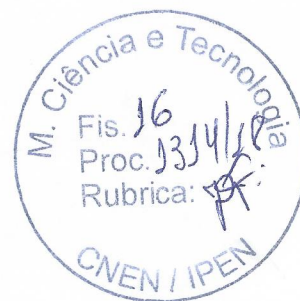


PROJETO 1

LINHA DE FEIXE EXTERNA PARA O CICLOTRON de 18 MeV DO IPEN



Proposta de Projeto
Edital Interno interCentros – DPDE/IPEN Nº 5/2018

RESUMO

A presente proposta de desenvolvimento tem como objetivo o projeto e a fabricação de uma linha de feixe externa a ser instalada em uma das oito portas disponíveis no ciclotron de 18 MeV do IPEN. Esta linha externa deverá atender a demanda por novos radioisótopos de meia-vida curta que são de grande interesse para a comunidade médica nuclear. Com a instalação e operacionalização desta linha externa espera-se a utilização deste acelerador por usuários internos e externos que desejam desenvolver projetos de pesquisas em novos sistemas de irradiação para produção de novos radioisótopos.

Área de atuação: 1- RADIOFARMÁCIA Atividade 110 – Pesquisa e Desenvolvimento e Inovação em Radiofármacos.

1. INTRODUÇÃO

Desde 2008 o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (*IPEN*) conta com mais um acelerador ciclotron, o Cyclone 18/9 fabricado pela *Ion Beam Applications* (IBA) da Bélgica e adquirido por meio de um projeto *FAPESP* cujo processo leva o número: **2006/60963-3** e atualmente consta como *Equipamento Multiusuário* do IPEN. Este é um acelerador isócrono (frequência fixa) que acelera íons negativos com energia cinética fixa (18 MeV para H^- e 9 MeV para D^-). Este acelerador pode-se irradiar até oito posições (duas simultaneamente) empregando feixes de prótons (ou dêutrons) e correntes de feixe de até 100 μA (para prótons). Em cada uma destas posições são montados os dispositivos (porta alvo) onde ficam confinados os materiais (alvos) que serão irradiados. Em todas estas posições, os porta alvos são montados junto ao corpo do ciclotron, o que dificulta a utilização de outros dispositivos diferentes daqueles desenvolvidos pelo fabricante do acelerador. A Figura 1 mostra o Cyclone 18/9 da Instalação de Aceleradores Ciclotrons do IPEN.

Desde 2009 este acelerador é empregado para as produções rotineiras de ^{18}F -FDG, $Na^{18}F$ e mais recentemente ^{18}F -Fluoromethylcholine. Com uma linha de feixe externa, além destes radiofármacos, é possível a produção de outros a partir dos radioisótopos ^{13}N , ^{11}C , ^{124}I , ^{76}Br , ^{64}Cu , ^{89}Zr , ^{86}Y , ^{99m}Tc , ^{110}In , ^{68}Ga , etc, que atualmente são de interesse na produção de radiofármacos para aplicações na Medicina Nuclear.

Desta forma, visando satisfazer um acordo IPEN-FAPESP (Equipamento

Multiusuário), e a diversificação da produção de radioisótopos para pesquisas e aplicações em Medicina Nuclear, o objetivo deste projeto constitui-se na implantação de uma linha externa de feixe e seus acessórios, de acordo com o apresentado nas figuras 4 e 5, possibilitando o desenvolvimento de novos sistemas de irradiação sem comprometer a planta atual para produções rotineiras de ^{18}F .

