

ANÁLISE E PROCESSAMENTO DE SINAIS DO MASTER (TELESCÓPIO DE RAIOS CÓSMICOS DE GRANDE PRECISÃO)

Eder Oliveira de Souza

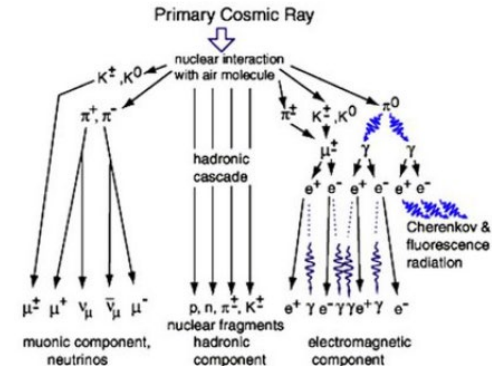
Orientador: Ulisses Barres

Coorientador: Luis Mendes

12/07/2019

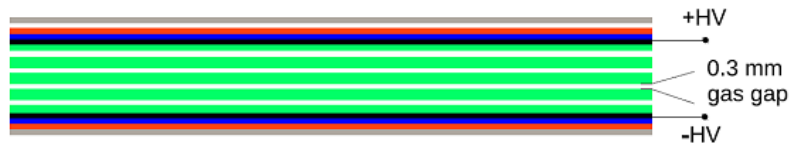
Raios Cósmicos

- Partículas oriundas de uma fonte astrofísica;
- Estáveis, eletricamente carregadas e aceleradas à altas energias;
- Em sua maioria são compostos por prótons (~86%);
- O range de energia vai de 10^9 eV a 10^{20} eV;
- Ao interagir com a atmosfera dão origem a um fenômeno em cascata chamado *Extensive Air Shower* (EAS);
- A maioria das partículas que chegam ao nível do mar são múons;
- Múons são partículas relativísticas.

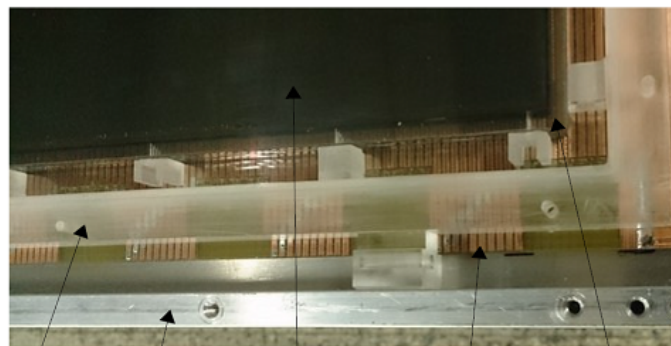


RPC (Resistive Plate Chamber)

- Estrutura de Alumínio;
- Caixa de PMMA;
- Atmosfera gasosa (Tetrafluoroetano);
- Placa de Circuito Impresso
 - Trilhas com 2,1 mm de largura;
 - Pitch de 2,54 mm;
- Placas de vidros
 - Separação por linha pesca;
 - 4 gaps;
- Eletrodos de Alta tensão
 - Camada resistiva à base de tinta especial
 - 11 kV



- Glass. 2 mm thick float glass with $\sim 10^{13} \Omega\text{cm}$ at 25 °C.
- HV electrodes. Based on a acrylic artistic paint with $100\text{M}\Omega/\square$.
- PMMA box. 1 mm thick.
- Readout strips. 1.5mm thick FR-4 PCB.
- Aluminium box. 3 mm thick.



