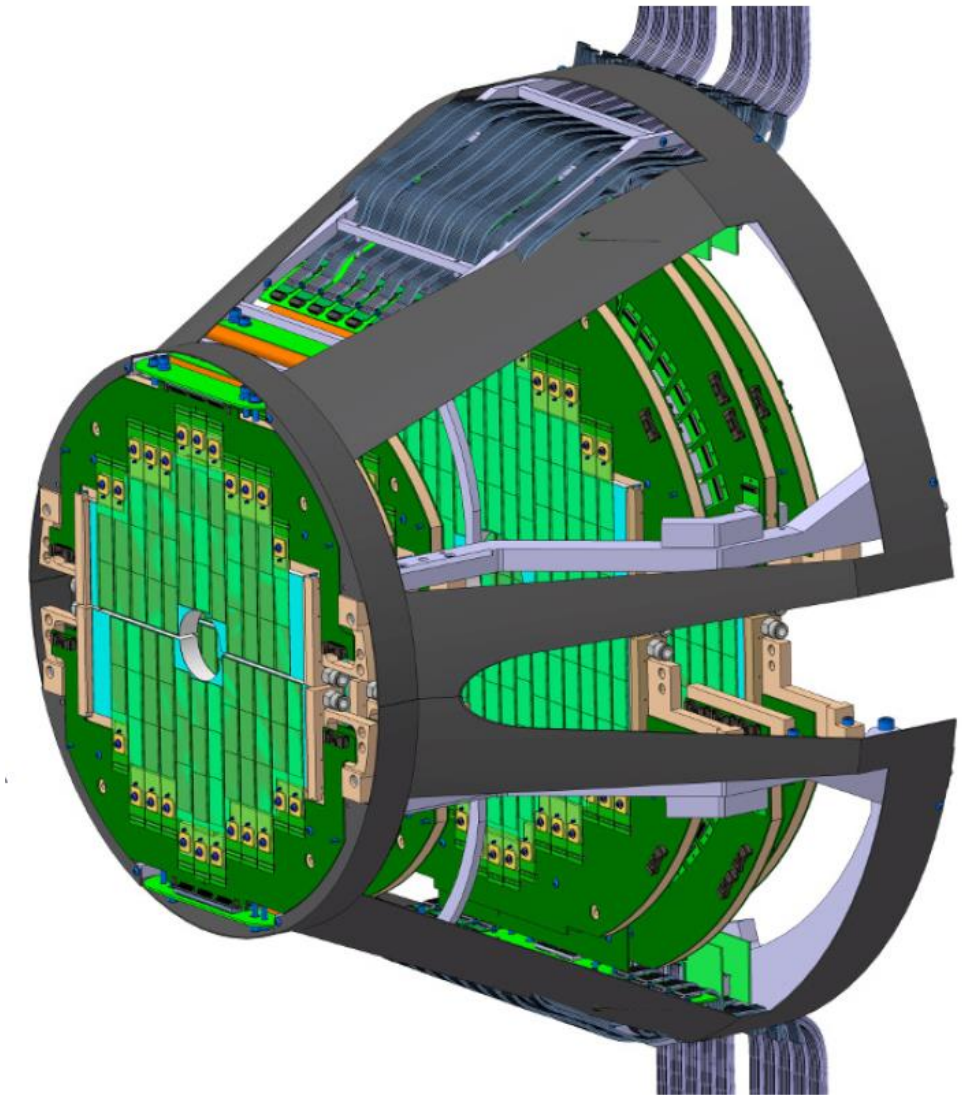


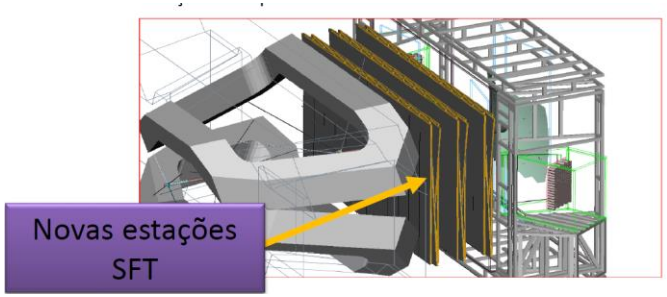
NMF: clusterização para uma granularidade mais fina

