

IFUSP/P 456
B.I.F. - USP

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

**INSTITUTO DE FÍSICA
CAIXA POSTAL 20516
01498 - SÃO PAULO - SP
BRASIL**

publicações

IFUSP/P-456



DOSIMETRIA DE ÁREA NO LABORATÓRIO DO ACELERADOR
LINEAR DO INSTITUTO DE FÍSICA DA UNIVERSIDADE DE
SÃO PAULO

S.B. Herdade, A.N. Teixeira, W.A. Oliveira
Instituto de Física, Universidade de São Paulo

O.L.Gonçalez, L.S.Yanagihara, V.L.C.P. Veissid
Instituto de Estudos Avançados/CTA, São José
dos Campos, São Paulo, Brasil

Fevereiro/1984

DOSIMETRIA DE ÁREA NO LABORATÓRIO DO ACELERADOR LINEAR
DO INSTITUTO DE FÍSICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Silvio Bruni Herdade (Coordenador)

Odair Lelis Gonzalez (*)

Leda Shizue Yanagihara (*)

Vera Lúcia Cervini Prócida Veissid (*)

Antonio das Neves Teixeira

Wagner Aguiar de Oliveira

(*) Instituto de Estudos Avançados/CTA

São José dos Campos - SP.

S U M Á R I O

	Páginas
1 - <u>INTRODUÇÃO</u>	1
1.1 - Apresentação	1
1.2 - Fundamentos.....	2
1.3 - Blindagens	4
2 - <u>MÉTODO E A OBTENÇÃO DOS DADOS</u>	6
2.1 - Levantamento radiométrico.....	6
2.2 - Radiação gama	10
2.3 - Nêutrons rápidos.....	12
2.4 - Nêutrons térmicos.....	14
2.5 - Energia média dos nêutrons rápidos nas imediações do laboratório.....	17
2.6 - Precisão dos resultados	21
3 - <u>RESULTADOS E COMENTÁRIOS</u>	22
3.1 - Dosimetria de área	22
3.2 - Atividade residual.....	31
3.3 - Dose mensal devida a radiação gama	31
3.4 - Comentários.....	35
3.5 - Efeitos das blindagens	36
4 - <u>RECOMENDAÇÕES</u>	41
4.1 - Restrições operacionais.....	42
4.2 - Normas de procedimento	43
4.3 - Providências administrativas e materiais.....	44
4.4 - Blindagens.....	46
5 - <u>CONCLUSÃO</u>	50
<u>REFERÊNCIAS</u>	50

APÊNDICES

	Páginas
I - Mapas de monitoração	52
II - Correção do efeito da pulsação na câmara mod. 440 da Victoreen	89
III - Correção do efeito da pulsação no monitor 488-A da Victoreen	91
IV - Fatores de calibração para a moni toração de nêutrons no LAL com o mod. 488-A da Victoreen	96

1. INTRODUÇÃO

1.1 - Apresentação

O presente relatório consiste na apresentação dos resultados da dosimetria de área realizada no Laboratório do Acelerador Linear do IFUSP pelo grupo de blindagem e proteção radiológica em aceleradores.

Este grupo misto do CTA/USP foi criado em 1981 para dar apoio ao projeto Linac⁽¹⁾ (convênio CTA/USP), tendo em meados de 1982 também voltado a sua atenção para a dosimetria em aceleradores pulsados a fim de atender às necessidades imediatas deste laboratório⁽²⁾.

Ao longo desse período procedeu-se uma avaliação da instrumentação disponível, calibrações e adaptações, face às particularidades do campo de radiação em aceleradores pulsados. Critérios de interpretação das medidas para a avaliação da dose equivalente foram estudados, como por exemplo, o efeito da pulsação nos monitores.

No início deste ano foi feita uma reforma no acelerador que possibilitou atingir uma energia de até 70 MeV, resultando porém, maiores níveis de radiação nas vizinhanças da instalação. A fim de reduzir estes níveis foram feitas em julho deste ano algumas blindagens provisórias com os materiais disponíveis no LAL. As monitorações antes e depois das blindagens, que foram feitas, permitem o estudo de sua eficiência.

Acompanha também este relatório um conjunto de recomendações para reduzir os riscos de exposição de trabalhadores e indivíduos do público, baseado no resultado das medidas e testes.

Não inclui-se neste trabalho medidas de dosimetria pessoal, uma vez que esta é atividade de rotina do serviço de dosimetria pessoal do IFUSP.

1.2 - Fundamentos

Qualquer material atingido pelo feixe do acelerador é uma fonte de radiação secundária imediata (gamas e nêutrons) e retardada (atividade induzida). Os gamas de "bremsstrahlung" estão sempre presentes e para energias acima do limiar das fotoreações (6-18 MeV para a maioria dos materiais utilizados), começa haver a produção de nêutrons.

Desse modo são fontes de radiação quaisquer pontos da estrutura onde o feixe se choca, colimadores e fendas, alvo e paradores de feixe (copo de Faraday no nosso caso).

A experiência no campo⁽³⁾ tem mostrado que o principal responsável pelos níveis de radiação em aceleradores lineares de elétrons é a radiação de "bremsstrahlung". Na figura 1 é mostrada a composição do nível de radiação a um metro de um alvo espesso por unidade de potência do feixe, em função da energia dos elétrons. Estes valores são típicos, de modo que a nossa máquina se enquadra neste contexto.

