

# UMA REDE DE DETECTORES DE RAIOS CÓSMICOS PARA O ENSINO DE FÍSICA DE PARTÍCULAS NO ENSINO MÉDIO

Marco Leite\*

Para a Colaboração  
CBPF-UERJ-UFABC-USP\*-UFRGS

I Encontro sobre Divulgação e Ensino de Física de Partículas -  
IPPOG Brasil

01 Dezembro de 2020

# PROPOSTA

*Criar uma rede de detectores de raios cósmicos em escolas públicas e privadas, envolvendo os alunos e professores na montagem, caracterização e análise dos dados, com o propósito de discutir e motivar os alunos no estudo de tópicos de física de partículas e tecnologias associadas*

- Medidas envolvendo raios cósmicos foram (e continuam sendo) a escolha ideal para atividades práticas na divulgação em física de partículas
- No Brasil, já no início da década de 90, E. Hamburger instalou na antiga Estação Ciência de São Paulo uma mostra utilizando tubos larocci




# INCIATIVAS AO REDOR DO MUNDO

<https://icd.desy.de/>

Discover Cosmic Rays

## INTERNATIONAL COSMIC DAY

HOME POSTER PHYSICS PROGRAM

PARTICIPATE MAP PROJECTS PROCEEDINGS MEDIA FAQ Find us on 

ORGANIZATION

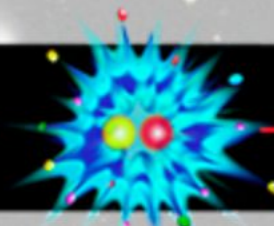
UK



UNIVERSITY OF BIRMINGHAM

TAIWAN

QuarkNet-TW



USA



SWEDEN



HiSPARC



ITALY



GERMANY



SPAIN



Será que tem lugar para mais um ?