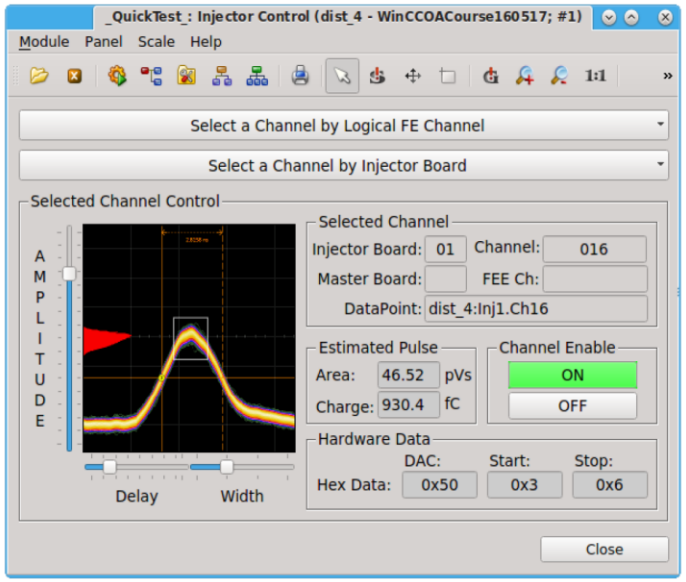


LHC - ALICE

- Espectrômetro de múons: região central
- muon forward tracker: aumentar a resolução espacial para os vértices de múons (chegar a 30 microns). Separar prompt do não prompt (J/psi)
- Em Porto Alegre: aprimoramento e fabricação do patch panel; descrição geométrica e elaboração dos algoritmos e protocolos de calibração

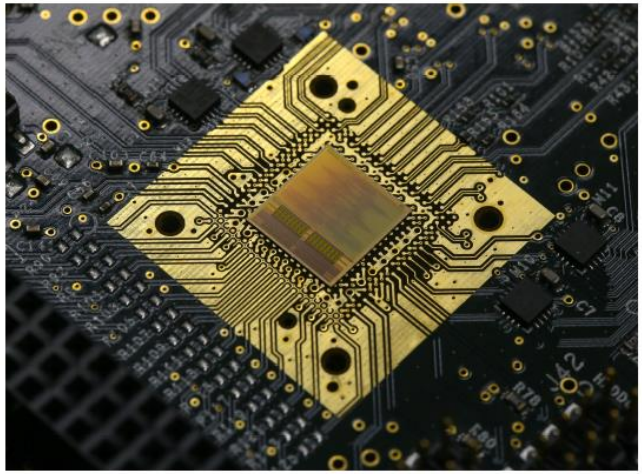


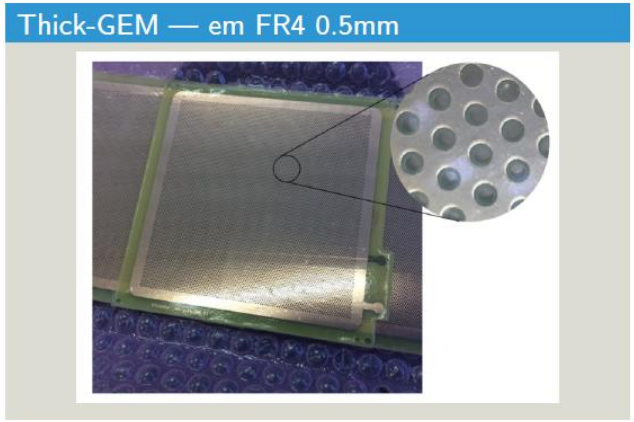




LHC - LHCb

- Scifi: substitui o tracker com fibras cintilantes
- leitura de > 589 k canais. Resolução 70 micrometros. 144 módulos
- sistema de validação. Cooperação Nikhef. Injetor nacional
- controle do injetor: scada (tecnologia da validação completa)

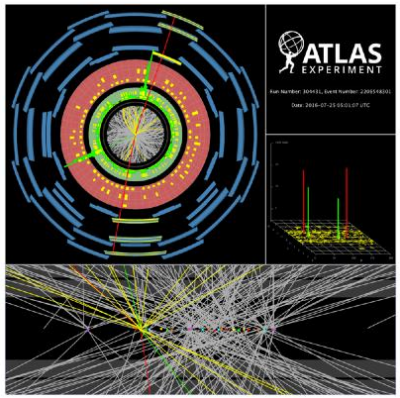




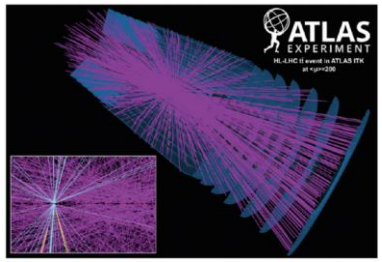
LHC - ALICE

- SAMPA: ASIC que combina funcionalidades analógicas e digitais
- SAMPA também pode ser usado pelo STAR (BNL) e Dubna (64 canais)
- 70% do SAMPA já está produzido para montagem no ALICE no long shutdown. 88k no ALICE
- GEM e THICK-GEM (0,5 mm, pode ser feito em oficina tradicional, como USP). TPC vai usar GEM no upgrade. CMS também deve usar GEM
- GEM é sensível à posição e à energia
- HEPIC@USP: linhas de pesquisa em GEM