Para a avaliação da dose equivalente é necessário que se tenha um conhecimento completo do campo de radiação, isto é, a sua composição, espectro em energia e a fluência em cada local.

Não obstante se possa calcular o campo de radiação com precisão aceitável para as fontes (feixe atingindo alvo espesso), as suas características são alteradas pelas interações com as blindagens, de modo que o seu espectro e fluência variam de ponto

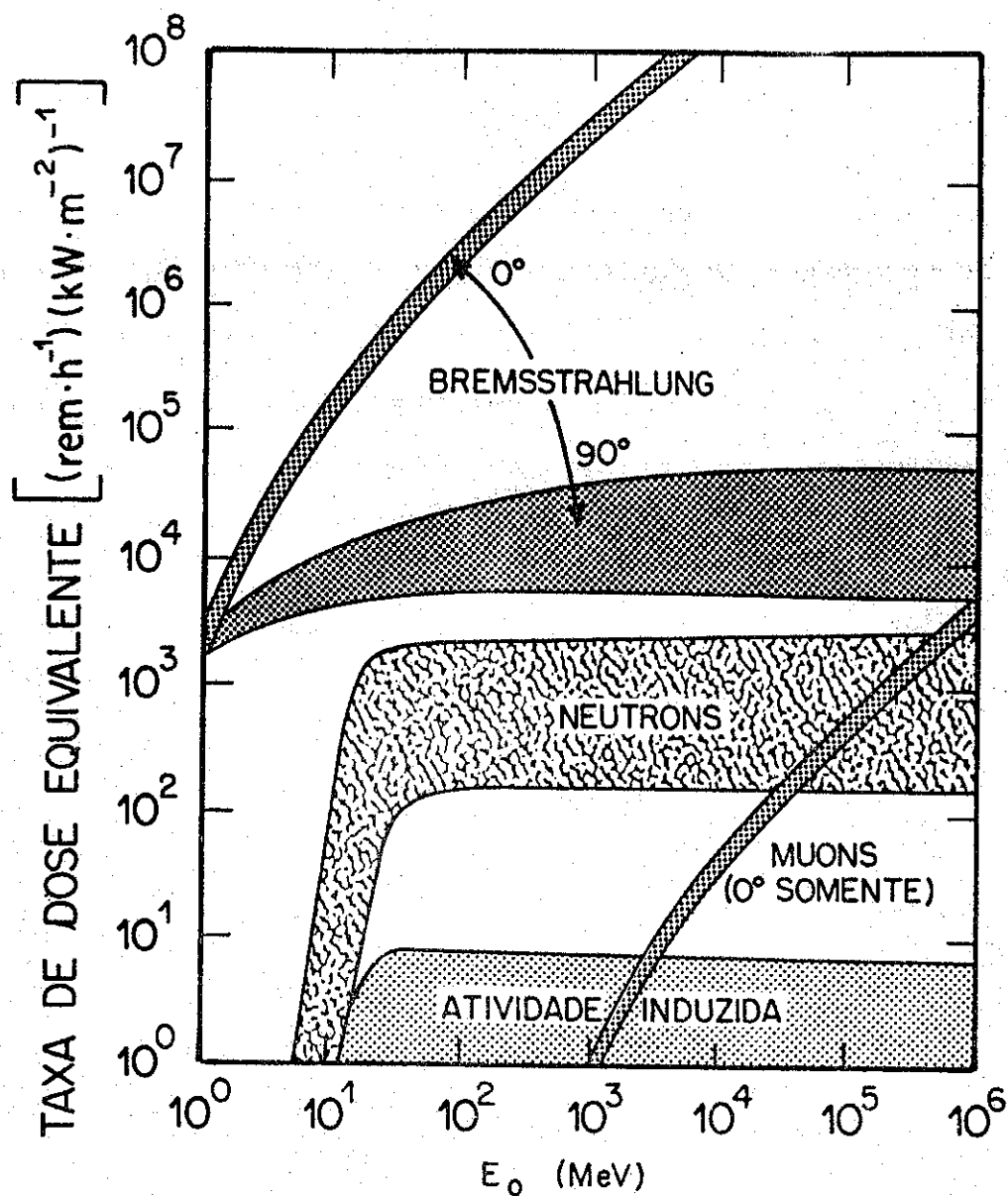


Figura 1 - Taxa de dose equivalente por unidade de potência do feixe primário produzida pelas varias espécies de radiação secundária, de um alvo atingido pelo feixe de elétrons, em função da energia. A largura das bandas sugere o grau de variação razoável em função do tipo de alvo utilizado (referência 3). Neste caso não são consideradas blindagens .

para ponto. Por exemplo, para nêutron o espectro original seria de evaporação, com energias médias entre 1 e 2 MeV, o qual porém passa a ter uma energia média de 0,4 MeV após atravessar uma blindagem de 70cm de concreto, conforme observado em nossas medidas.

Outro efeito importante a ser considerado no caso de aceleradores lineares, como o deste laboratório, é a natureza pulsada da radiação que afeta a instrumentação usual de monitoração, podendo apresentar desde uma perda de sensibilidade até mesmo uma situação de completa saturação.

1.3 - Blindagens

No acelerador do IFUSP as principais fontes de radiação são: a região dos imãs analisadores e a terminação do feixe analisado.

Há duas possibilidades de uso do feixe: feixe direto e feixe analisado.

No caso de utilização do feixe analisado, 90% do feixe é perdido na região dos imãs analisadores, chocando-se com os colimadores e a tubulação e o restante é parado no alvo (em geral fino), seguido de um copo de Faraday (blindado) no salão de alvos.

