



Av. Elias Garcia, 14  
1000 Lisboa  
tel. 21 797 38 80

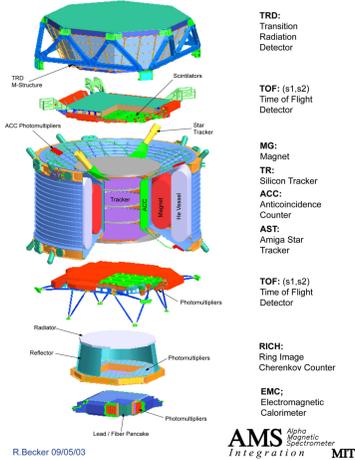
# AMS Um espectrómetro magnético na estação espacial internacional



L. Arruda, F. Barão, G. Barreira, J. Borges, F. Carmo, P. Gonçalves, R. Pereira, M. Pimenta

## 1 A experiência AMS

O espectrómetro AMS (Alpha Magnetic Spectrometer) é um detector de partículas que será instalado na estação espacial internacional (ISS) no ano de 2007, por um período mínimo de três anos. É um detector de larga aceitação geométrica ( $\sim 0.5 \text{ m}^2 \cdot \text{sr}$ ) e dotado de magneto supercondutor que visa a detecção numa região extensa de energia (dos  $\text{MeV}$  aos  $\text{TeV}$ ) de partículas carregadas (até ao Ferro) e raios  $\gamma$ . A permanência de AMS no espaço por um período tão longo permitirá a aquisição de uma grande estatística de acontecimentos, aumentando desta forma de várias ordens de grandeza a sensibilidade das pesquisas de física a efectuar. Tendo em conta uma taxa de aquisição média de 1000 acontecimentos por segundo, serão colectados da ordem de  $10^9$  prótons por ano e cerca de  $10^4$  antiprótons.



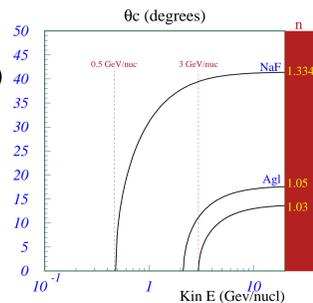
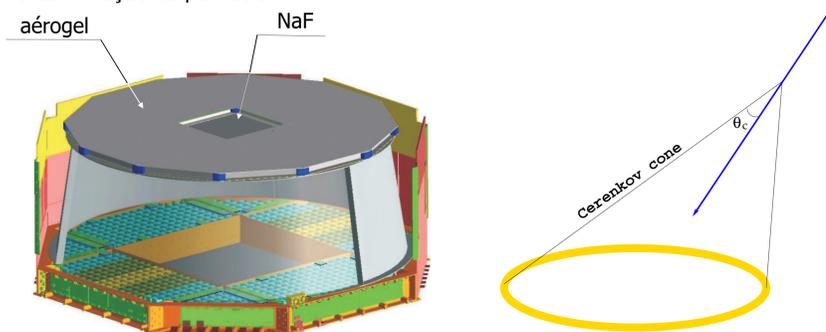
## 2 O voo experimental de 1998

Uma versão experimental do detector AMS foi lançada para o espaço em 2 de Junho de 1998 a bordo do Space Shuttle Discovery (STS91), tendo permanecido durante 10 dias a uma altitude de cerca de 370 km. Apesar do objectivo prioritário desta missão ser o teste do detector no ambiente extraterrestre, foram adquiridos cerca de 100 milhões de acontecimentos ao longo de 154 órbitas inclinadas a 51.7 graus. A grande estatística acumulada permitiu aumentar a sensibilidade na procura de antimatéria para  $10^{-6}$  e produzir um estudo sistemático dos raios cósmicos incidentes na Terra com uma rigidez ( $R \equiv pc/Z$ ) entre 0.1 e 200 GV.



## 3 O detector RICH

AMS possui um detector de efeito de Cerenkov designado RICH que visa proceder a duas medidas fundamentais: a determinação da velocidade ( $\beta \equiv v/c$ ) e a determinação da carga eléctrica ( $Z$ ) das partículas carregadas que o atravessam. Este detector é constituído por um material radiador, por um reflector cónico e por matriz de fotomultiplicadores na base. O radiador feito de aerogel e fluoreto de sódio com índice de refração respectivamente 1.05 e 1.33, quando atravessado por partículas carregadas com uma velocidade maior que a da luz no meio ( $\beta > c/n$ ), emite um cone de radiação electromagnética em torno da direcção da partícula.