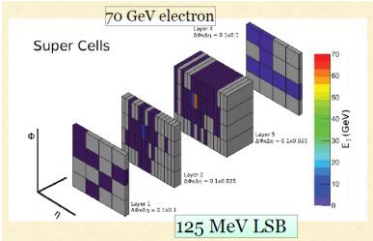
LHC - ATLAS

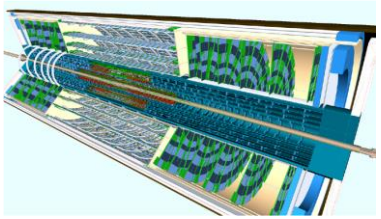


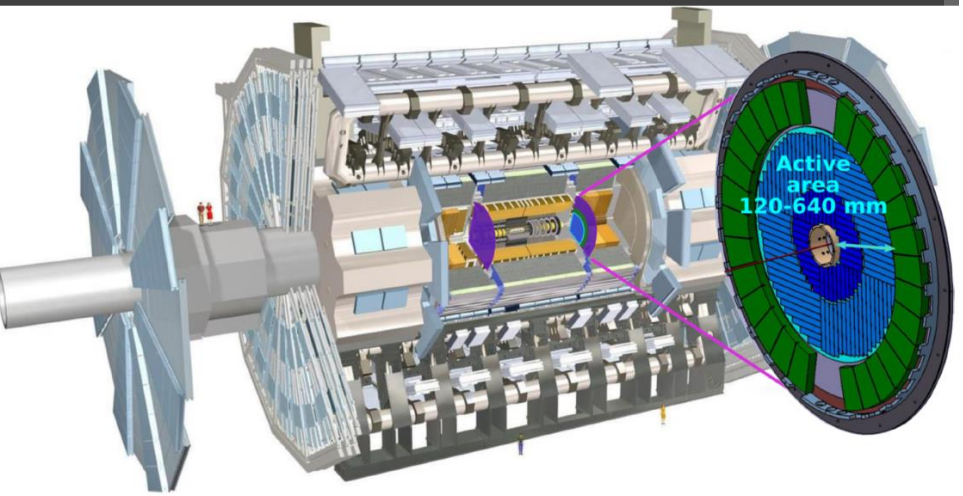
- upgrade Lar
- LSB: 125 MeV
- LTDB: refaz a soma de trigger L1, 124 placas. Está no segundo protótipo
- em SP: radiação de SEE, irradiação com gamas cobalto 60.
- Além disso: muon system, new small wheel
- para a fase II: aumento da cobertura do tracking. High-granularity timing detector (camadas de detectores semicondutores) para ajudar no tempo. Timing accuracy: 30 ps. Low-gain avalanche detector

