

# ESTUDO DOS EFEITOS DE ROTAÇÃO E DESLOCAMENTO ENTRE OS PLANOS DO DETECTOR DO FPD NA DETERMINAÇÃO DAS EFICIÊNCIAS

**J. L. Palomino Gallo<sup>1</sup>, H. da Motta, F.S. Silva<sup>2</sup>**

CBPF

<sup>1</sup> Bolsista da CAPES, <sup>2</sup> Bolsista do CNPq.

O FPD consiste de um sistema de detectores de posição feitos de fibras cintilantes de seção reta quadrada com 0,8 mm de lado, organizadas em 6 planos (U, U', V, V', X, X') sendo os planos com ' defasados dos planos sem ' do correspondente a um terço da largura da fibra. Os planos são perpendiculares à direção do feixe. Ao passar pelos detectores um próton (ou anti-próton) que pertença ao feixe e tenha sido espalhado de um pequeno ângulo, deixa sinal num conjunto de fibras, distribuídas pelos seis planos, permitindo-nos, então, a determinação da posição  $(x,y,z)$  da partícula, sendo  $z$  a posição onde o detector está colocado na linha do feixe e as direções  $x$  e  $y$  são perpendiculares à direção do feixe. É necessário, entretanto, determinarmos a eficiência de cada canal para uso nos programas de reconstrução. Esta eficiência é determinada a partir de eventos onde apenas uma partícula atinge o FPD, o que implica numa identificação inequívoca da posição da partícula. Para estes eventos, encontra-se a combinação entre as fibras U, U', V, V' que indicam um ponto atingido pela partícula, e olha-se na fibra X ou X' que corresponderia a esta combinação. A relação entre o número de vezes em que a fibra sob investigação (X ou X') apresenta sinal e o número de ocorrências correspondentes nas fibras de referência (U, U', V, V') fornece a eficiência para o canal sob investigação. O procedimento é realizado para todos canais, de todos os planos, do detector.

# Estrutura básica do FPD



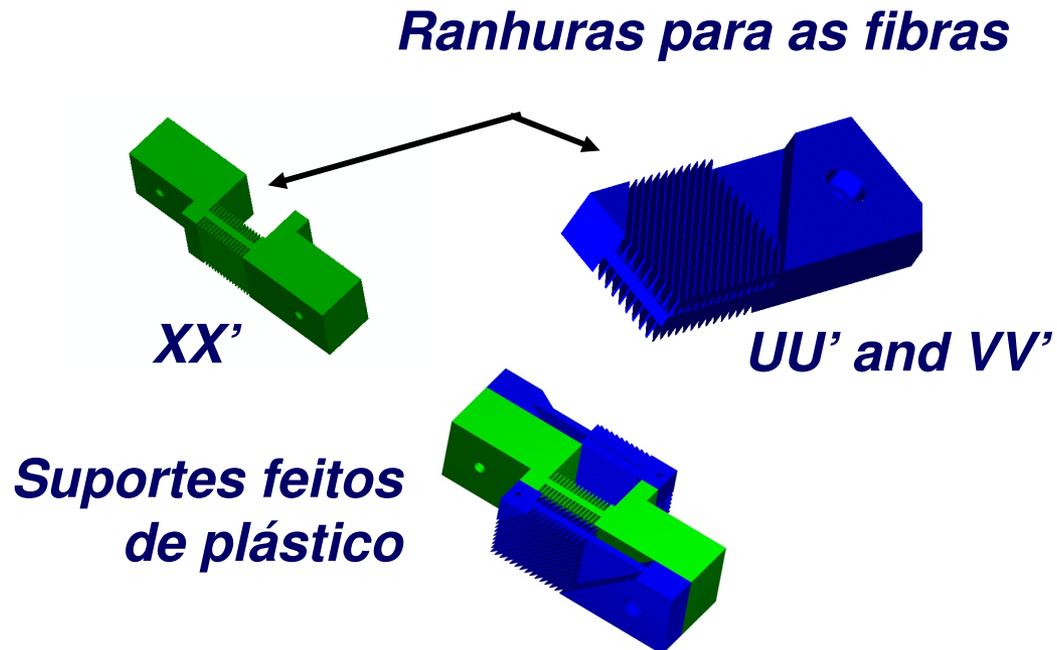
A peça central do FPD consiste de um tubo cilíndrico rosqueado que move-se na direção do eixo pela ação de um sistema de coroa e sem-fim atuados por um motor de passo.

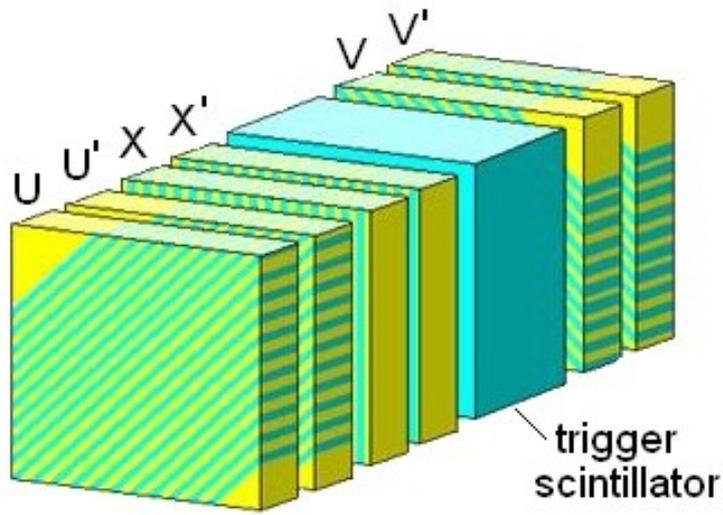
Uma redução de 120 vezes permite o emprego de motor de baixa potência e assegura uma precisão de movimento da ordem de micrometros.