FINLAND



POLAND

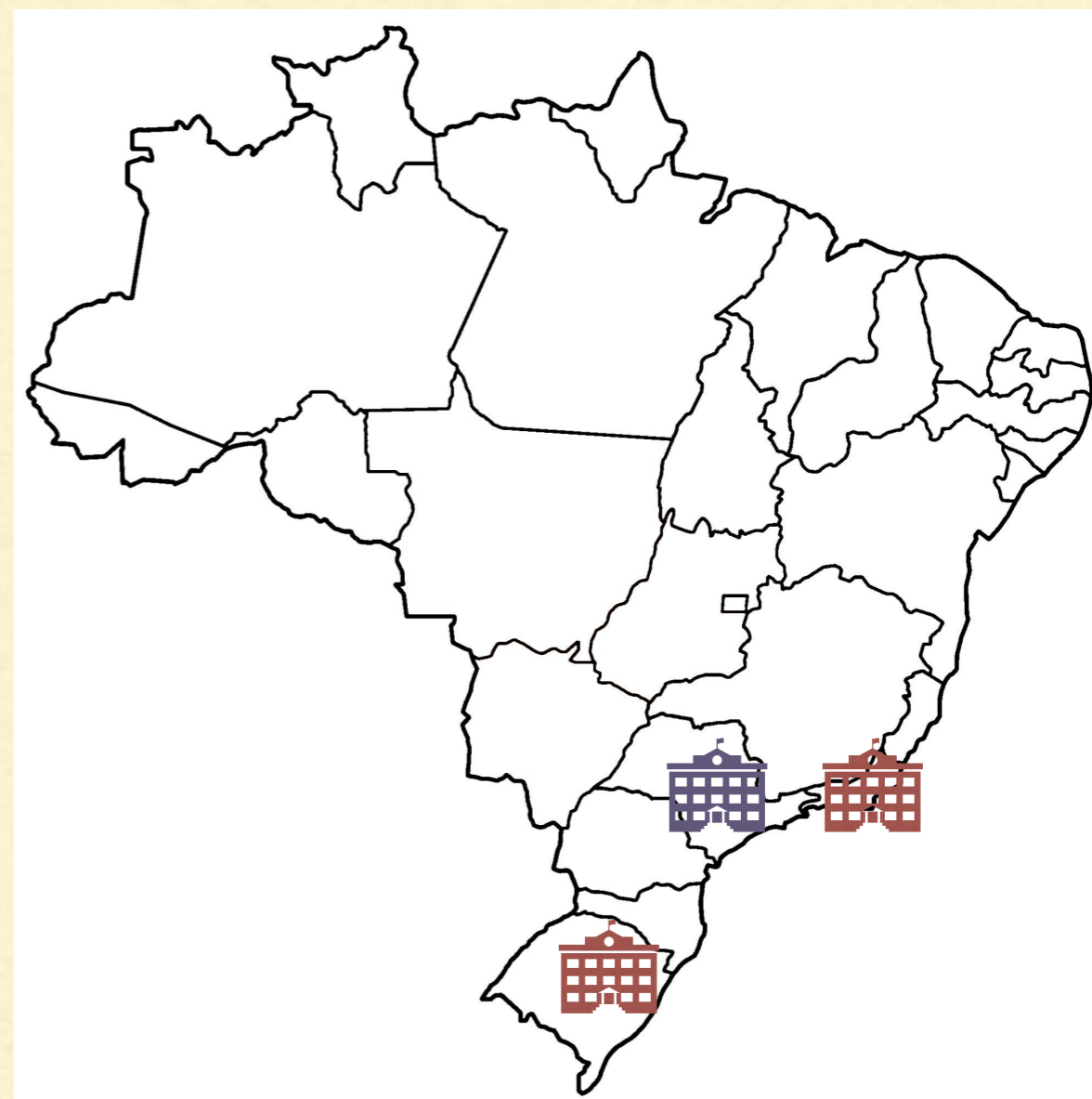


FRANCE



# NOSSA INICIATIVA

- Objetivos
  - Instalação de detectores em escolas secundárias da rede pública e privada
  - Geograficamente disperso
  - Baixo custo
  - Simples
  - Associado a uma proposta pedagógica ampla e de longo prazo
  - Seguro
  - Flexível e expansível
- Know-How :
  - Desenvolvimento local
  - Sem custo para as escolas públicas
  - No caso da escola privada, por exemplo, a contribuição é *in kind* (uma estação idêntica à sua para uma escola pública)
  - Capacitação de equipes/escolas para descentralizar a divulgação e o conhecimento



*Grupos de SP - RJ - RS  
dos 4 experimentos do LHC e da área de  
ensino de física*

*4 escolas participantes do projeto; pelo  
menos outras 5 demonstraram interesse  
firme*

## Dimensão

## Importância

Democratização da  
Ciência, Tecnologia e da  
Cultura científica

Científica e  
Tecnológica

- Discussão de tópicos de Física Moderna, como as propriedades de raios cósmicos e princípios que regem a interação das partículas com a matéria.
- Discussão de mecanismos de detecção de raios cósmicos e dos avanços tecnológicos possibilitados pelos avanços científicos.