Plastic box Aluminium box HV electrode Cathode strips Glass stack

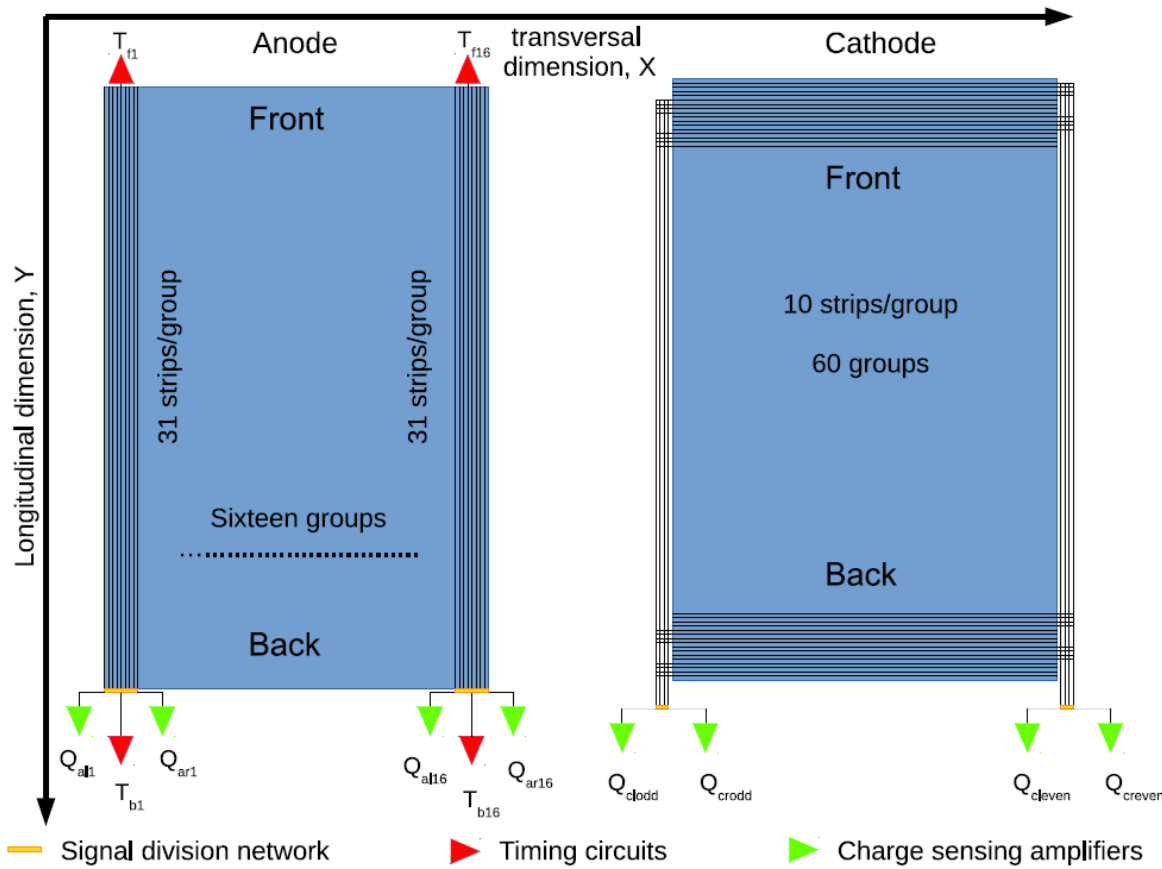
Características do Telescópio

- Composto por 3 RPCs
- Dimensões
 - 1550 mm (eixo y);
 - 1250 mm (eixo x);
 - 225 mm (separação);
- Resolução temporal: 150 ps;
- Resolução espacial: 3 mm² (aprox.);
- Eficiência: 92%;