A extremidade do tubo possui uma pequena caixa (chamada de pote) com uma janela fina (cerca de 200 micrometros de espessura) dentro da qual é colocado o detector.

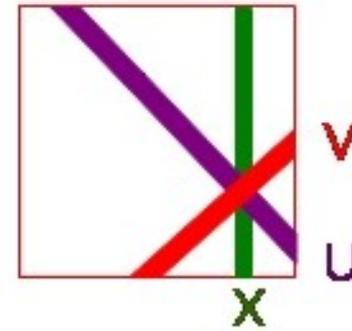
# Planos do detector FPD

Estruturas plásticas servem de suporte a fibras ópticas usadas para construção dos detectores. Planos de fibras cintilantes em três orientações (u,v,x) são unidos formando um detector de posição. Este detector é colocado dentro do pote. A partícula espalhada passa pela janela do pote e atinge o detector produzindo sinais nos canais envolvidos. Estes sinais luminosos são detectados por fotomultiplicadoras e registrados para posterior análise.

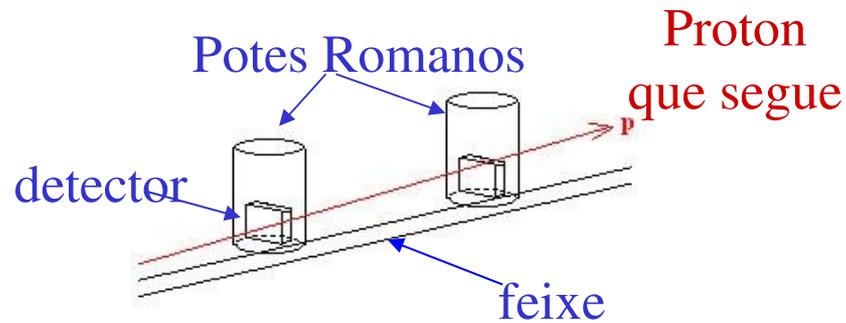




Configuração de 6 planos de fibras cintilantes de cada detector do FPD



Interseção U,V,X definindo um ponto



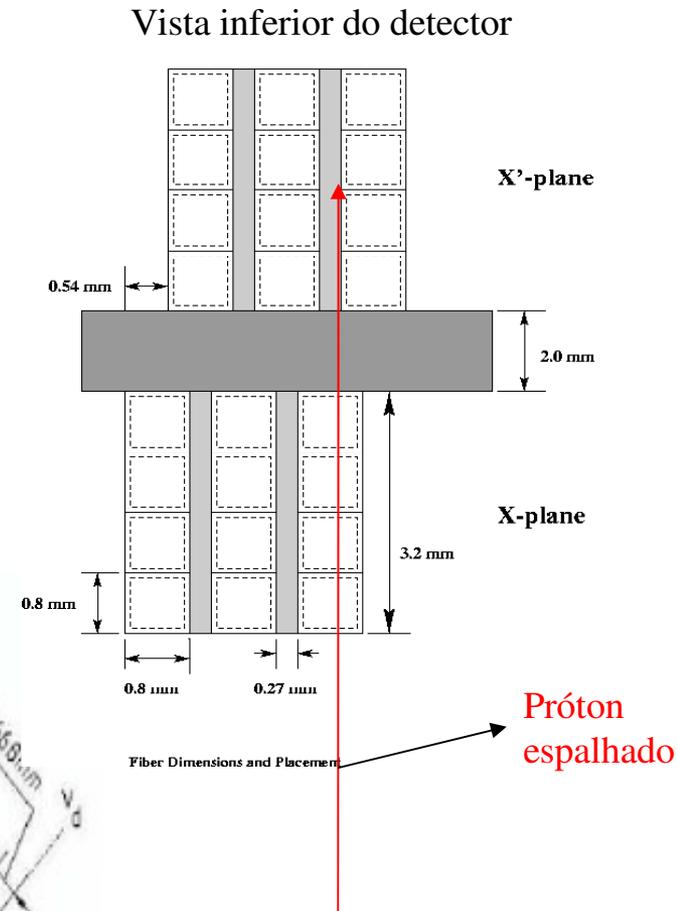
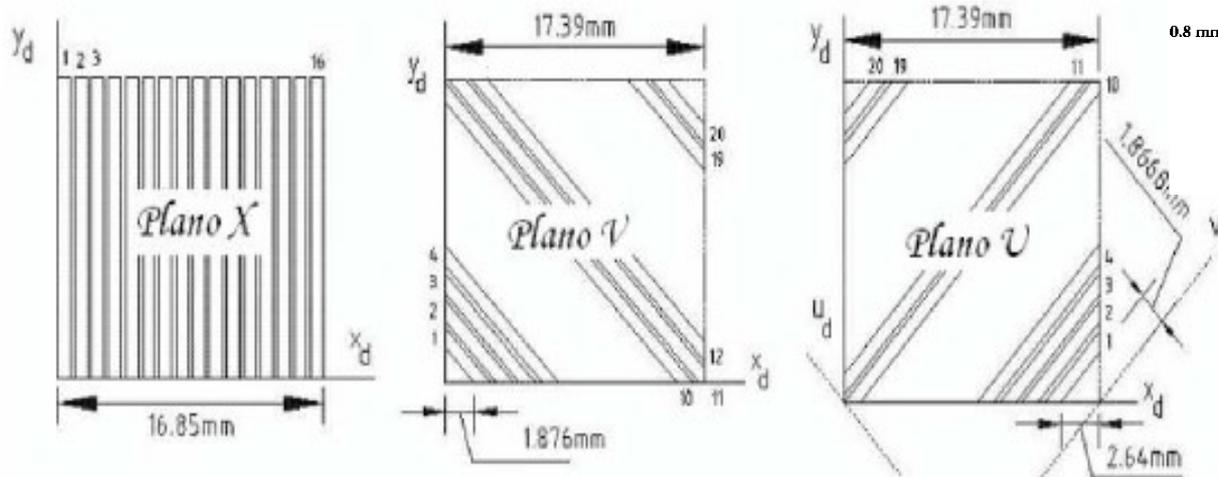
Definição da trajetória de um próton através de dois detectores