No caso do feixe direto 100% é parado num alvo espesso (copo de Faraday de alumínio, não blindado), na região dos eletroímãs.

Em princípio, estas fontes de radiação poderiam ser blindadas por quantidades adequadas de materiais, porém a disponibilidade de espaço no nosso caso passa a ser um fator limitante. Deve-se notar que o projeto ideal de uma instalação desse tipo se

ria confinar toda a máquina numa região fechada (por exemplo, sob a terra).

Nas condições desta instalação o que se deve procurar é uma solução de compromisso com blindagens parciais nas principais fontes de radiação e nos locais mais críticos.

Para o cálculo das blindagens os pontos críticos a serem considerados são: a sala de controle (acessível a trabalhadores com radiação) e o passeio da rua em frente ao portão da sala de alvos (acessível a indivíduos do público).

A implementação das blindagens efetuada durante as monitorações foi provisória e insuficiente em materiais. Seu principal objetivo foi de fornecer informações sobre dois aspectos.

- a) Sua eficiência: o cálculo permite uma previsão razoável de sua eficiência para a radiação direta, porém, para a radiação espalhada (inclusive o que não passa pela blindagem) qualquer previsão será muito imprecisa.
- b) Seu efeito na área experimental: aumento do fundo de radiação, principalmente nêutrons espalhados, devido ao confinamento do alvo numa região menor.

O primeiro aspecto será visto ao longo do presente trabalho; quanto ao segundo, de algumas informações recebidas de usuários do acelerador, o aumento do fundo observado foi pouco sensível.

A implementação das blindagens foi a seguinte:

1. Reforço da blindagem na região do eletroimã, revestindo internamente com tijolos de chumbo e externamente com blocos de concreto a parede que a separa

do salão de alvos.

2. Aumento da altura e espessura das barreiras na região do feixe analisado.
3. Construção de uma parede perpendicular junto à parede dos fundos, para servir de labirinto de entrada à região blindada.

2 - O MÉTODO E A OBTENÇÃO DOS DADOS

2.1 - Levantamento Radiométrico

Os diversos levantamentos radiométricos foram feitos para as energias de 30,45 e 60 MeV para as seguintes condições de irradiação:

1. Feixe direto incidindo em um alvo fino e num copo de Faraday de alumínio (não blindado), situado na região dos eletroímãs.
2. Feixe analisado incidindo em alvos finos (em geral tântalo de décimos de comprimento de radiação) e copo de Faraday (blindado).
3. Feixe analisado incidindo num alvo muito espesso (tárgua de chumbo ou nióbio).

Os pontos de referência, mostrados nas figuras 2 e 3, são codificados pela sigla DA (dosimetria de área) seguidos de um número inteiro.

Para fins de uniformização e condensação das informações, foram selecionados oito locais representativos e os dados