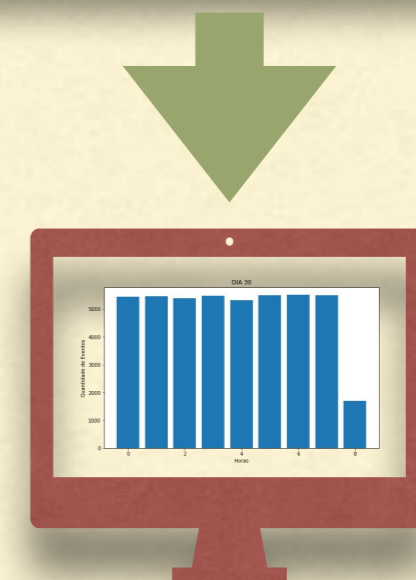
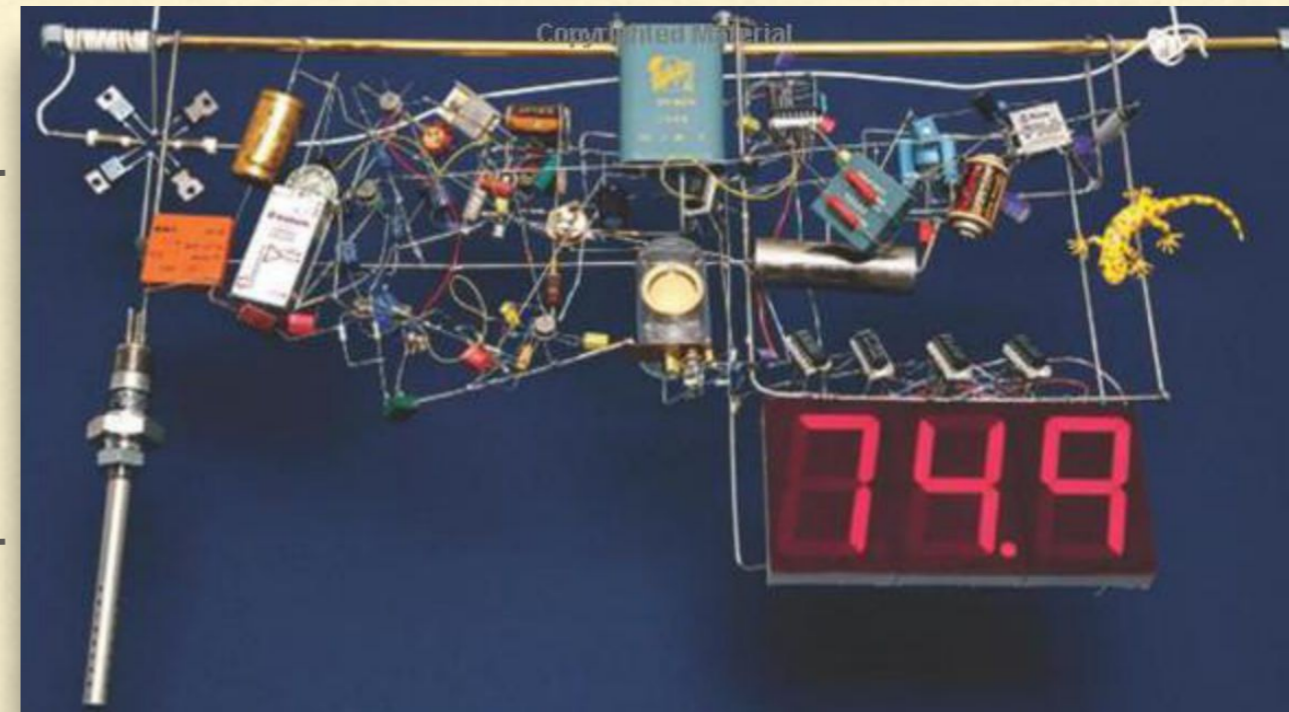
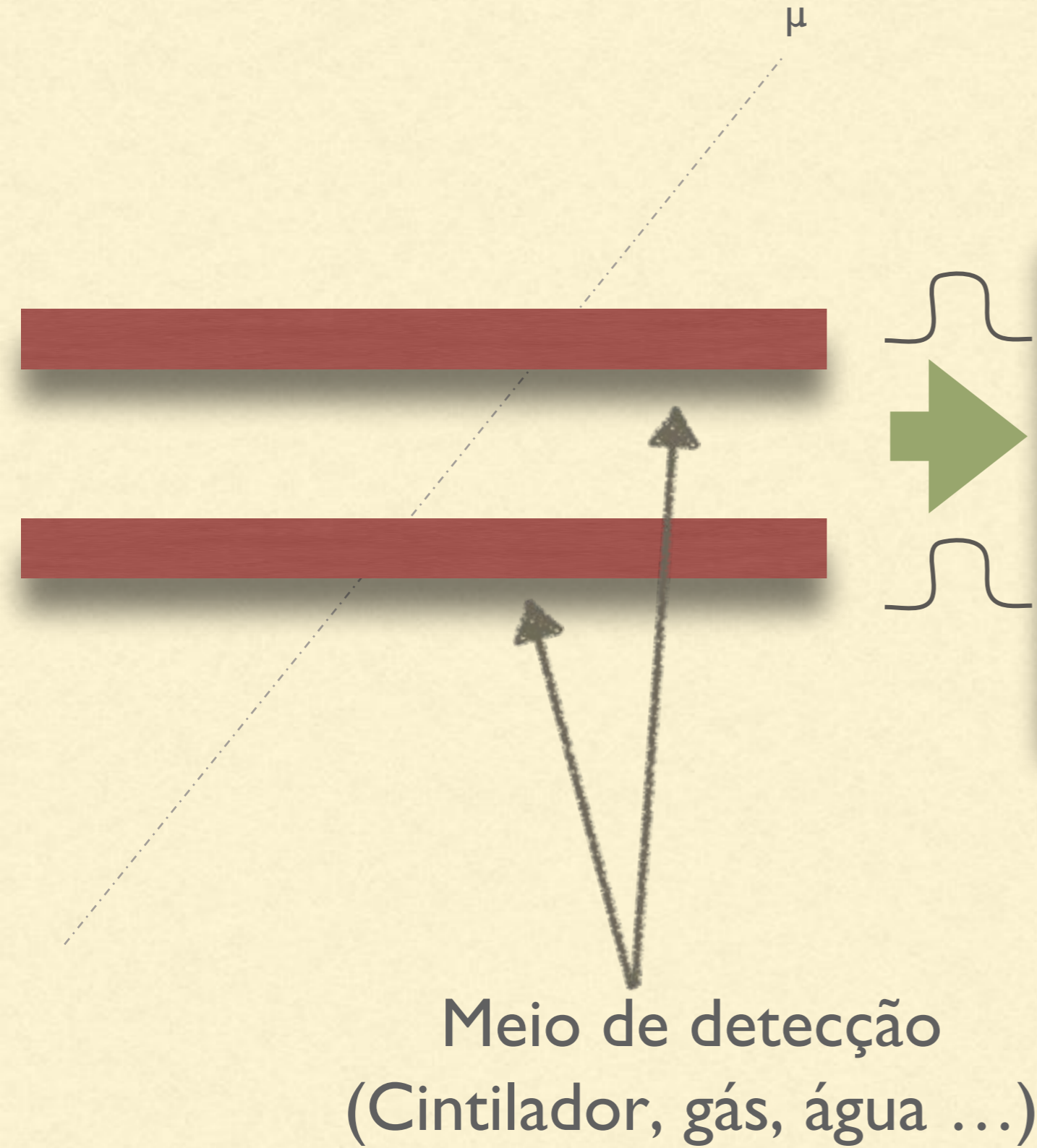
Cultural e  
Histórica

- Discussão da importância histórica da pesquisa em raios cósmicos para a constituição da ciência no século XX.
- Discussão da importância histórica da pesquisa em raios cósmicos para a constituição da identidade científica no Brasil e para sua inclusão na dinâmica científica mundial.