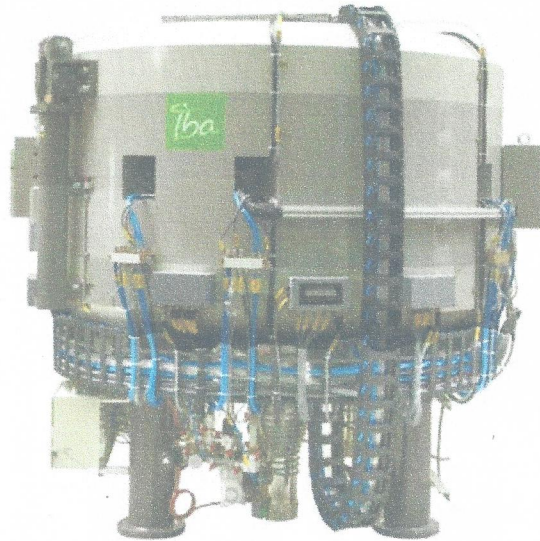


Figura 1. Cyclone 18/9

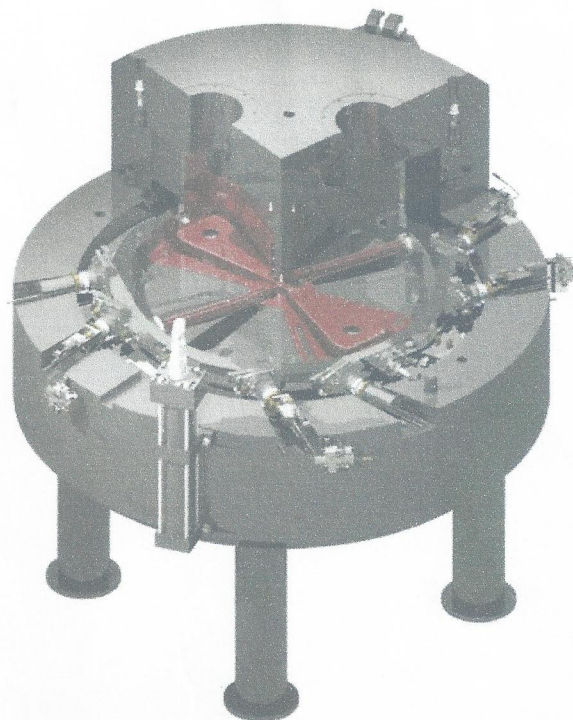


Figura 2. Vista em corte do interior do Cyclone 18/9

2. LINHA DE FEIXE EXTERNA



A Figura 3 mostra como está posicionado o Cyclone 18/9 no interior da caverna bem como as posições das oito saídas de feixe destinadas aos porta alvos. Como pode ser observado, as saídas #4 e #5 são as mais indicadas para a adaptação de uma linha externa de feixe, pois não há paredes em suas proximidades.

De modo geral, uma linha externa de feixe consiste de um tubo metálico (geralmente alumínio 6061 ou 6063) onde uma extremidade se adapta à uma das saídas de feixe do Cyclone 18/9 e na outra extremidade existe uma flange padrão para acoplamento pneumático dos dispositivos trazidos pelos possíveis usuários.

Esta linha de feixe deverá dispor de sistema de vácuo próprio consistindo de uma bomba mecânica, uma bomba difusora, sensores de baixo e alto vácuo, eletrônica necessária para o monitoramento e controle além de duas válvulas de isolamento de alto vácuo (*Beam Gate*).

O transporte do feixe bem como seu monitoramento deverão ser feitos por meio de um dubleto magnético de quatro polos, um direcionador de feixe (*steering*) e um monitor de corrente do tipo XY (quatro setores). A Figura 4 mostra um croqui desta proposta, as Figuras 5 e 6 mostram projetos similares desenvolvidos para outros centros.

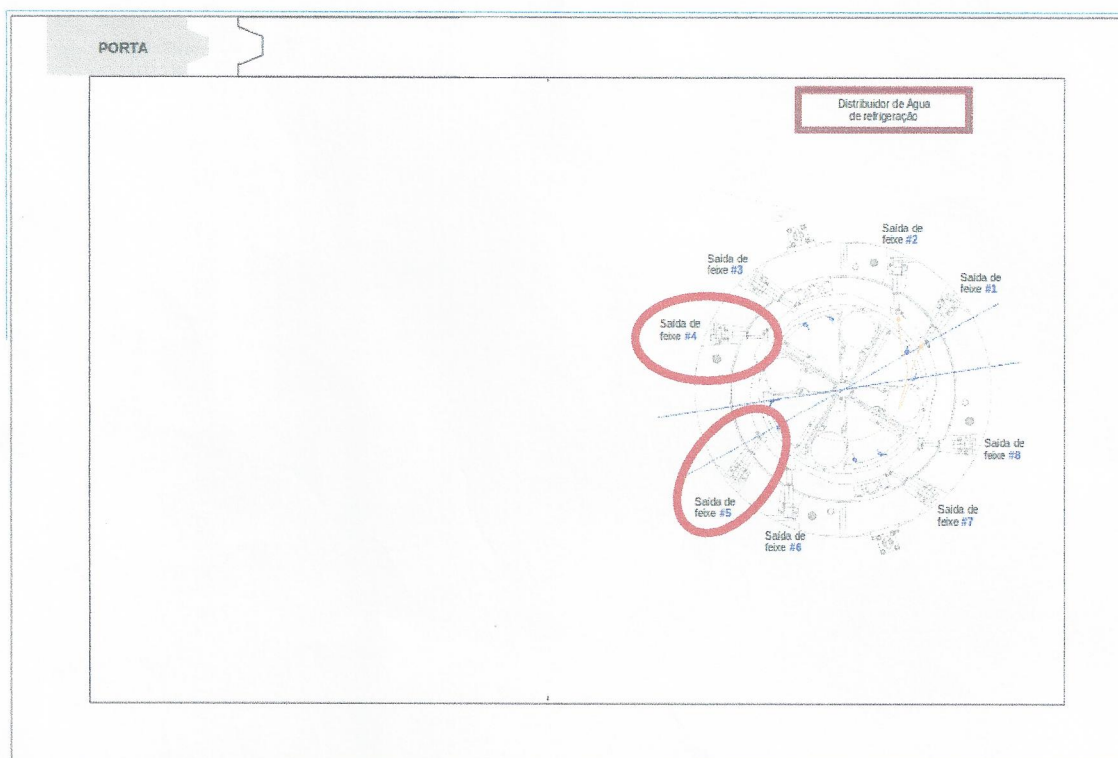


Figura 3. Caverna do Cyclone 18/9 e posicionamento do ciclotron com as saídas de feixe.