# Determinação de posição com o FPD

Os planos U e V são orientados a  $\pm 45^\circ$  em relação ao plano X.

Um HIT em U e um HIT em V determinam a *posição* de uma partícula.

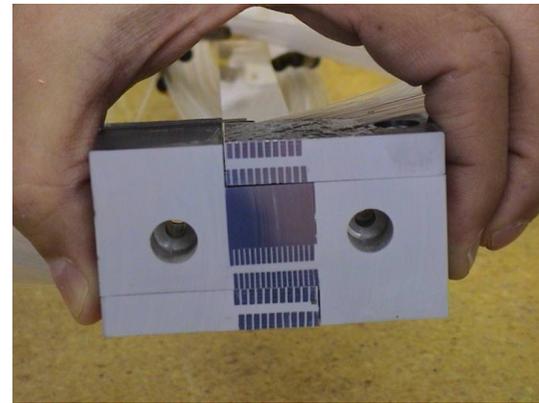
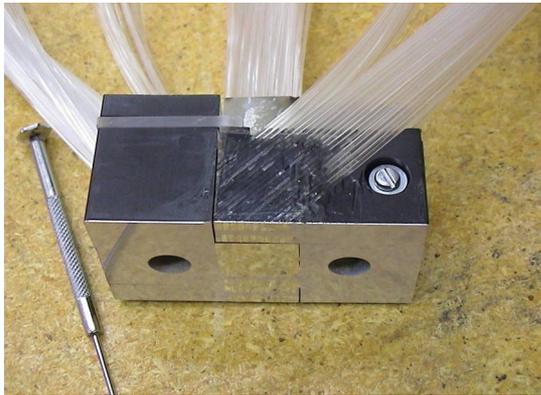
Sinais nas camadas X e X' são usados para confirmação, eliminação de fantasmas e para determinar a eficiência.



Localização e orientação das fibras dentro dos planos dos detectores do FPD

# Detector FPD

Fibras ópticas e cintilantes foram cortadas e inseridas nas armações do detector. Além disso, foi depositada uma fina camada de alumínio na extremidade das fibras para refletir a luz gerada na passagem de uma partícula carregada. Um total de 18 detectores estão instalados e em operação no experimento D0.



**Bolachas**



**MAPMT**

# Determinação das eficiências dos canais

Para se determinar a eficiência de um certo canal, digamos X, contamos o número de vezes  $N_{UV}$  que canais U e V (cuja intersecção se sobreponha a este canal X) tenham sido ativados.

Depois contamos o número de vezes  $N_{UVX}$  em que a fibra X em questão também se ativou.

Finalmente divide-se o número de vezes em que o canal X foi ativado pelo número de vezes em que deveria ter se ativado, obtendo assim a eficiência  $e_x$  do canal.

Procedimento similar é empregado para determinação das eficiências dos demais canais de todos os planos.