Epistemológica

- Discussão de formas próprias de pensamento e organização da ciência nos séculos XX e XXI.
- Aproximação dos estudantes com conceitos e formas de pensar diferentes das usualmente abordadas no ensino médio

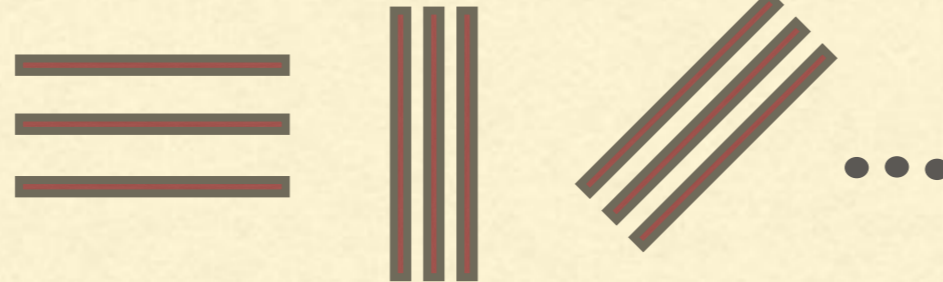
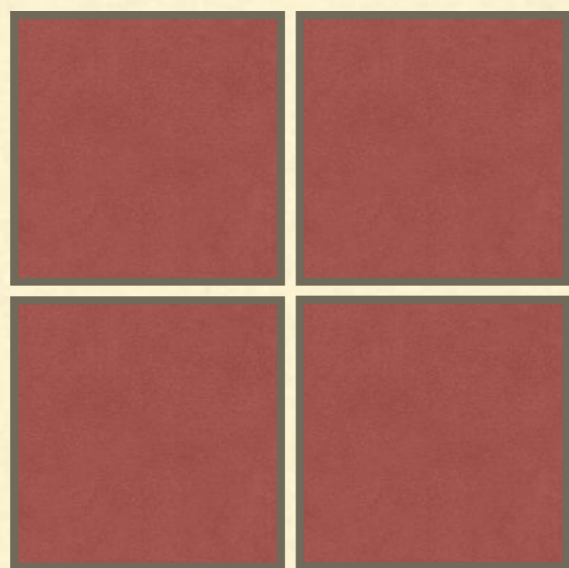
# DETECÇÃO DE RAIOS CÓSMICOS



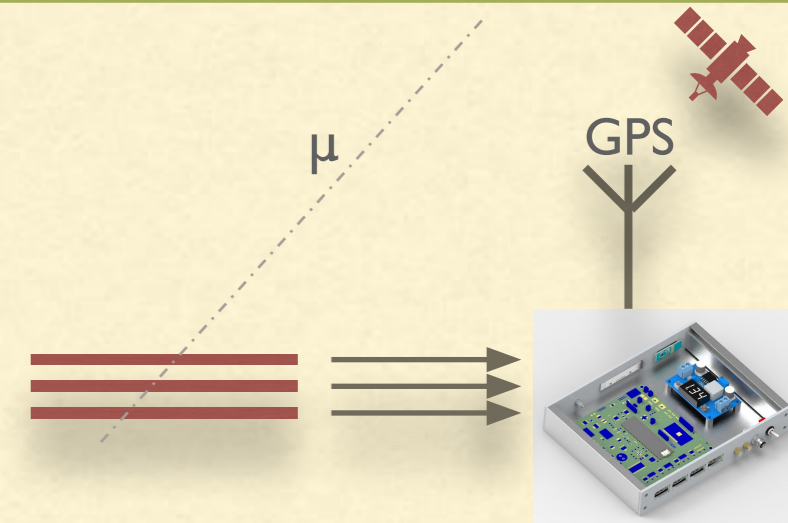
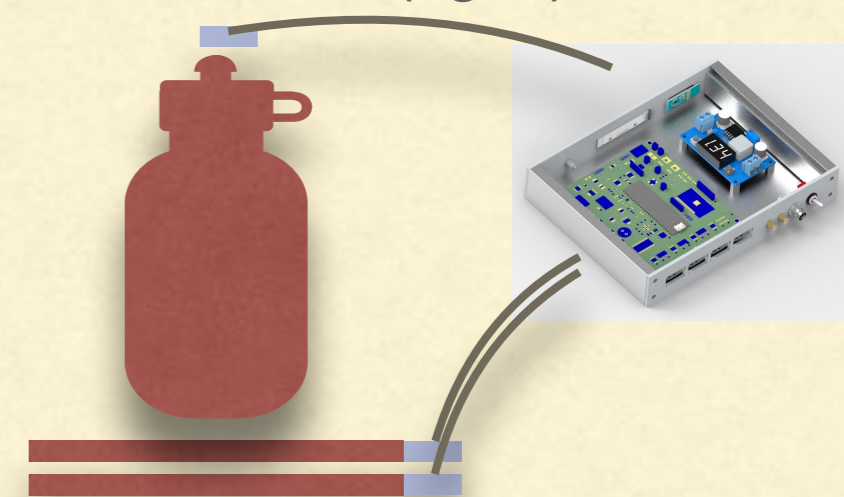
# CARACTERÍSTICAS DO DETECTOR