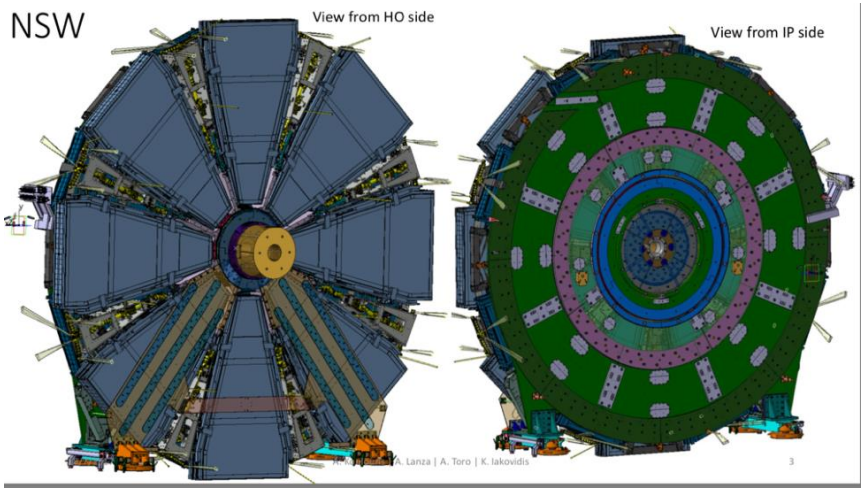


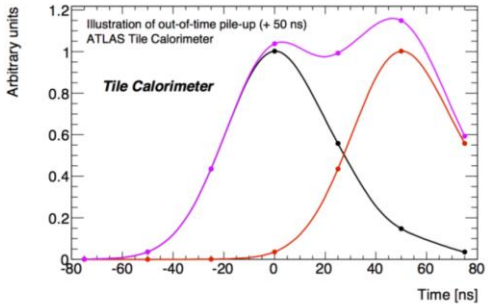
LHC - ATLAS

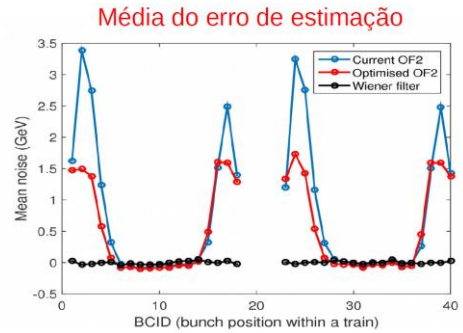

70 GeV electron
Super Cells
125 MeV LSB

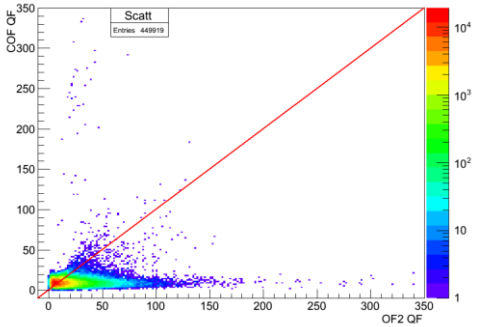



Active
area
120-640 mm


NSW
View from HO side
View from IP side



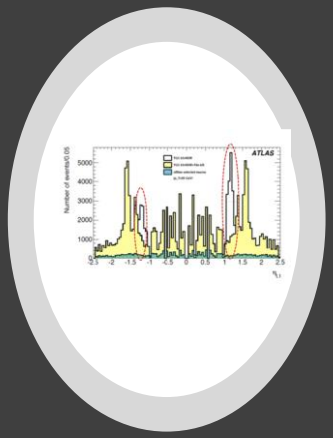


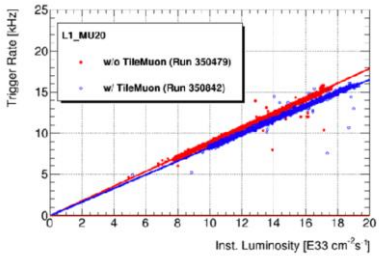


- calorimetria, reconstrução em condições de alto empilhamento
- online x offline
- proposta: filtro de Wiener (clássico)
- proposta: COF (desconvolução)

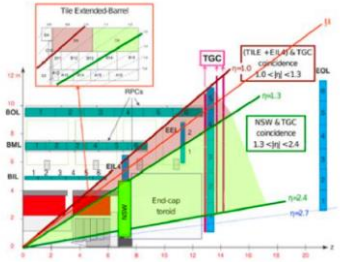
LHC - ATLAS

LHC - ATLAS



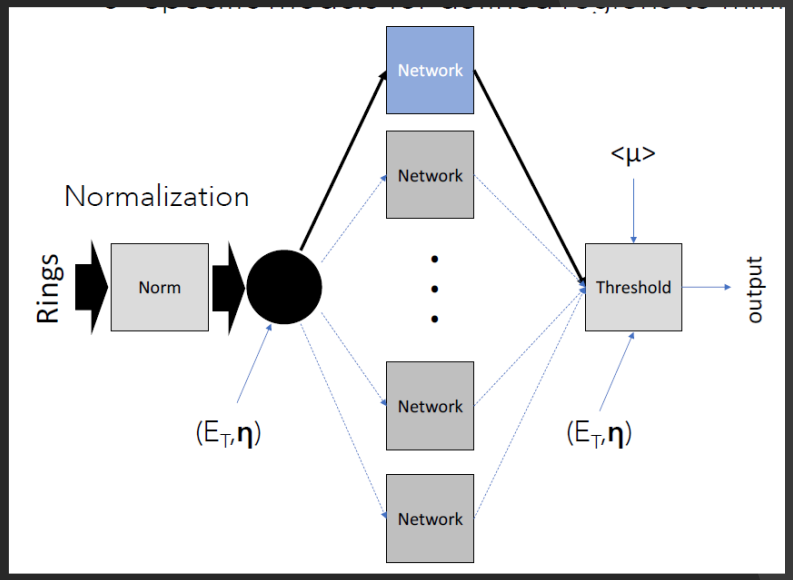


- trigger de múons assistido pela calorimetria
- ruído de fundo que não vem da colisão pode ser reduzido com coincidência com a última camada do calorímetrio hadrônico (maior área)
- TMDB usa MF para estimação. Feita no Brasil, do projeto à produção em padrão VME (16 camadas)
- instalada e em funcionamento no Run 2. Pequenas modificações para operar no Run 3 (após shut-down)
- no Run2: libera 2 kHz de banda para física
- no barril: estudo do impacto, onde a SNR é muito menor (menor área).
- Fase 2: pode operar o trigger com níveis mais altos de detcção (sinal digital)