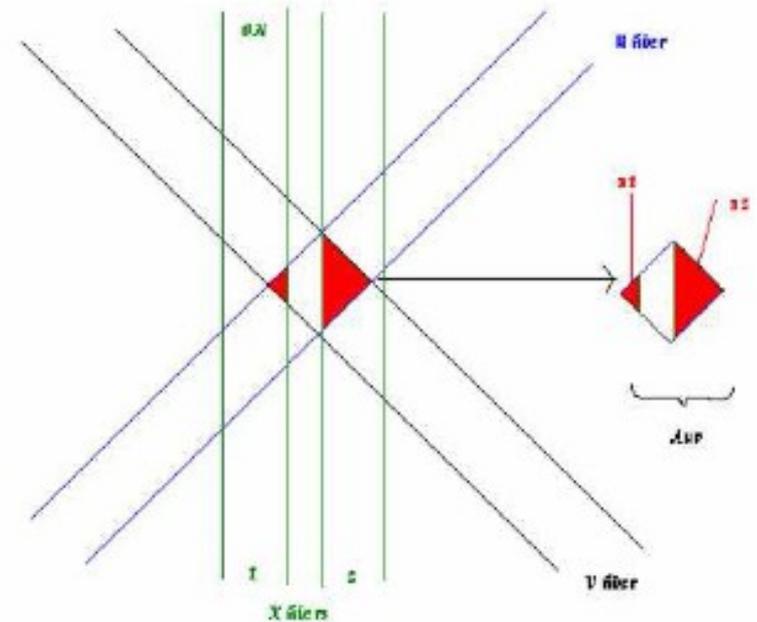
$$\begin{array}{l} e_U = \frac{N_{UVX}}{N_{VX}} \\ e_V = \frac{N_{UVX}}{N_{UX}} \\ e_X = \frac{N_{UVX}}{N_{UV}} \end{array} \qquad \begin{array}{l} e_{U'} = \frac{N_{U'V'X'}}{N_{V'X'}} \\ e_{V'} = \frac{N_{U'V'X'}}{N_{U'X'}} \\ e_{X'} = \frac{N_{U'V'X'}}{N_{U'V'}} \end{array}$$

Cálculo das eficiências

O método que usa superposições entre três fibras de diferentes planos apresenta problemas devido ao tamanho das interseções.

A figura ao lado mostra a interseção de duas fibras U e V que sobrepõe-se a duas fibras distintas 1 e 2 do plano X, o que leva a problemas no cálculo das eficiências.

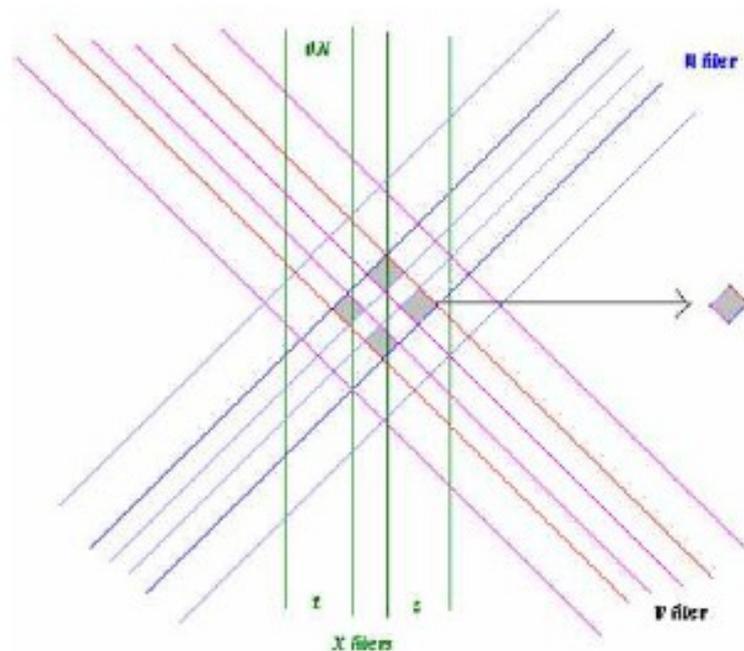
Para resolver isto, foi desenvolvido um método mais exato, baseado em interseções menores, no qual são consideradas 4 fibras de planos distintos com o objetivo de restringir a área coberta pela interseção destas fibras.



Interseções UVX

Para medir a eficiência de uma certa fibra X, observamos se as fibras U, U', V e V' que formam uma interseção completamente dentro da fibra X estão ativas, como mostrado na figura ao lado, o que assegura que a partícula efetivamente teve que atravessar a fibra X.

Desta forma, as eficiências das fibras são calculadas apenas com as superposições que geram interseções que estão “dentro” delas, o que diminui consideravelmente os erros.



Interseções UU'VV'X

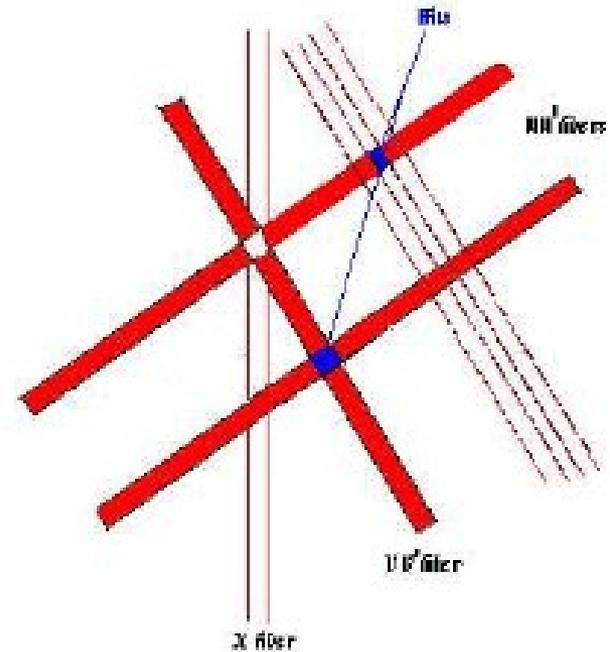
$$\begin{aligned}
 e_U &= \frac{N_{UVV'XX'}}{N_{VV'XX'}} & e_{U'} &= \frac{N_{U'VV'XX'}}{N_{VV'XX'}} \\
 e_V &= \frac{N_{UU'VXX'}}{N_{UU'XX'}} & e_{V'} &= \frac{N_{UU'V'XX'}}{N_{UU'XX'}} \\
 e_X &= \frac{N_{UU'VV'X}}{N_{UU'VV'}} & e_{X'} &= \frac{N_{UU'VV'X'}}{N_{UU'VV'}}
 \end{aligned}$$