- Até 8 detectores por estação
- Sistemas de aquisição de dados conectado à internet (WiFi)
- Controle remoto
- Sincronismo “preciso” para correlação temporal
- Condições de operação (T, P, orientação ...)
- Teste/calibração

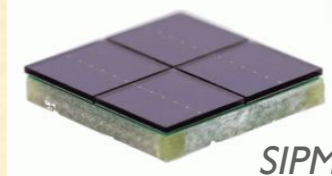
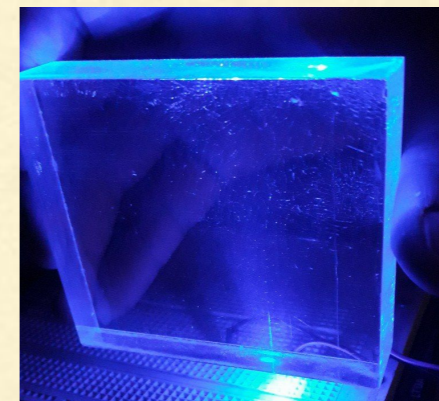
Flexível (orientação dos planos, outros processos de detecção ...)



Cherenkov (água)



Cintilador plástico



# PROTÓTIPO FINAL



Discussão  
com  
professores  
do  
2o grau  
(Nov. 2019)



Durante vários meses tomamos dados sem interrupção !!

Mais detalhes na seção paralela de ontem : <https://indico.cern.ch/event/944917/sessions/374396/#20201130>