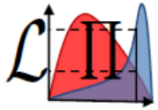
LHC - ATLAS

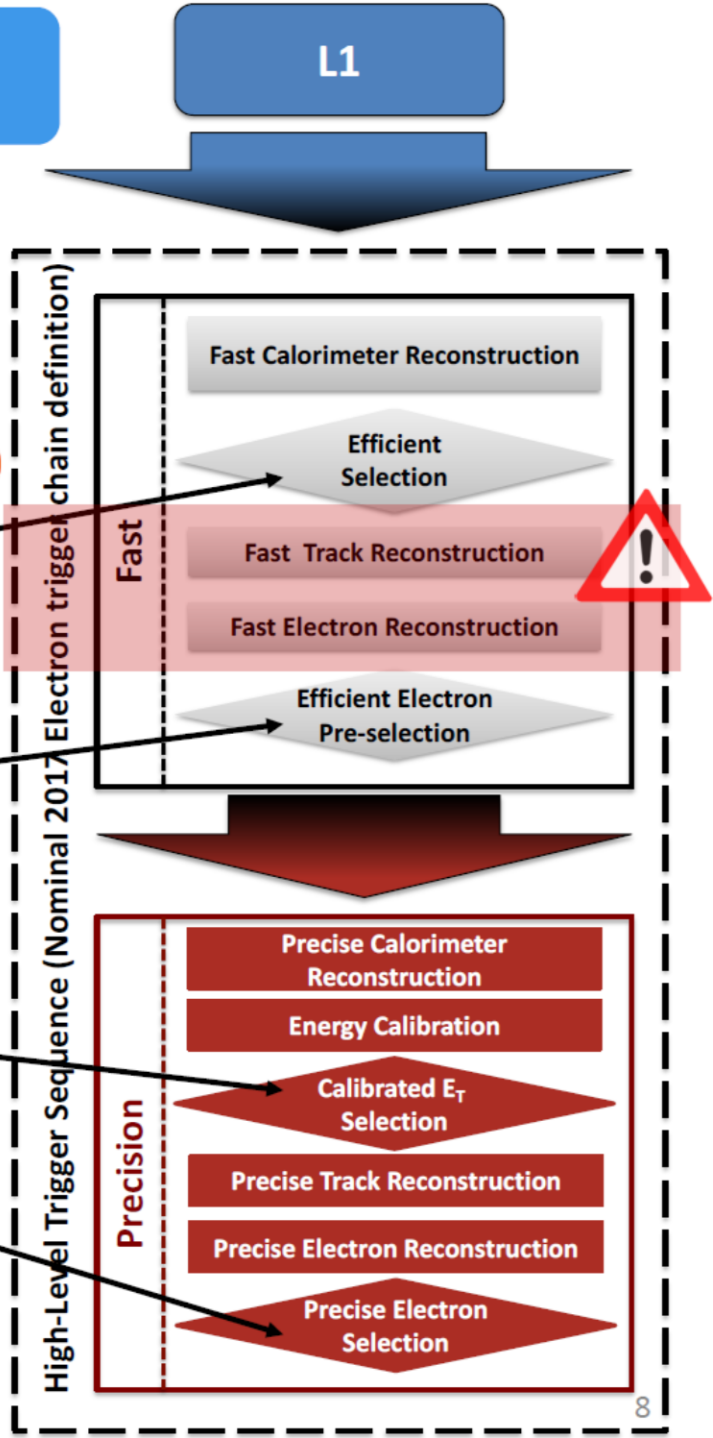
- um trigger ML: em operação. Ensemble de redes neurais. Atualização de proposta de 1991 (não se deve desistir...). Reduz latência à metade e reduz significativamente o fake rate (banda)
- mantida a cadeia de processamento anterior para monitoração. Avaliação da qualidade de intervenção
- impacto no offline (novos métodos de análise), resiliente ao pileup.
- Extensão para low-energies (usando dados J/psi para treinamento). Diminui o fake rate. Em andamento, previsto entrar em operação ainda este ano
- novo enfoque com codebooks - NMF



HLT e/g Workflow

Old	New
Fast Shower Shapes reconstruction	Ringer Reconstruction
Cut-Based Selection	Ensemble of neural networks (E_T>15GeV) + Pileup correction
Track reconstruction	
Track cuts	
Precise Shower Shapes Reconstruction	
Energy Calibration	
Precise E_T cut	
Precise track reconstruction	
Electron Identification based on the Likelihood at relevant quantities (calo+track) + Pileup correction	