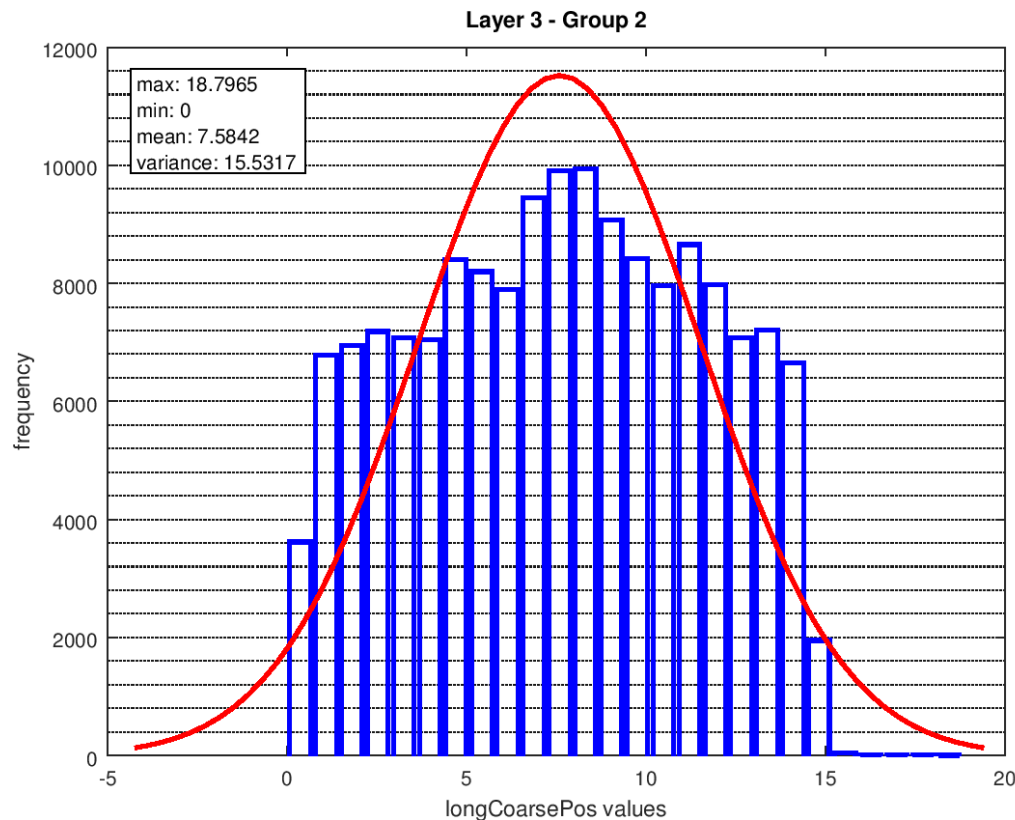
Esquema dos Eletrodos

- Os sinais são induzidos em ambos eletrodos;
- Anodo
 - Trilhas da PCB distribuídas na direção do eixo y ;
 - 16 grupos com 31 trilhas cada;
 - Tempo de propagação do sinal medido nas duas extremidades;
 - Medida grosseira da coordenada y ;
 - Medida da carga induzida => cálculo da coordenada x .
- Catodo
 - Trilhas da PCB distribuídas na direção do eixo x ;
 - 60 grupos com 10 trilhas cada;
 - Grupos ímpares em paralelo; Grupos pares em paralelo;
 - Medida da carga induzida => cálculo da coordenada y ;
 - Desambiguação feita a partir da medida grosseira da coord. y .