CROQUI DO PRÉDIO DO ACELERADOR

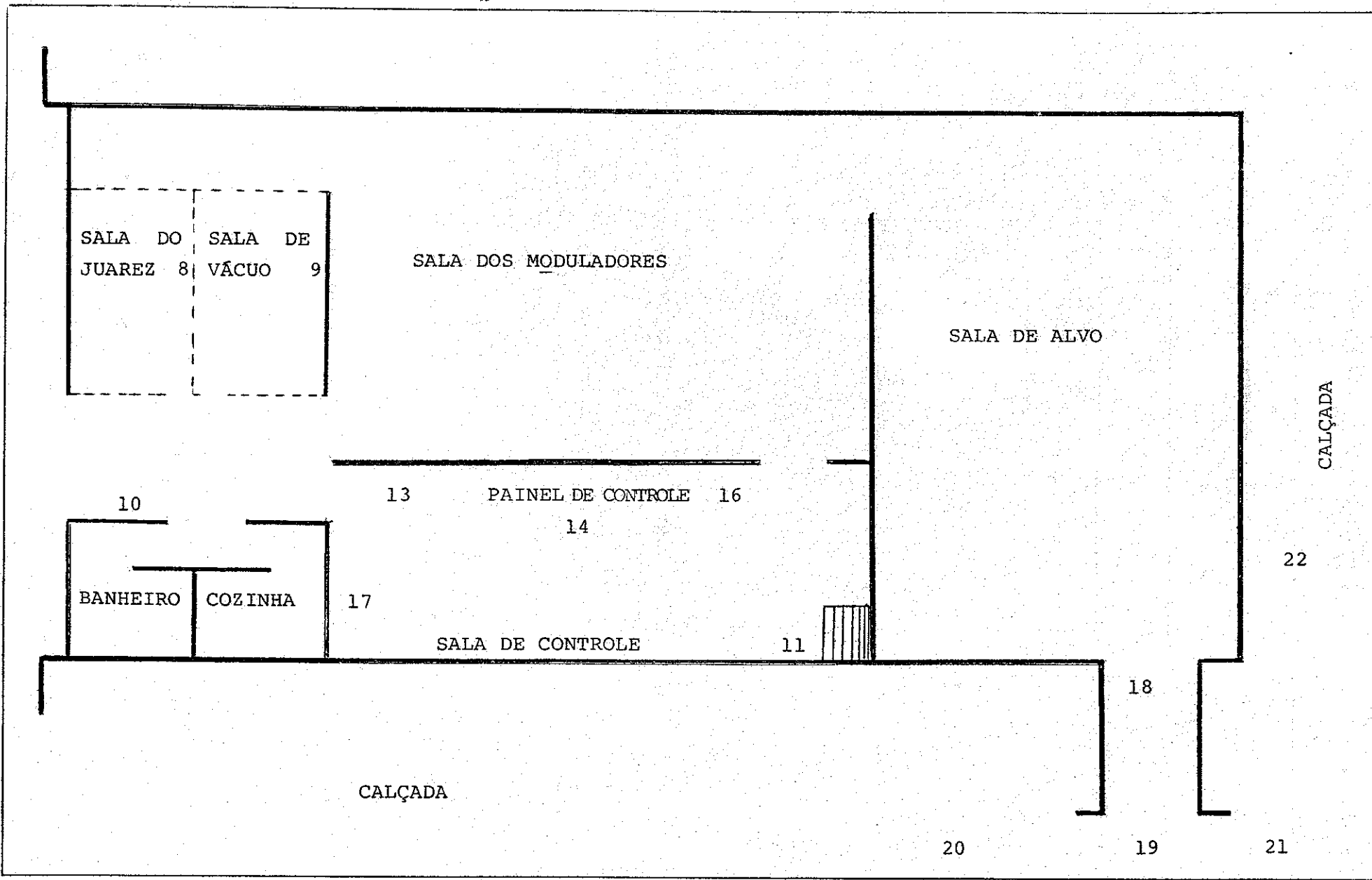


Fig. 2 - Croqui do prédio do acelerador (locais de monitoração).

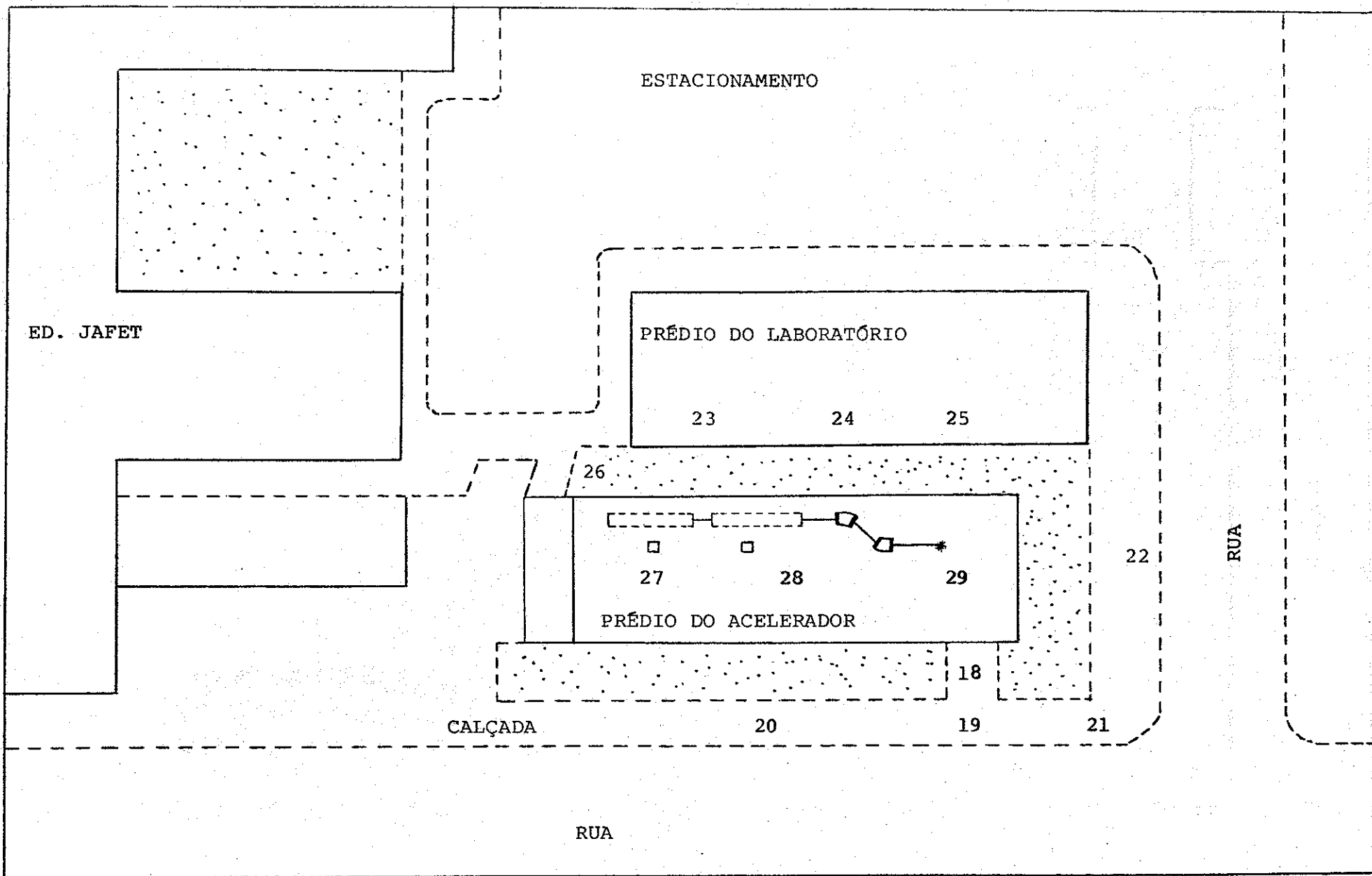


Fig. 3 - Localização do prédio do acelerador (locais de monitoração).

foram todos normalizados para a mesma corrente do acelerador (0,3 μ A para feixe analisado e 1 μ A para feixe direto). Os locais selecionados são os seguintes:

DA-8 : Sala do encarregado da operação do acelerador (Sr. Juarez) situada no prédio do acelerador.