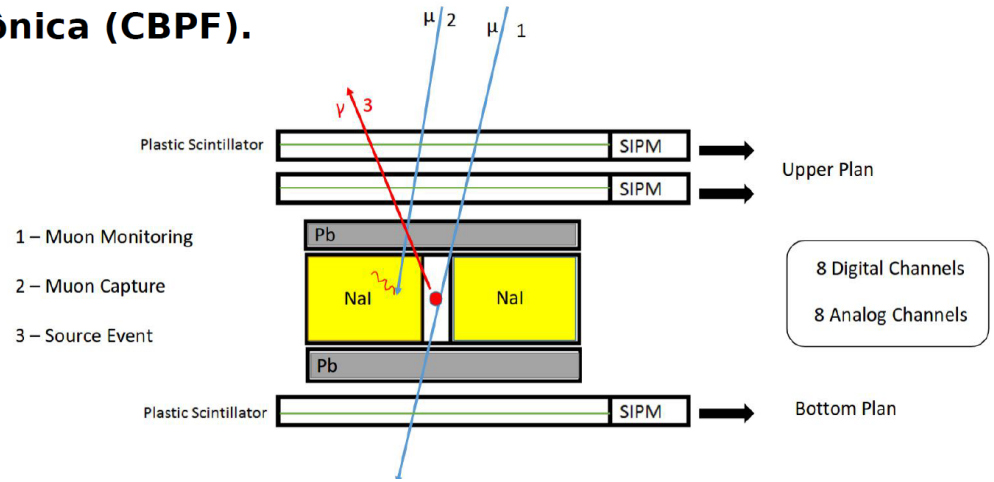




Modulation

- Busca por modulações de ordem nuclear na vida média de isótopos radioativos
- Existência de uma série de incertezas sistemáticas de causas ainda não identificadas relacionadas à vida média dos isótopos
- 4 experimentos idêntificos (CBPF)
- Erros sistemáticos (controle dos efeitos) e DQ

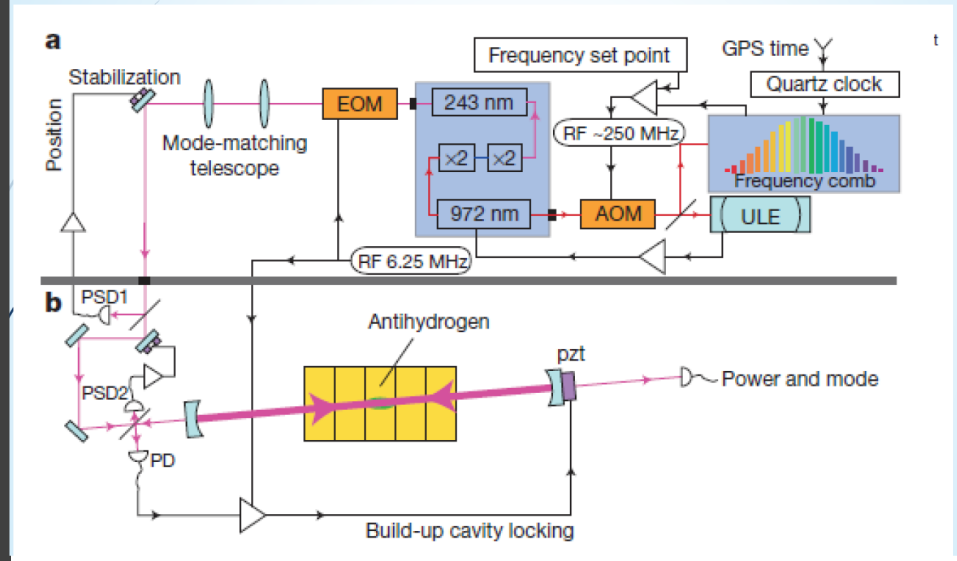
Sistema de detecção de Múons e identificação de captura eletrônica (CBPF).



ALPHA

- Antimatter factory
- Anti-protons e pósitrons resfriados (anti-hidrogênio)
- Como detecta: aniquilamento
- 2012: novo aparato. Acesso ótico (espectroscopia)
- Desenvolvimento da cavidade ótica (UFRJ)
- Perspectiva: aprisionar hidrogênio no mesmo aparato onde o anti-hidrogênio está
- Perspectiva: Lançar anti-hidrogênio em queda livre e ver o que acontece

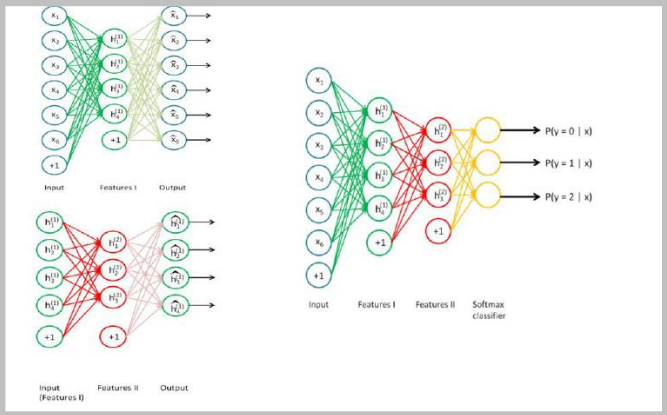
Novo aparato foi construído em 2012 (ALPHA-2), agora com acesso ótico