Cálculo das eficiências usando 4 fibras

Alguns efeitos adicionais devem ser levados em conta. Um deles consiste no fato de que fibras podem ter se ativado pela atividade de outras interseções criadas por outras fibras.

Na figura ao lado, há um exemplo em que as fibras V, V', U e U' podem ter se acendido devido a partículas que passaram por outras regiões da mesma fibra, diferentes da que está se investigando, que é da interseção com a fibra X.

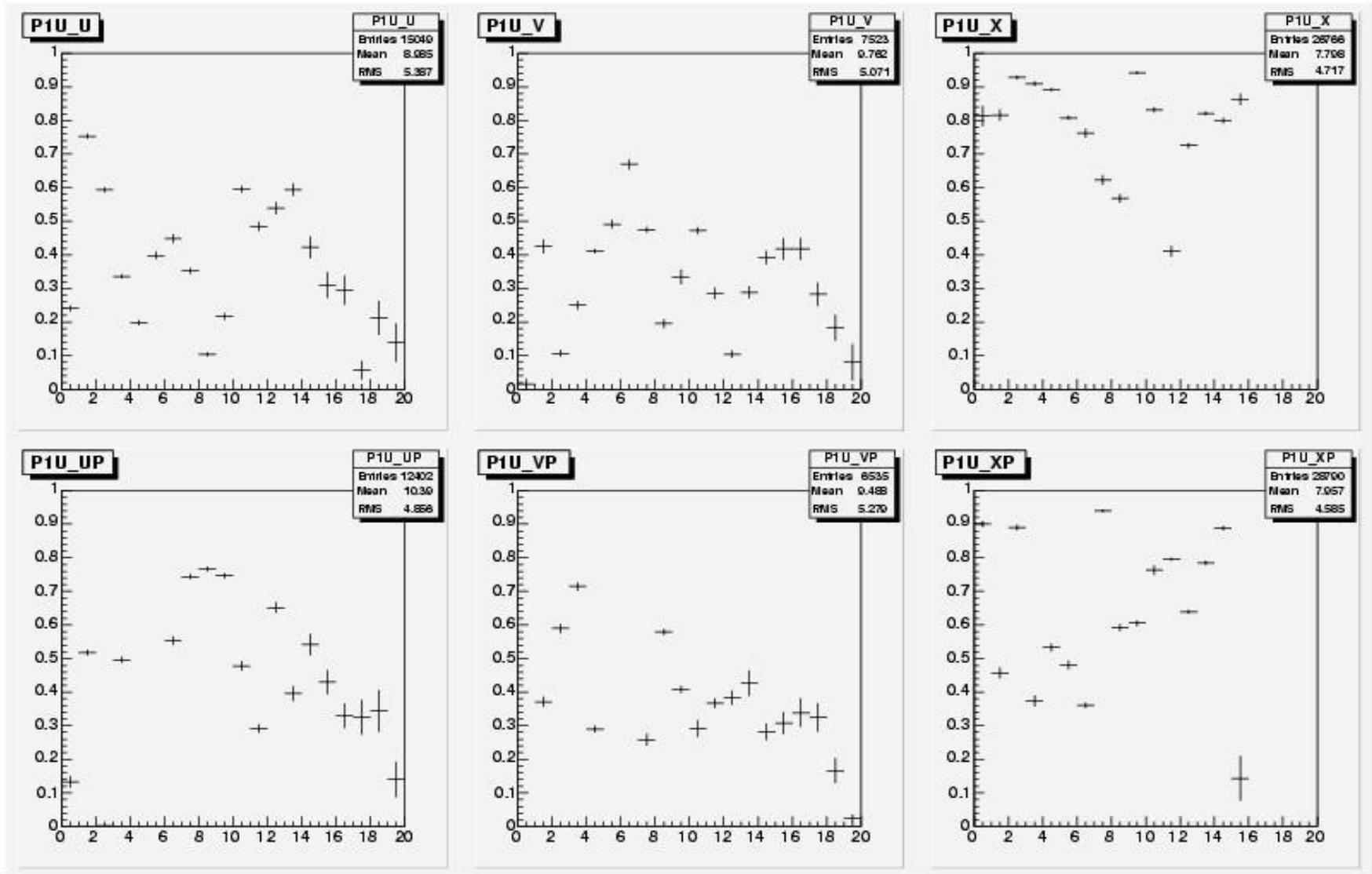
Ao estudar esta fibra X, espera-se que ela se ative, devido às fibras U, U' (representadas como uma só) e V, V' que cruzam a fibra X (quadrado branco na figura). Na realidade, as fibras V e V' se ativaram por uma partícula que passou em outro lugar confirmado por uma fibra U ou U' (quadrado azul inferior).