DA-11: Sala de controle, junto à escada que dá acesso à sala de alvos.

DA-14: Sala de controle, junto ao painel (local do operador).

DA-18: Encostado ao portão da sala de alvos (lado externo).

DA-19: Calçada (rua) em frente ao portão da sala de alvos.

DA-21: Calçada (rua) esquina da entrada para o estacionamento do LAL e Pelletron.

DA-24: Média das medidas na biblioteca, sala de medidas e eletrônica a 30cm da parede do fundo.

DA-28: Na laje no centro do prédio do acelerador.

Esses resultados são dados em forma de histogramas e tabelas no capítulo 3. Os mapas completos originais dos levantamentos são apresentados no apêndice I.

É importante observar que esses dados não devem ser analisados isoladamente, sendo mais realista uma visão de conjunto, muito embora, a incerteza atribuída na avaliação da taxa de dose equivalente seja de $\pm 20\%$, podem ocorrer no levantamento de campo, acidentes fora de controle, como por exemplo, uma queda repentina ou um pico de corrente.

A taxa de dose equivalente é separada nas partes correspondentes à radiação gama, nêutrons rápidos e nêutrons térmicos.

A taxa de dose equivalente total é portanto

$$\dot{H} = \dot{H}_G + \dot{H}_{NT} + \dot{H}_{NR} \quad (1)$$

e cada uma delas é discutida a seguir.

2.2 - Radiação gama

Por simplicidade de nomenclatura, trataremos por radiação gama tanto os fótons de bremsstrahlung como os de transmutações nucleares.

A monitoração da radiação gama foi feita com uma câmara de ionização (mod. 440 da Victoreen) cedida pelo IPEN, desde que os monitores tipo Geiger Müller do nosso laboratório não são utilizáveis em campos pulsados⁽⁴⁾.

A câmara de ionização é parcialmente afetada pela natureza pulsada da radiação. Foi desenvolvido por este grupo um trabalho de avaliação desse efeito, que permitiu estabelecer a seguinte expressão para a leitura corrigida⁽⁵⁾:

$$\dot{X}_R = \frac{\exp\left(\frac{\xi}{p} \dot{X}_L\right) - 1}{\frac{\xi}{p}} \quad (2)$$

onde: \dot{X}_R é a taxa de exposição real, \dot{X}_L é a taxa de exposição lida no instrumento, p é a taxa de pulsação do acelerador e ξ é uma constante para cada escala de leitura da câmara. Os valores de ξ determinados experimentalmente são apresentados na tabela 1 (ver também apêndice II).

A energia média, ou energia efetiva, nos diferentes locais do laboratório, determinada por dosimetria termoluminescente (ver tabela 2), está dentro da faixa de operação deste monitor (40 KeV a 1,2 MeV, com imprecisão de 10%).

A conversão de taxa de exposição em taxa de dose equivalente é direta, desde que um Roentgen (R) no ar equivale a aproximadamente um rad no tecido e o fator de qualidade para a radiação gama é igual a unidade. Assim:

$$\dot{H}_G = \dot{X}_R \quad (3)$$

TABELA 1 - Valores da constante ξ para a câmara de ionização mod. 440 determinados experimentalmente e a perda de eficiência no máximo de cada escala.

Escala	(pulsos.s ⁻¹ /mR.h ⁻¹)	Perda (%)	
		a 60pps	a 120pps
0-10	5,0 ± 1,6	36	19
0-30	1,18 ± 0,31	27	14
0-100	0,18 ± 0,04	14	7
0-300	0,012 ± 0,002	3	1.5

TABELA 2 - Médias mensais da energia efetiva da radiação gama nos diversos locais do LAL^(a)

Local	Valores mensais em keV							Média do período em keV ^(b)
	Mar/82	Abr/82	Mai/82	Jun/82	Jul/82	Ago/82	Set/82	
DA-8	220	210	220	165	195	140	125	182 ± 39
DA-9	350	280	430	500	300	300	550	387 ± 107
DA-10	145	185	77	145	240	260	145	171 ± 63
DA-11	250	300	210	350	280	300	280	281 ± 44
DA-13	280	260	240	280	325	450	500	334 ± 101
DA-14	280	160	280	350	325	350	218	279 ± 72

(a) Valores fornecidos pelo serviço de dosimetria pessoal do IFUSP. Obtido pela razão da termoluminescência entre dois dosímetros de fluorita expostos à radiação, sendo um deles envolto em um absorvedor de chumbo.

(b) O desvio da média reflete principalmente a variação das condições de operação do acelerador mês a mês, muito embora possa conter também a incerteza do método.