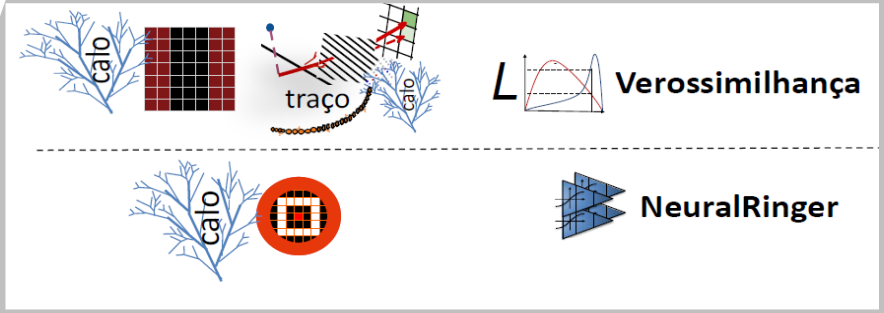


Desafio é manter uma cavidade nessas condições!

LHC - ATLAS

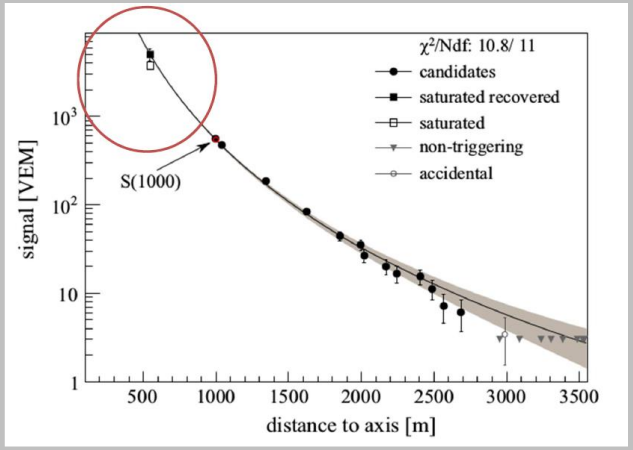
- extensão do ringer pro offline (modelo inverso)
- fusão da informação entre tracking e calorimetria: redes especialistas (ensemble). Reduz falso alarme (rings + shower shapes)
- Possibilidades do aprendizado profundo
- Pré-processamento: ICA (fontes independentes do shower)
- Pré-processamento: largura do shower
- big data: how to handle?

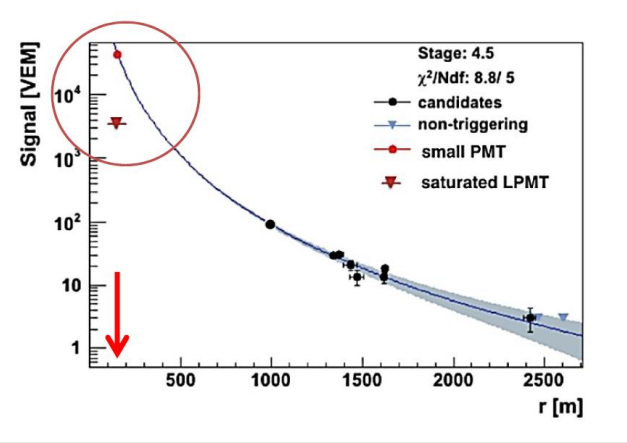




Auger

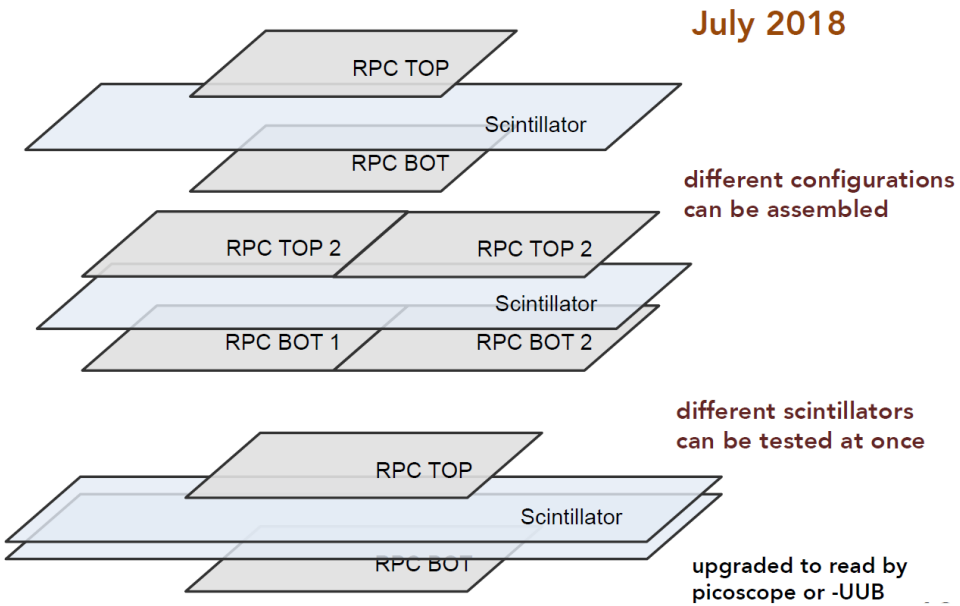
- instalação de small PMT (contexto do upgrade do auger). Menos de 2% dos eventos em saturação. Originalmente, 30% dos eventos saturam
- Engineering array (10 estações)