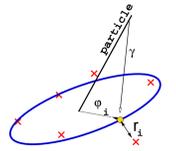


## 4 Reconstrução da velocidade ( $\beta$ ) e carga ( $Z$ )

Uma vez que existe uma relação entre a velocidade da partícula ( $\beta$ ) carregada e a abertura do cone de radiação (ângulo  $\theta_c$ ), é possível determinar a velocidade a partir da reconstrução geométrica do padrão de fótons detectados na matriz de fotomultiplicadores.

$$\beta = \frac{1}{n \cos \theta_c}$$

Sendo a direcção da partícula ( $\theta, \phi$ ) determinada a partir dos planos de Silício com uma elevada precisão ( $10 \mu\text{m}$ ), a cada  $\text{hit } i$  detectado pode ser associada uma probabilidade  $p_i$  de pertencer ao padrão de Cerenkov. Uma função de máxima verosimilhança  $P(\theta_c)$  pode assim ser construída a partir de todos os  $\text{hits}$  detectados (à excepção daqueles associados à partícula), tendo em conta a distância  $r_i$  a que estes se encontram do padrão testado. O ângulo  $\theta_c$  que maximiza a função  $P$  corresponde ao ângulo de emissão da radiação electromagnética (ângulo de Cerenkov).

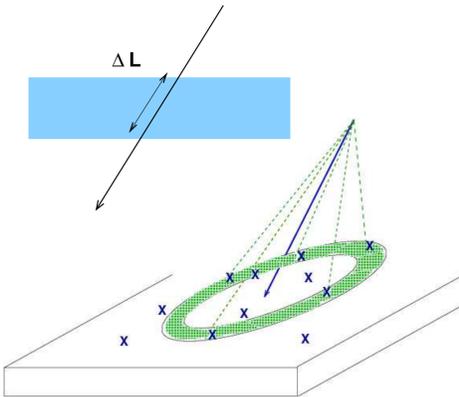


$$P(\theta_c) = \prod_{i=1}^{n_{\text{hits}}} P_i^{n_{pe}} \{r_i(\varphi_i; \theta_c)\}$$

A probabilidade do  $\text{hit } i$  pertencer ao padrão é obtida tendo em conta que este ou pertence ao ruído (essencialmente uniforme) ou ao padrão (gaussiano). Assim, sendo  $b$  a fracção de hits de ruído,  $R$  a dimensão do detector e  $\sigma$  a resolução espacial do  $\text{hit}$ , obtém-se:

$$P_i = \frac{(1-b)}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{r_i}{\sigma}\right)^2} + \frac{b}{R}$$

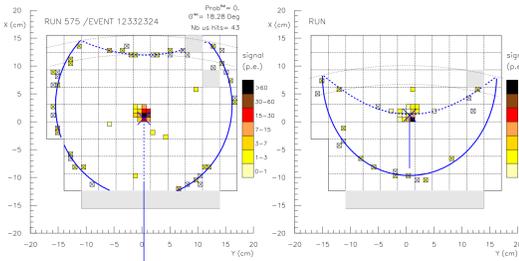
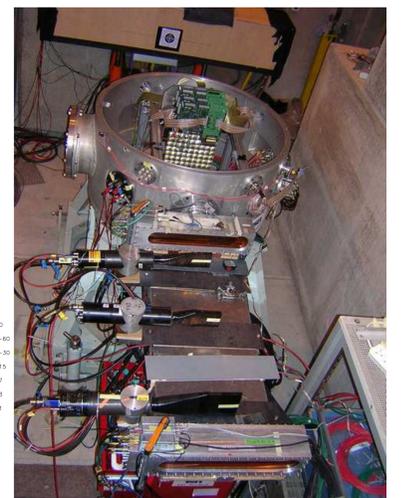
A radiação electromagnética de Cerenkov detectável pelos fotomultiplicadores é constituída por fótons de energia entre 1.8 e 4.1 eV. O número de fótons radiados ( $N$ ) é proporcional ao quadrado da carga eléctrica da partícula, ao comprimento ( $L$ ) de radiador atravessado e aumenta com a velocidade ( $\beta$ ) da partícula e o índice de refração do radiador ( $n$ ).



$$N \propto Z^2 \Delta L \left(1 - \frac{1}{\beta^2 n^2}\right)$$

## 5 Resultados com o protótipo RICH

Um protótipo do detector RICH correspondente a um módulo de 96 fotomultiplicadores, foi submetido a testes com fragmentos de iões de Índio de energia 158 GeV/n, em 2003 no cern. Foram testados diferentes tipos de radiadores bem como um segmento do reflector. Os dados recolhidos permitem testar os algoritmos de reconstrução de velocidade e carga eléctrica, assim como caracterizar os radiadores utilizados.



A carga eléctrica reconstruída permite observar uma nítida separação dos núcleos até ao Ferro aproximadamente. As resoluções associadas à determinação da velocidade e da carga eléctrica foram também avaliadas. Observa-se que à medida que a carga aumenta a resolução em velocidade diminui, sendo  $0.7 \times 10^{-3}$  para  $Z = 1$  e atingindo um valor assintótico de  $7.2 \times 10^{-5}$ . A resolução da carga é  $\sim 0.2$  unidades de carga e degrada-se com o aumento da carga.