2.3 - Nêutrons Rápidos

A monitoração de nêutrons rápidos foi feita com um contador proporcional revestido de boro 10, dentro de um moderador de polietileno e uma capa de cádmio (mod. 488-A da Victoreen). O princípio de funcionamento deste instrumento consiste em termalizar os nêutrons rápidos e capturá-los no detector. A pulsação tam

bém afeta este instrumento, causando uma perda de sensibilidade . O método de correção do efeito da pulsação também foi desenvolvido⁽⁶⁾, encontrando-se a seguinte expressão:

$$\dot{N}_R = \frac{\exp\left(\frac{\lambda T}{60p} \dot{N}_L\right) - 1}{\frac{\lambda T}{60p}} \quad (4)$$

onde \dot{N}_L é a taxa de contagem lida no instrumento (cont./min) , \dot{N}_R é a taxa de contagem corrigida (cont./min), λ é a constante de decaimento do fluxo térmico no moderador, T é o tempo morto do detector e p é a taxa de pulsação do acelerador (pulsos/seg.). Para o detector em questão foi determinado experimentalmente⁽⁶⁾ o valor do produto $\lambda T = (4,73 \pm 0,07) \times 10^{-2}$ (pulsos/seg.)/(cont/min) (ver apêndice III).

De posse da taxa de contagem corrigida, a obtenção da taxa de dose equivalente consiste da aplicação de dois fatores de conversão:

1. Fator de calibração do detector $F(E)$ para conversão da taxa de contagem (cpm) em fluxo ($n. cm^{-2}. seg^{-1}$).
2. Fator de conversão $\delta(E)$ de fluxo para taxa de dose equivalente.

Como ambos os fatores dependem da energia E dos nêutrons, a taxa de dose equivalente é expressa por:

$$\dot{H}_{NR} = \int_0^{\infty} \delta(E) \phi(E) dE \quad (5)$$

onde

$$\phi(E) = F(E) \frac{d \dot{N}_R}{dE} \quad (5a)$$

Para espectros que variam suavemente pode-se usar os valores destes fatores, correspondentes à energia média \bar{E} dos nêutrons, sem apreciável erro⁽⁷⁾, de modo que:

$$H_{NR} \equiv \delta(\bar{E}) F(\bar{E}) \dot{N}_R \quad (6)$$

A eficiência do detector $F(E)$ foi obtida com base no catálogo do fabricante e numa recalibração com uma fonte de Am-Be (de emissão conhecida com 10% de incerteza) disponível no LAL. Observou-se uma eficiência de detecção 40% menor que o especificado. Este fator foi extrapolado para as demais faixas de energia (ver figura 4).

O fator de conversão $\delta(E)$ utilizado corresponde à recomendação do ICRP⁽³⁾. Seus valores são dados na tabela 3 (ver figura 5).

2.4 - Nêutrons térmicos

Para nêutrons térmicos o fator de calibração do instrumento, de acordo com o catálogo do fabricante é $0,015 \text{ nêutron.cm}^{-2} \text{seg}^{-1} / \text{contagens. min}^{-1}$. Admitindo que o nosso monitor é 40% menos eficiente que o especificado o fator de calibração utilizado nas medidas é $F(E) = 0,025 \text{ n.cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} / \text{cont.min.}^{-1}$. O fator de conversão