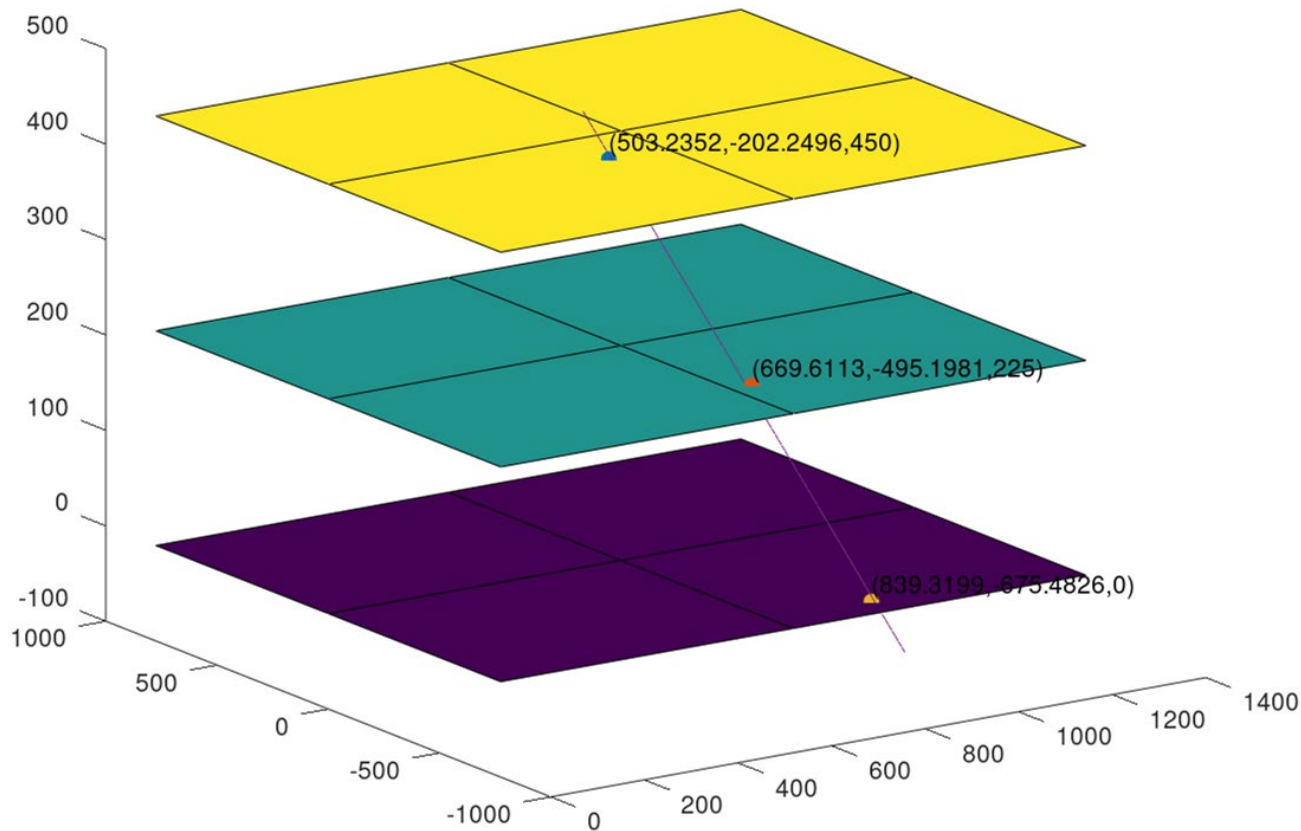
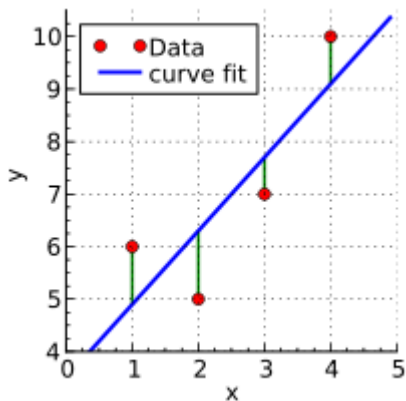
Calibração da Coordenada Y

- Cabos para leitura do sinal de tempo tem comprimentos diferentes;
- Necessidade de calibração;
- Assunção de distribuição normal dos dados;
- Uso da média dos valores para definição do ponto médio de cada grupo;



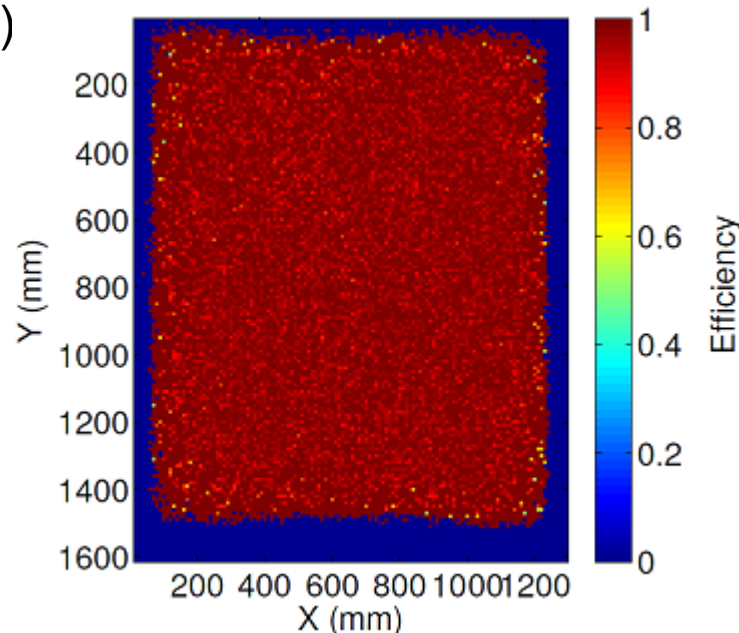
Ajuste de reta no espaço

- Método dos Mínimos Quadrados => 2D;
- Orthogonal Distance Regression (ODR) => 3D;
 - SVD (singular value decomposition)



Trabalhos Futuros

- Fazer novas medidas;
 - Mais eventos para estatística;
 - Inclusão dos dados coletados pelo catodo;
- Melhorar a calibração da Coordenada Y (strips)
 - Assunção da distribuição normal não está precisa;
 - Calibração foi feita grupos e não por strips;
- Caracterização de novos detectores;
 - RPCs construídos no CBPF.