Efeitos que podem gerar contagem errônea: hits em outras fibras que simulam hit na fibra investigada



# Eficiências dos canais do detector P1U calculadas a partir de 38.000.000 de eventos. Gráficos similares foram gerados para todos os 18 detectores



## Deslocamento entre os planos do detector do FPD

Os planos(U,U',V,V',X,X') na realidade apresentam um certo deslocamento (offsets) inevitável na construção. Nós consideramos um dos planos fixo (X) e os demais deslocados em relação a ele.:

Deslocamento (mm) entre plano X e plano U , XUoffs={-0,2; -0,1; 0; 0,1; 0,2}

Deslocamento (mm) entre plano X e plano V, XVoffs={-0,2; -0,1; 0; 0,1; 0,2}

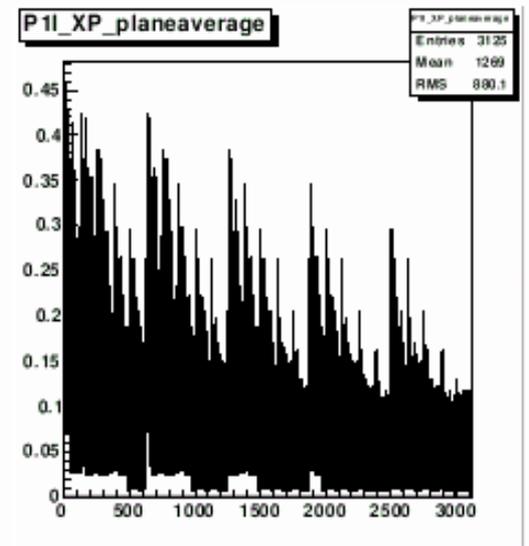
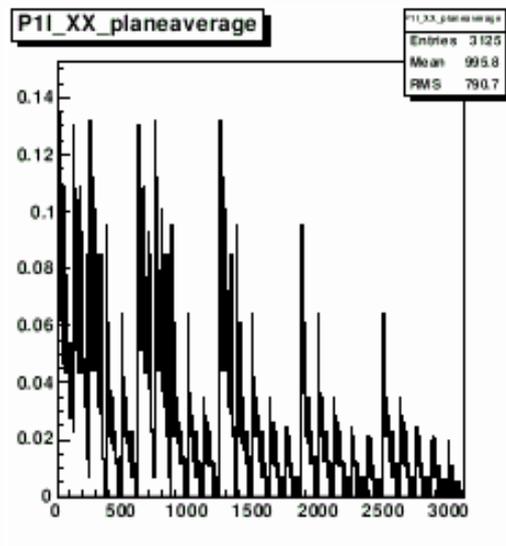
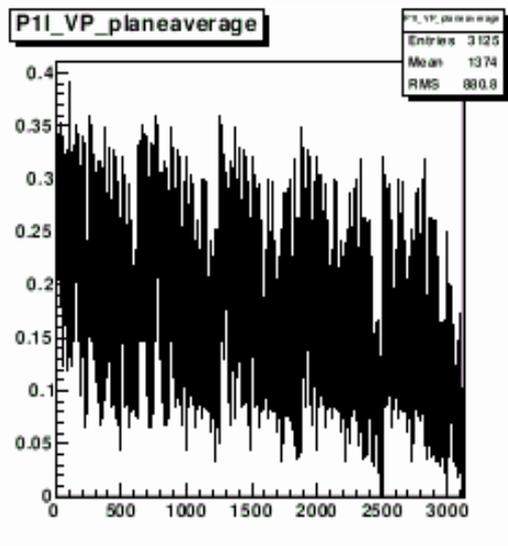
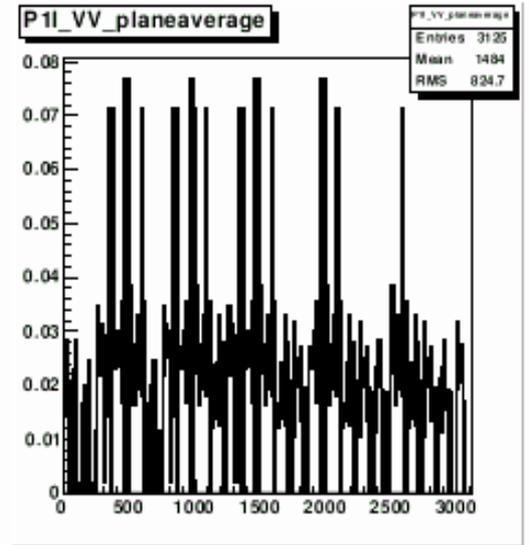
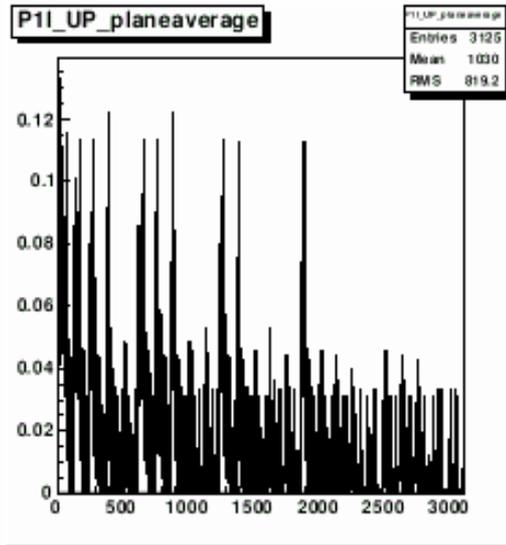
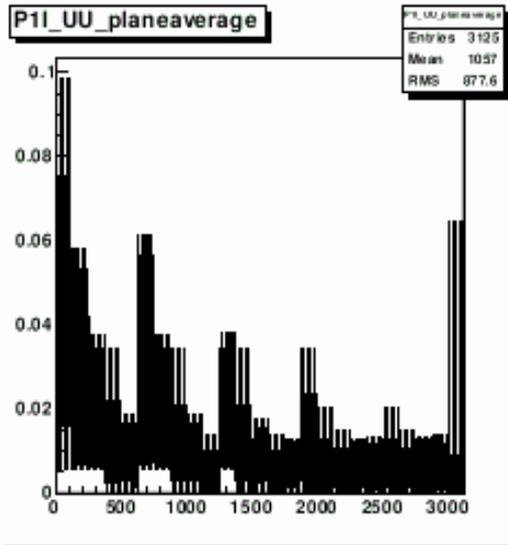
Deslocamento (mm) entre plano U e plano U', Uuoffs={ $0,3\sqrt{2}; 0,4\sqrt{2}; 0,5\sqrt{2}; 0,6\sqrt{2}; 0,7\sqrt{2}$  }