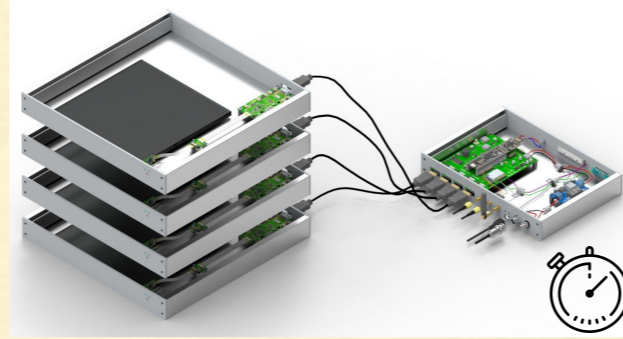


# A REDE

- Infra-estrutura\* :
  - Energia
  - Internet



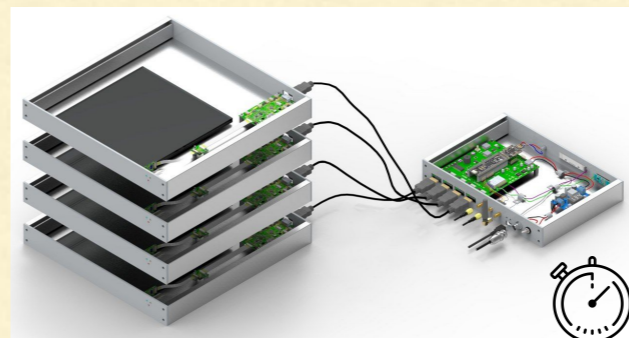
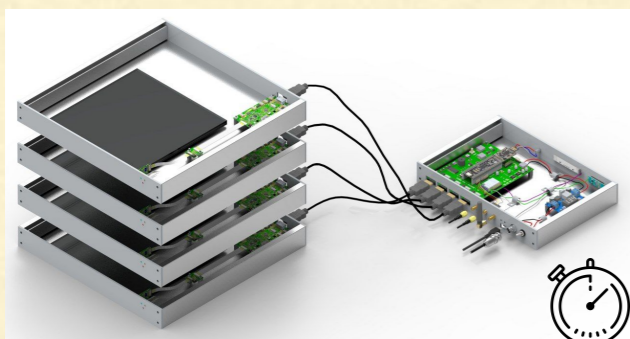
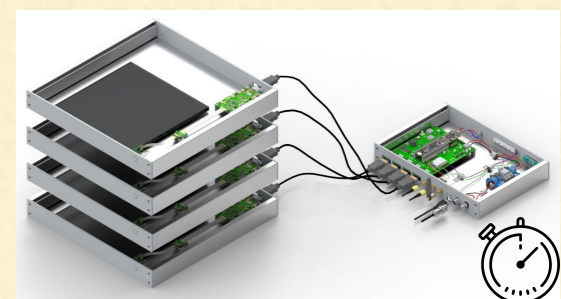
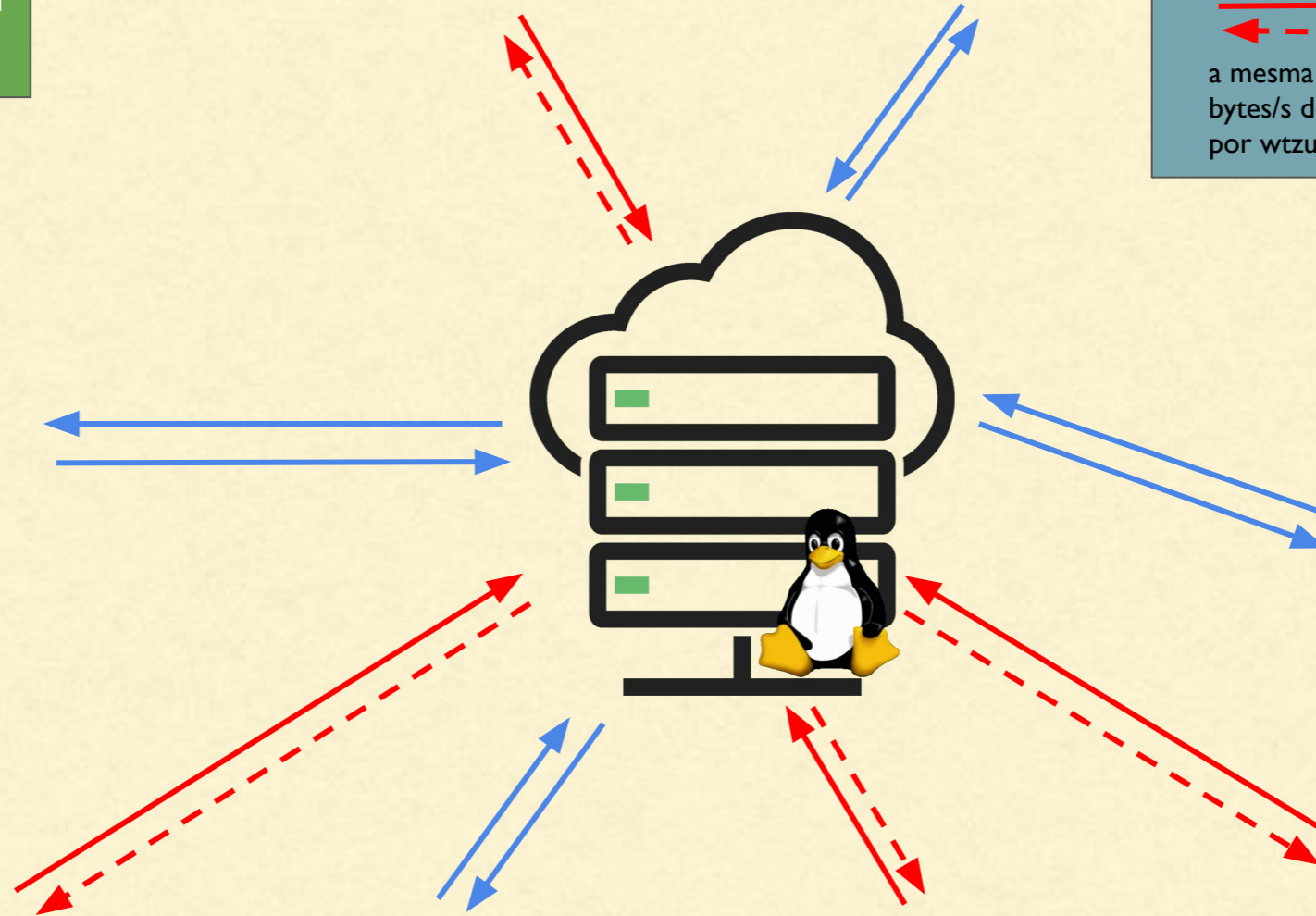
\* e o computador ?



a mesma quantidade de bytes/s de uma conversa por wtzup



Próximo da transf. de dados de uma página do governo (proc. remoto)



- **Todos têm acesso** a todos os dados
- **Todos têm responsabilidade** na tomada de dados
- **Todos devem apresentar** os resultados

# INTERPRETANDO A INFORMAÇÃO

Preciso de mais informação além dos dados ...