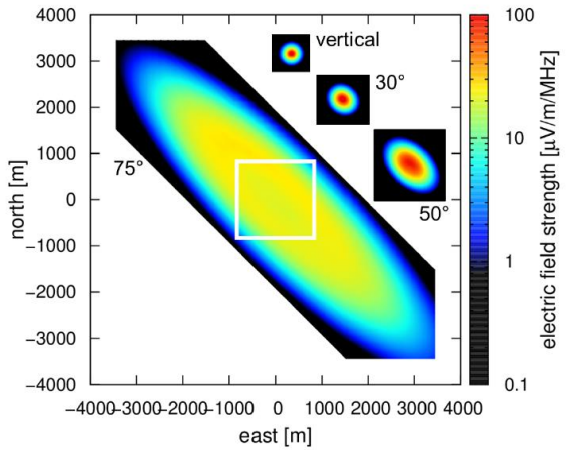


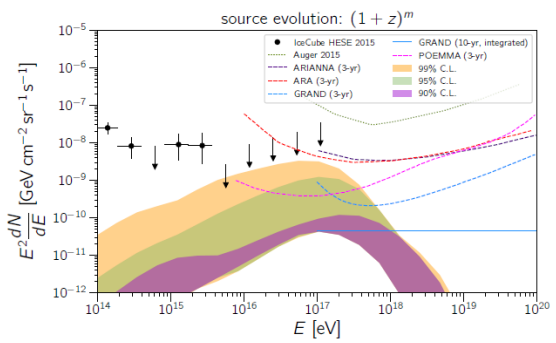


Auger

- upgrade: surface scintillator detectors on top of each water Cherenkov detector
- RPC: ASIC com 64 canais (MAROC-3). Testa o ssd (transporte)







GRAND - RC

- Radio detection of inclined showers: infere as propiesdades do chuveiro (energia, trajetória)
- construção na China. Protótipo operando
- detecção dos neutrinos cosmogenicos: 10 anos de exposição, no pior dos casos
- detecção autônoma (não precisa de detecção híbrida)

JUNO - Neutrinos

- Investigação complementar àquela dos neutrinos de aceleradores: neutrinos de usnas nucleares
- Mass-hierarchy, medidas de precisão
- Alinha com os investimentos de longo prazo em neutrinos, feitos pelo Brasil
- Região especial: região com 2 usinas nucleares (China)
- Dupla calorimetria (dois tipos de PMT, 3 polegadas e 20 polegadas (faixa dinâmica, controle dos erros sistemáticos). É onde a parte brasileira mais trabalha (simulação e análise). PMT em produção.
- Dados: 2021

CTA

- CTA – mais de 1k cientistas. Dois sítios (Chile). 100 telescópios (50 no Brasil). Brasil com contribuição em 3 tamanhos de telescópios
- Contribuição nos espelhos-suportes (CBPF)
- Em SP (telescópio montado em Berlin): estrutura metálica

Angra

- Experimento (detector, eletrônica, análise). Angra I e II. Apoio IAEA. Maior desafio: detecção de neutrinos em superfície
- Container também inclui o detector CONNIE
- Em commissionamento

Auger

- Colaboração Portugal (LIP)
- Desenvolver RPC para detecção de múons em chuveiros atmosféricos iniciados por raios cósmicos
- Instalar no AUGER
- Readout: MARROC-3
- Primeiras montadas em São Carlos
- Instalação no AUGER (engineering array)
- Estabilidade confirmada (projeto português)

DUNE

- Detector subterrâneo: 4 módulos de 10kton (Lar)
- Oscilação de neutrinos, decaimento do próton, neutrinos de supernova
- Brasileiro: ARAPUCA (liquid argon scintillation light detection). 1500 arrays de arapucas
- X-ARAPUCA: diminui o número de reflexões internas
- Possibilidades de colaboração em diferentes áreas
- Aplicações na física médica