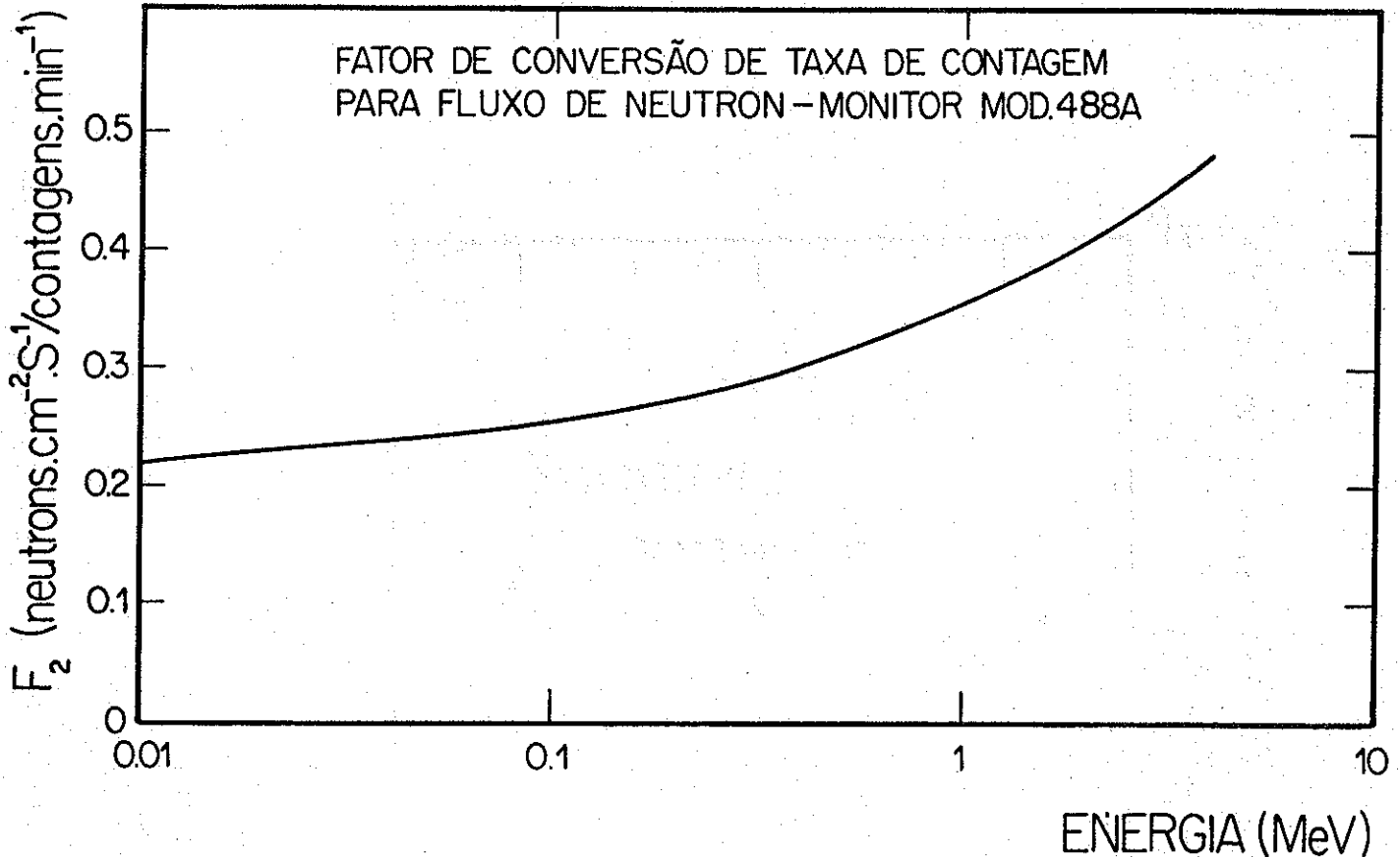


Figura 4 - Fator de calibração do monitor mod. 488-A da Victoreen.

TABELA 3 - Fluxo de nêutron correspondente a 1mrem.h^{-1} e fator de qualidade efetivo (ICRP12)⁽³⁾ em função da energia dos nêutrons.

Energia dos nêutrons (MeV)	$\frac{1}{\delta(E)}$ Fator de conversão $\text{n.cm}^{-2}.\text{s}^{-1}/\text{mrem.h}^{-1}$	\bar{Q} Fator de qualidade e efetivo (adimensional)
2.5×10^{-8}	260	2,3
10^{-7}	240	2
10^{-6}	220	2
10^{-5}	230	2
10^{-4}	240	2
10^{-3}	270	2
10^{-2}	280	2
10^{-1}	48	7,4
5×10^{-1}	14	11
1	8,5	10,6
2	7,0	9,3
5	6,8	7,8

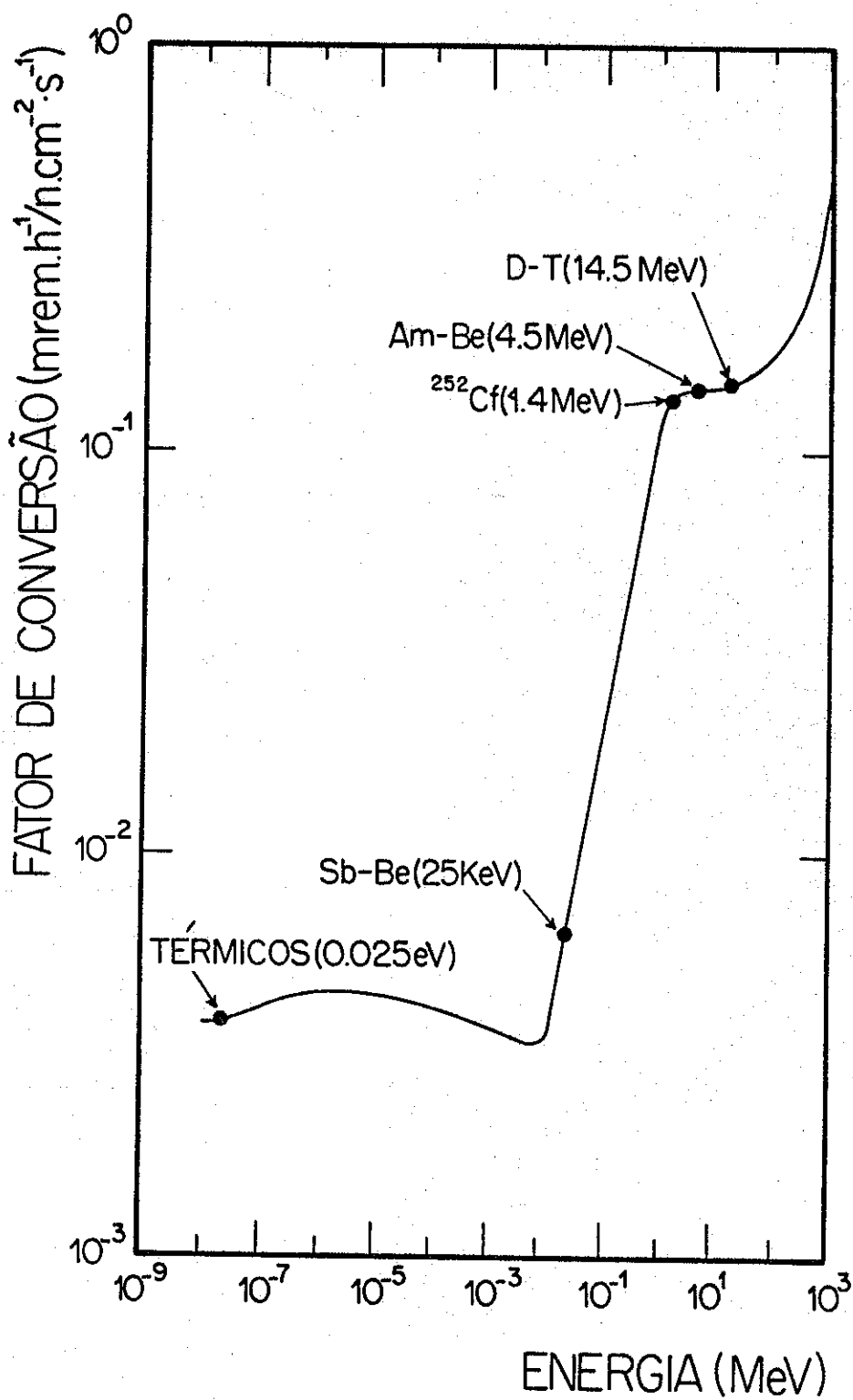


Figura 5 - Fator de conversão de fluxo para dose equivalente.