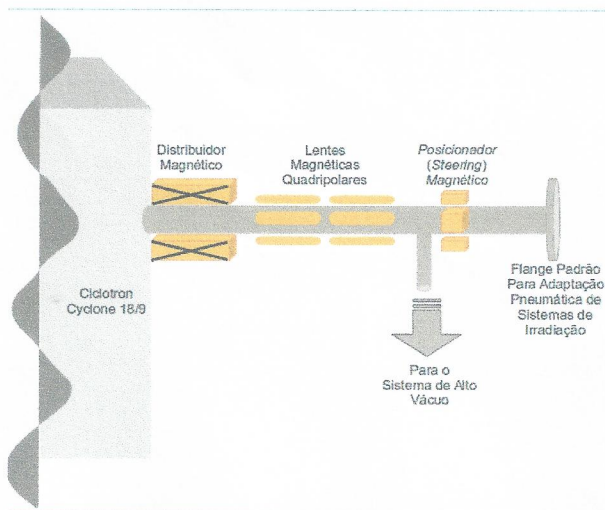


Figura 4. Croqui da proposta de linha de feixe externa para o Cyclone 18/9 do IPEN

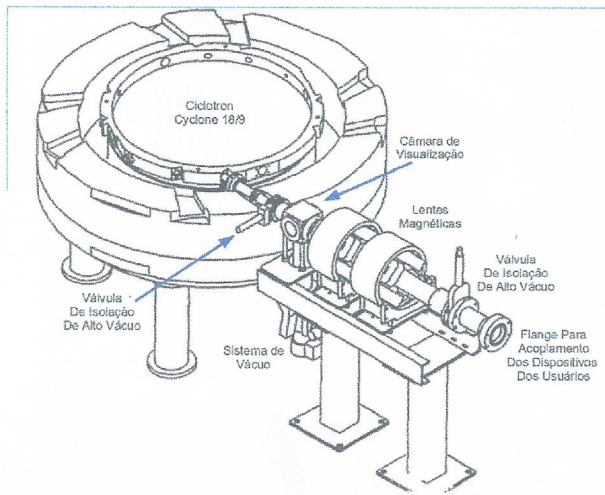


Figura 5. Linha de feixe externa do Cyclone 18/9 do "Hôpital Cantonal Universitaire" de Genebra.

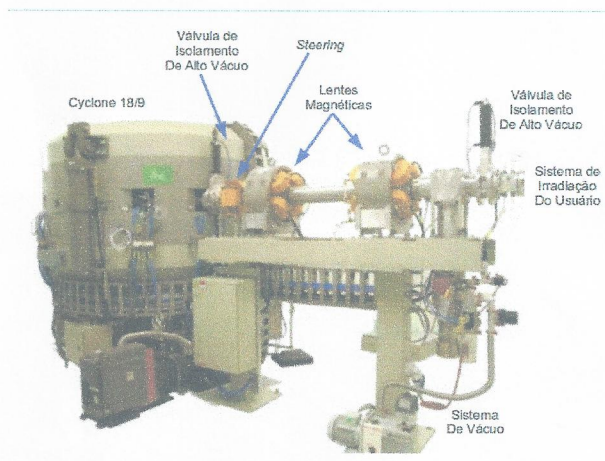


Figura 6. Linha de feixe externa desenvolvido pela IBA para pesquisas

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o projeto e fabricação desta linha de feixe externa será necessário a aquisição do sistema de vácuo, incluindo sensores e eletrônica de controle, e um controlador lógico programável (CLP) além de cabos e sensores de temperatura (termopares). Os tubos de alumínio podem ser encontrados no mercado nacional, flanges e os dispositivos de adaptação poderão ser fabricados na oficina mecânica da própria Gerência de Aceleradores Ciclotron (GAC). Também na GAC estão disponíveis duas lentes quadripolares e um *steering*.

O monitor de feixe do tipo XY (quatro setores) já foi desenvolvido e um protótipo está atualmente em operação no ciclotron de 30 MeV (Cyclone 30) do IPEN com resultados excelentes em seu desempenho e facilidade de uso e manutenção. A GAC dispõe de outro monitor pronto para uso.

4. ORÇAMENTO

Item	Descrição	Valor (R\$)	Valor (US\$)
1	Bomba de vácuo mecânica		3,769.00
2	Bomba de vácuo difusora		10,103.00
3	Sensor de baixo vácuo (Pirani)+Elet.		499.00
4	Sensor de alto vácuo (Penning)+Elet.		908.00
5	Cabos e conectores elétricos	5000,00	
6	Sensores de temperatura+Elet.		1,000.00
7	Conexões de vácuo (flanges, foles, etc)		3,200.87
8	Alumínio (tubos e placas)	3000,00	
9	Fonte de corrente estabilizada	30000,00	
10	Controlador Lógico Programável	4000,00	
11	Válvulas de Isolação de Alto Vácuo		3,000.00
12	Monitor de Corrente XY	40.000,00	
X 13	Material de consumo	5000,00	
Totais		87.000,00	22,479.87
Total Geral (R\$)			170.175,52