“Evento” (imagem)  
Matriz  $[x,y,[r,g,b]]$

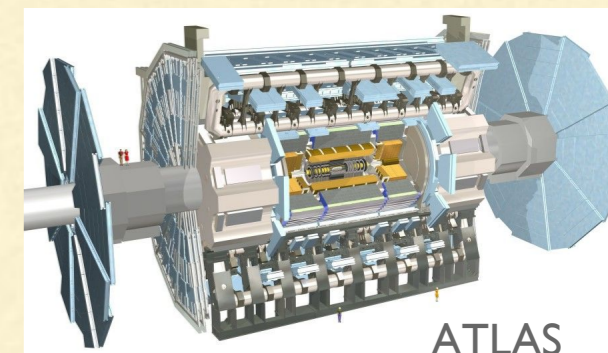


“Gatilho” (disparo)

Condições

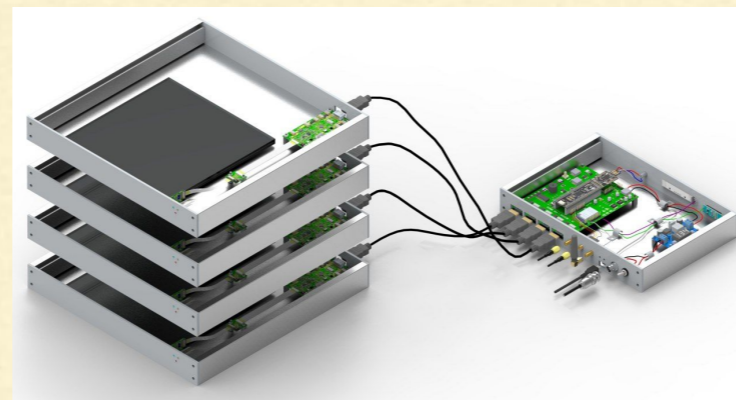
Controle (Ajustes)

- Imitar o que é usado nos experimentos do LHC
  - Monitorar o experimento
  - Estabelecer a qualidade dos dados
  - Apresentar os dados e explicar suas observações



ATLAS

Evento(tempo, det. 1, det. 2 ...)  
Evento(tempo, det. 1, det. 2 ...)  
Evento(tempo, det. 1, det. 2 ...)  
....  
Evento(tempo, det. 1, det. 2 ...)



Temperatura  
Pressão  
Umidade  
Orientação  
Altitude  
Filtragem dos eventos (*trigger*)  
...

# Acesso à informação

- Disponibilidade do material didático/atividades/roteiros

- Interativo
- Processamento remoto
- Jupyter hubs

- Documentação

- Porta de entrada do projeto
- Deve ser bom, bonito e barato ...
- Infra-estrutura colaborativa

**Abrindo a Base de Dados**

```
In [12]: df = pd.read_csv("events.csv", index_col = "EventNumber")
```

Antes de partir para qualquer tipo de análise é uma boa prática tentar entender como os dados estão estruturados e dar uma olhada no dataset em geral.

```
In [13]: print(df.info())
```

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
Int64Index: 100000 entries, 109491 to 209490
Data columns (total 2 columns):
#   Column      Non-Null Count  Dtype
---  ---
0   TriggerBits 100000 non-null int64
1   Timestamp   100000 non-null object
dtypes: int64(1), object(1)
memory usage: 2.3+ MB
None
```

**Trigger Bits**

Configuração do sensor que recebeu o raio cósmico:

Os bits guardados na base de dados não referem-se somente ao sensores ativos, mas também a outras propriedades, como a configuração atual dos sensores (como visto na imagem, pode-se arranjar os sensores de maneiras diferentes) paridades entre as ativações ou calibrações do equipamento.

**Timestamp**

Essa coluna nos diz o horário exato, com precisão de segundos, em que o evento ocorreu. Isso é bastante importante para as análises temporais.

Vemos que os dados são majoritariamente numéricos e somente a coluna Timestamp é do tipo `object`, isso ocorre porque eles são lidos como strings no documento `.csv`. Olhando elas entenderemos melhor o que representam.

Agora veremos como são as linhas da base de dados:

```
In [14]: df.head()
```

```
Out[14]:
```

EventNumber	TriggerBits	Timestamp
109491	1000111	1989-09-29 13:55:03
109492	1000111	1989-09-29 13:55:03
109493	11101000	1989-09-29 13:55:04
109494	1000111	1989-09-29 13:55:04
109495	1000111	1989-09-29 13:55:05

Essas seriam as cinco primeiras linhas da nossa base de dados, nelas enxergamos coisas interessantes:

- Cada linha é um evento diferente
- Temos informações do horário em que o evento aconteceu
- Sabemos quais foram os sensores acionados em cada detecção

Para que possamos utilizar o Timestamp, devemos convertelo novamente para `datetime`, o tipo em que o Python consegue interpreta-lo