Deslocamento (mm) entre plano V e plano V', Vvoffs={ $0,3\sqrt{2}; 0,4\sqrt{2}; 0,5\sqrt{2}; 0,6\sqrt{2}; 0,7\sqrt{2}$  }

Deslocamento (mm) entre plano X e plano X', Xxoffs={0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7}

Há um total de 3125 combinações possíveis. Calculamos as eficiências de todos os detectores, de todos os planos e de todos os canais em função destas combinações, e verificamos que determinados deslocamentos acarretam em maior eficiência.

# Eficiência dos planos do detector P1I em função das 3125 combinações calculadas a partir de 500.000 eventos por combinação



## Rotação das fibras cintilantes dos planos do detector do FPD

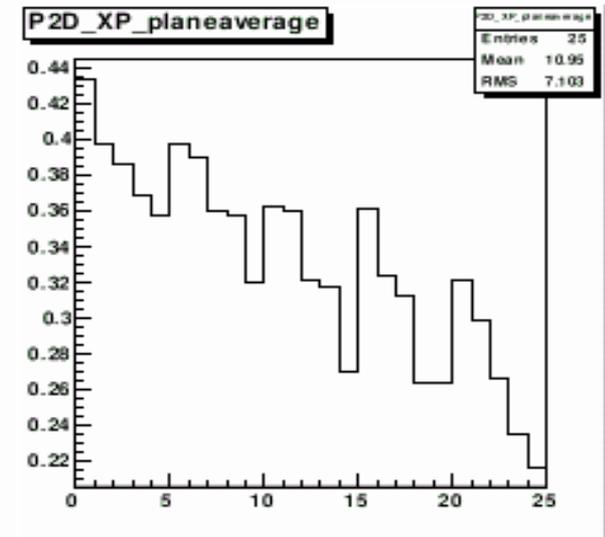
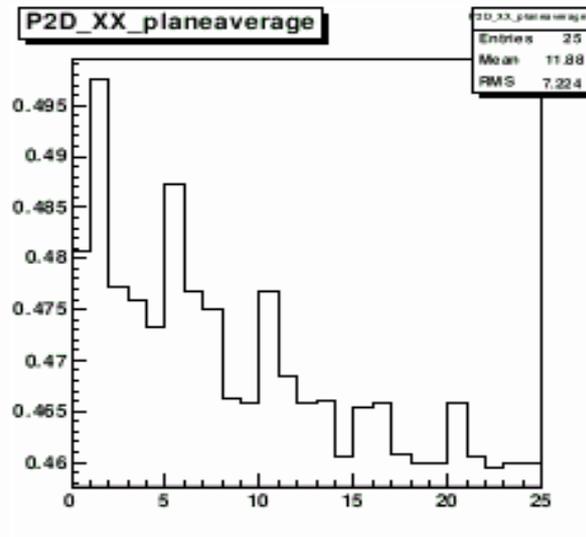
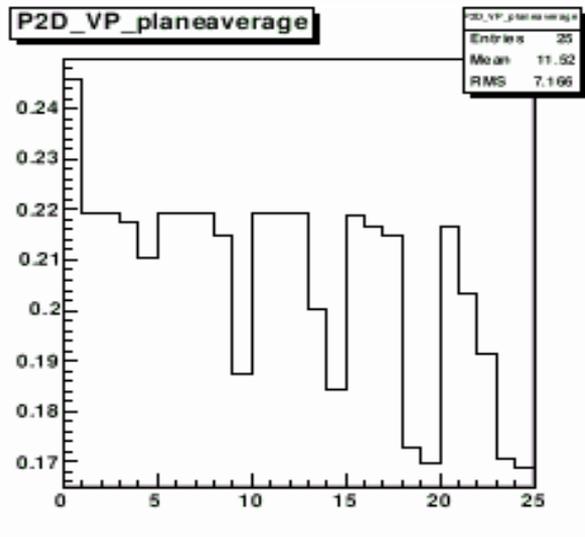
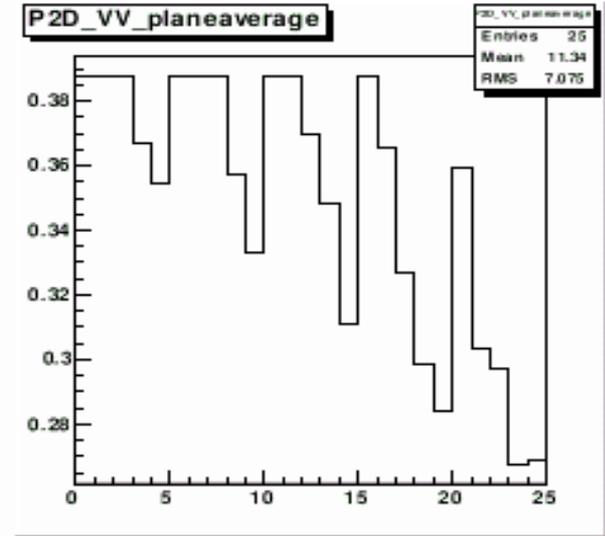
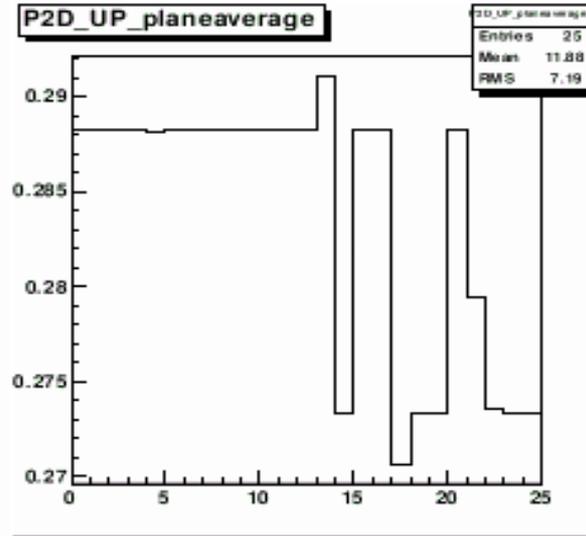
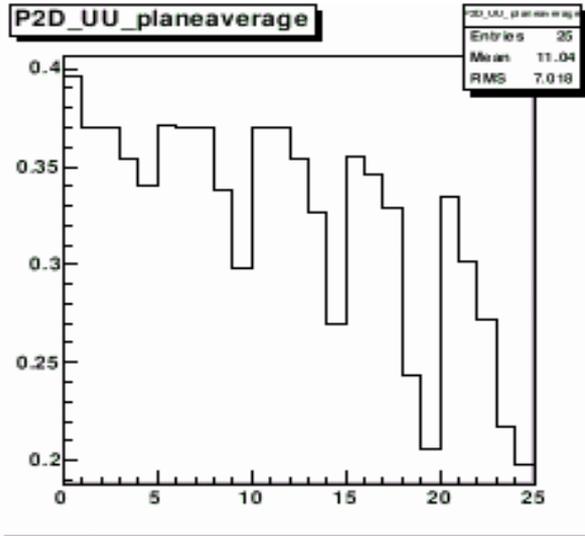
Com os dados dos deslocamentos que maximizam as eficiências vamos agora a trabalhar com as rotações das fibras cintilantes. Elas tem um ângulo nominal de  $45^\circ$  grados nos planos  $V, V'$  e de  $-45^\circ$  nos planos  $U, U'$  em relação aos planos  $X, X'$ . . Como no caso anterior, isto não é completamente certo, então, usamos 25 combinações

ângulo dos canais  $U = \{44.8; 44.9; 45; 45,1; 45,2\}$

ângulo dos canais  $V = \{44,8; 44,9; 45; 45,1; 45,2\}$

Há um total de 25 combinações possíveis. Calculamos as eficiências de todos os detectores, todos os planos, e todos os canais para cada uma das 25 combinações e determinamos os ângulos para os quais a eficiência é máxima.

# Eficiência dos planos do detector P2D em função das 25 combinações calculadas a partir de 1.000.000 eventos por combinação



# Conclusões e perspectivas

**Determinamos as eficiências de todos os 2016 canais de todos os 18 detectores do FPD instalados no D0.**

**Estudamos os efeitos de deslocamentos e rotações dos planos na eficiência dos detectores e determinamos o conjunto de deslocamentos e de rotações que maximizam a eficiência.**

**Precisamos repetir os estudos com uma maior estatística e com metodologias diferentes.**

**Estes resultados são utilizados nos programas de reconstrução e análise de dados do FPD.**