Aplicação: Tomografia de Múons

This manuscript is the pre-submission manuscript provided by the authors.

For the final, post-review version, please see:

<http://www.nature.com/nature/journal/vaap/ncurrent/full/nature24647.html>

Discovery of a big void in Khufu's Pyramid by observation of cosmic-ray muons

Kunihiro Morishima¹, Mitsuaki Kuno¹, Akira Nishio¹, Nobuko Kitagawa¹, Yuta Manabe¹, Masaki Moto¹ — Fumihiko Takasaki², Hirofumi Fujii², Kotaro Satoh², Hideyo Kodama², Kohei Hayashi², Shigeru Odaka² — Sébastien Procureur³, David Attié³, Simon Bouteille³, Denis Calvet³, Christopher Filosa³, Patrick Magnier³, Irakli Mandjavidze³, Marc Riallot³ — Benoit Marini⁵, Pierre Gable⁷, Yoshikatsu Date⁸, Makiko Sugiura⁹, Yasser Elshayeb⁴, Tamer Elnady¹⁰, Mustapha Ezzy⁴, Emmanuel Guerriero⁷, Vincent Steiger⁵, Nicolas Serikoff⁵, Jean-Baptiste Mouret¹¹, Bernard Charlès⁶, Hany Helal^{4,5}, Mehdi Tayoubi^{5,6}

Aplicação: Tomografia de Múons



Aplicação: Tomografia de Múons

Muons tomography applied to geosciences and volcanology

J. Marteau^{a,*}, D. Gibert^b, N. Lesparre^b, F. Nicollin^c, P. Noli^d, F. Giacoppo^e

^a *Institut de Physique Nucléaire de Lyon (UMR CNRS-IN2P3 5822), Université Lyon 1, Lyon, France*

^b *Institut de Physique du Globe de Paris (UMR CNRS 7154), Sorbonne Paris Cité, Paris, France*

^c *Géosciences Rennes (CNRS UMR 6118), Université Rennes 1, Bât. 15 Campus de Beaulieu, 35042 Rennes cedex, France*

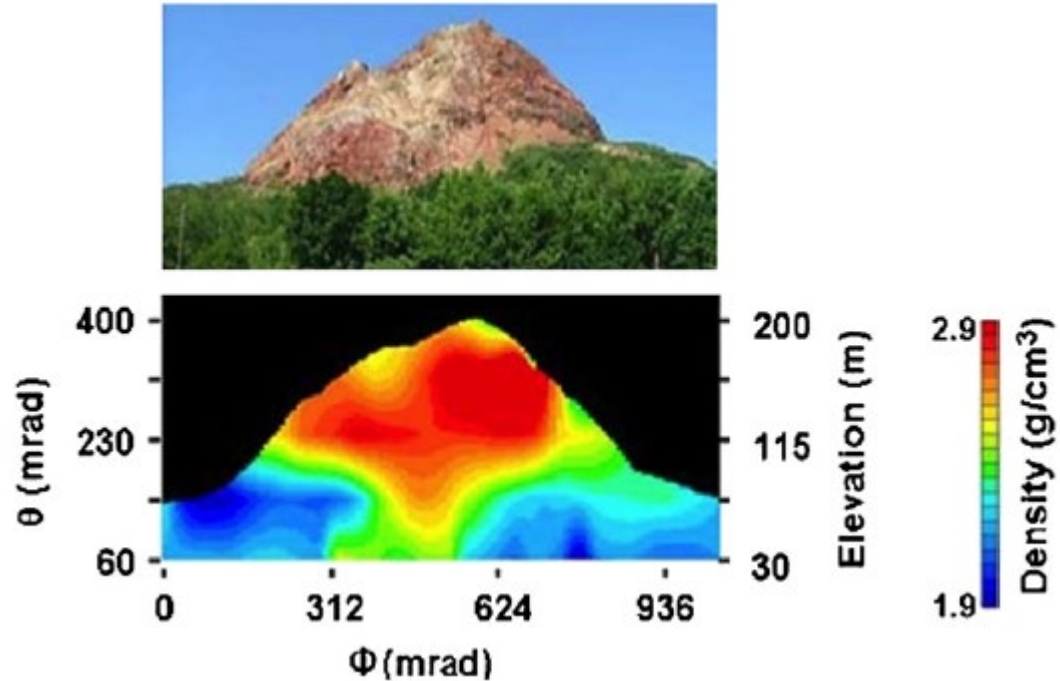
^d *Università degli studi di Napoli Federico II & INFN sez. Napoli, Italy*