```
In [5]: df['Timestamp'] = pd.to_datetime(df["Timestamp"])
```

Agora podemos começar a analisar o que temos

## Raios Cósmicos nas Escolas

Instalação de detectores de raios cósmicos nas escolas

### Porque detectar raios cósmicos?

Raios Cósmicos estão em todo lugar!  
A todo instante somos atravessados por partículas de alta energia que vem do espaço. O que podemos aprender com elas sobre física das partículas elementares? Será que elas afetam a vida na terra? E o clima?

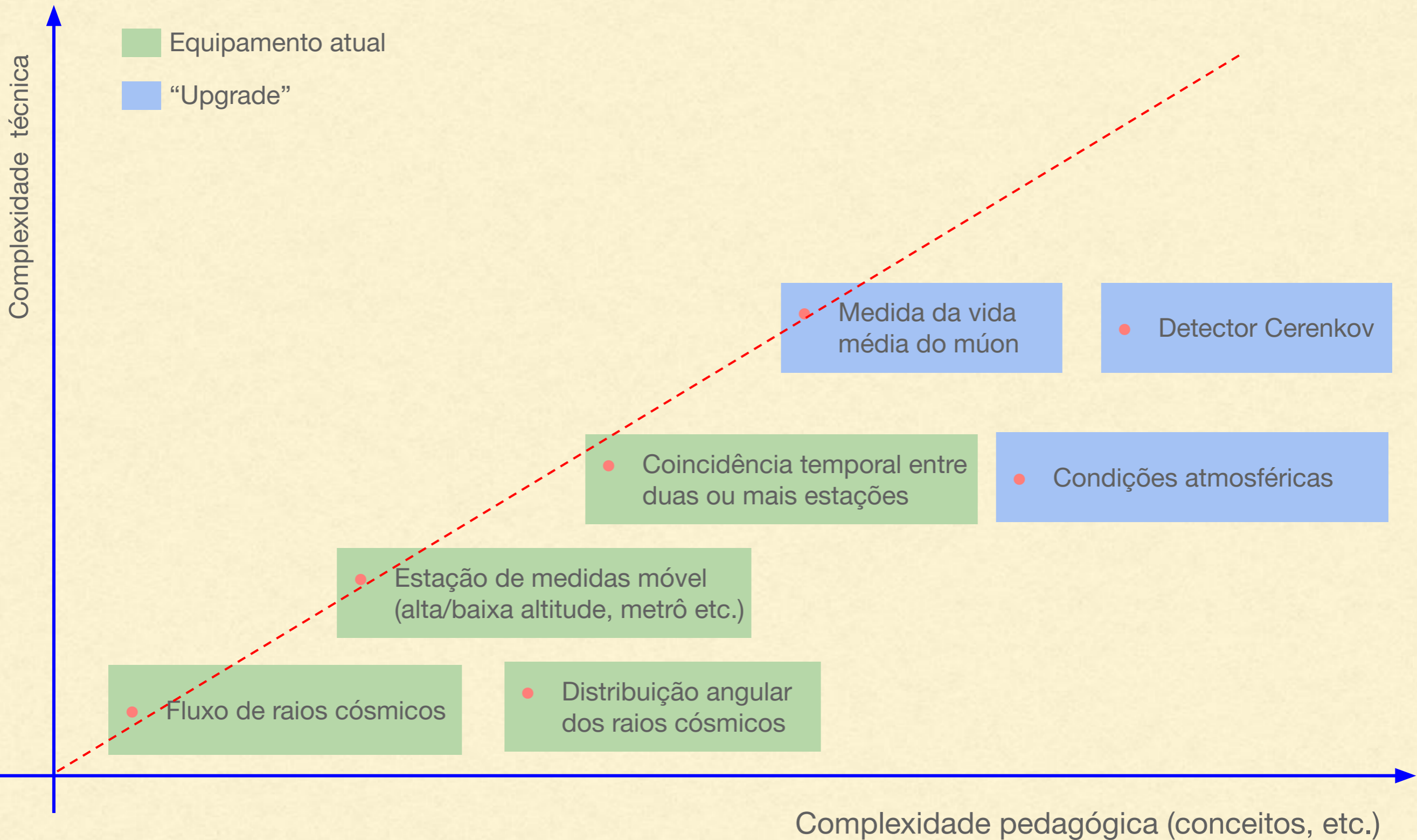
<https://raioscosmicos.gitlab.io/>

- Monitoramento

**Dashboard**

- Run Info**: Run number 100, Start time 2019-12-17T16:22:54.876Z, End time, DetectorID, Longitude -44.7348, Latitude -23.5809, Altitude 738.9, Number of Events 413, Last Event Time 2019-12-17T16:22:54.876Z
- Cosmic location**: Map of Brazil with a yellow pin on the coast.
- Cosmic Rate**: Cosmic Block 0, Cosmic Rate 0.847, Cosmic Rate graph showing a peak at 0.847.
- Trigger Bits**: Trigger Bits [0..7] 11101000

# Propostas experimentais (e suas variantes)



- Protótipo funcional
- Segunda interação em desenvolvimento
- Infra-estrutura em implementação
- Escolas de ensino médio participando
- Projeto pedagógico em preparação
- Novos colaboradores são bem vindos !

Suporte :