^e *Laboratory for High Energy Physics, University of Bern, SidlerStrasse 5, CH-3012 Bern, Switzerland*

Aplicação: Tomografia de Múons

Em cima: vista do monte Showa-Shinzan (Japão);

Em baixo: Distribuição da densidade média.



Aplicação: Tomografia de Múons

Muon radiography for exploration of Mars geology

S. Kedar¹, H. K. M. Tanaka², C. J. Naudet¹, C. E. Jones¹, J. P. Plaut¹, and F. H. Webb¹

¹Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, 4800 Oak Grove Dr., Pasadena, CA, USA

²Earthquake Research Institute, University of Tokyo, Tokyo, Japan

Correspondence to: S. Kedar (sharon.kedar@jpl.nasa.gov)

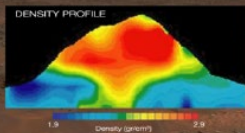
Received: 31 August 2012 – Published in Geosci. Instrum. Method. Data Syst. Discuss.: 18 October 2012

Revised: 29 March 2013 – Accepted: 7 April 2013 – Published: 17 June 2013

Aplicação: Tomografia de Múons

A

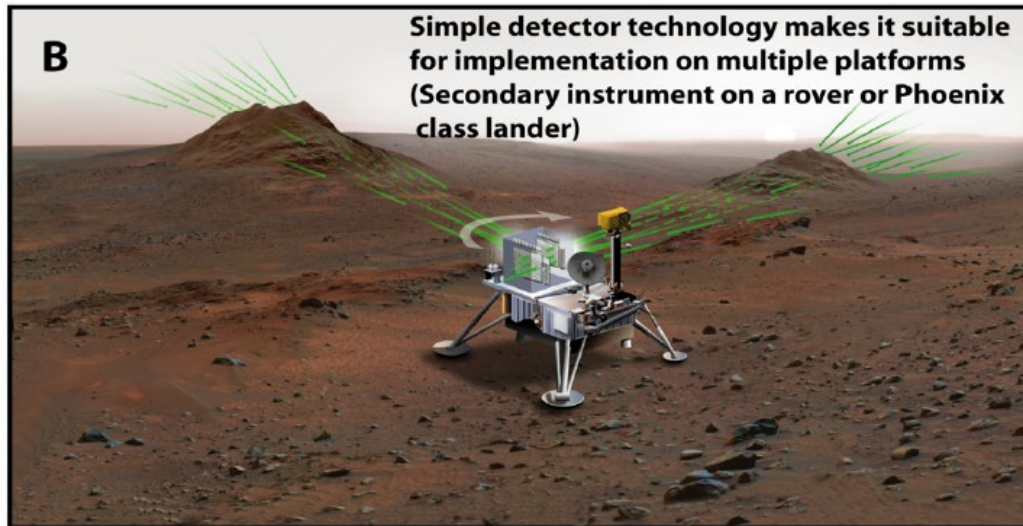
Passive, low-power, instrument images the interior of geological objects with minimal impact on primary mission using naturally occurring cosmic rays as source



Passive, low power, detector carries on its science mission under all conditions (Rover in transit, nighttime, Martian winter)

B

Simple detector technology makes it suitable for implementation on multiple platforms (Secondary instrument on a rover or Phoenix class lander)



OBRIIGADO!

CBPF

Jornada de
iniciação
científica

Científicos
iniciados

ANOS

ANOS