de fluxo para dose equivalente para nêutrons térmicos, segundo o ICRP é igual a $0,00385 \text{ mrem.h}^{-1}/\text{n.cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$. Desse modo, para nêutrons térmicos a taxa de dose equivalente será:

$$\dot{H}_{\text{NT}} = 9,625 \times 10^{-5} \dot{N}_{\text{NT}} \quad (7)$$

onde \dot{N}_{NT} é a taxa de contagem acusada pelo detector, sem o uso do moderador e da capa de cádmio. Isto significa que 10390 contagens por minuto corresponde a 1mrem/h de nêutrons térmicos.

Admite-se que a natureza pulsada da radiação é bastante degradada para os nêutrons térmicos, pois estes são largamente distribuídos no tempo.

A meia vida medida dos nêutrons térmicos no ambiente varia de 400 a 800 μs , que resulta num valor muito pequeno de λ e, conseqüentemente, numa correção muito pequena (ver equação 4). Assim, o valor de \dot{N}_{NT} utilizado é aquele lido no próprio instrumento.

2.5 - Energia média dos nêutrons rápidos nas imediações do laboratório.

O fator de conversão de fluxo para dose equivalente e a eficiência do detector variam com a energia dos nêutrons. Seria desejável a medida do espectro dos nêutrons rápidos, em cada local do laboratório, para que se pudesse obter de maneira mais precisa a taxa de dose equivalente através da integração da equação 5.

Este trabalho está em fase de execução, dependendo ape-

nas de fontes monoenergéticas de nêutrons para a calibração do nosso espectrômetro portátil. Tais fontes serão obtidas através de reações adequadas, por exemplo, ${}^3\text{H}(p,n){}^3\text{He}$, num acelerador eletrostático.

Até o presente foram feitas medidas da energia média dos nêutrons em alguns locais mais representativos do laboratório⁽⁷⁾.

O espectrômetro de nêutrons consiste de um detector de nêutrons térmicos inserido em 6 moderadores de parafina de espessuras variáveis de 2,5 a 12,5cm. A resposta do detector dentro de cada moderador é uma função particular da energia.

A resposta relativa entre dois moderadores diferentes é uma função da energia e não depende da eficiência do detector utilizado. Para um espectro desconhecido esta resposta relativa pode dar idéia da energia média.

Desde que as curvas de resposta relativa dependem exclusivamente dos moderadores utilizados, foram extraídas da literatura⁽⁹⁾ curvas correspondentes a fontes de diferentes energias médias e foram normalizadas para o moderador de 2,5cm de espessura.

O método foi testado com uma fonte de Am-Be obtendo-se o resultado da sua energia média com uma imprecisão de 22%.

A resposta relativa dos 6 moderadores para três energias do feixe (30,45 e 60 MeV) nos locais mais representativos é mostrada nas figuras 6 a 8. A energia média associada ao local da medida é a média entre os valores obtidos para cada moderador e a sua incerteza é o desvio padrão.

A energia média determinada por cada moderador corresponde à interpolação do valor medido às curvas mostradas nas figuras 6,7 e 8.

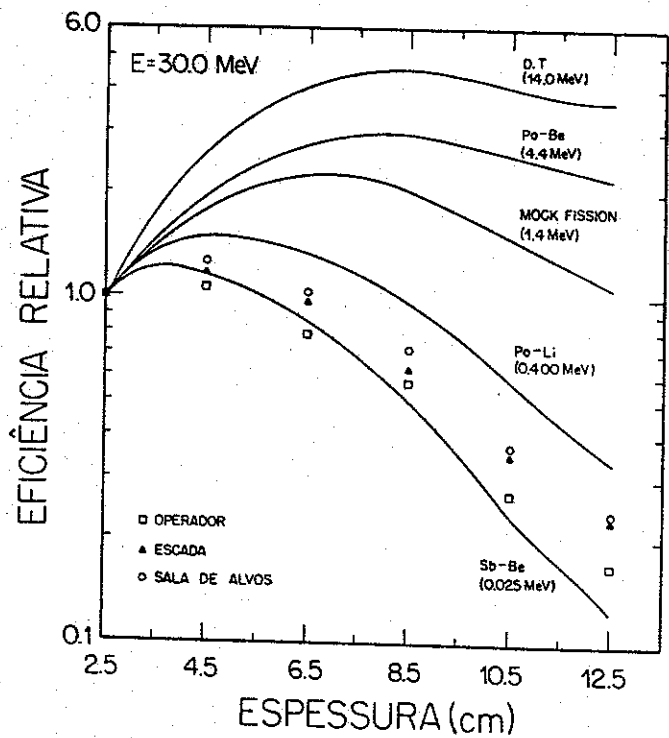


Fig. 6 - Eficiência relativa do detector em função da espessura do moderador.

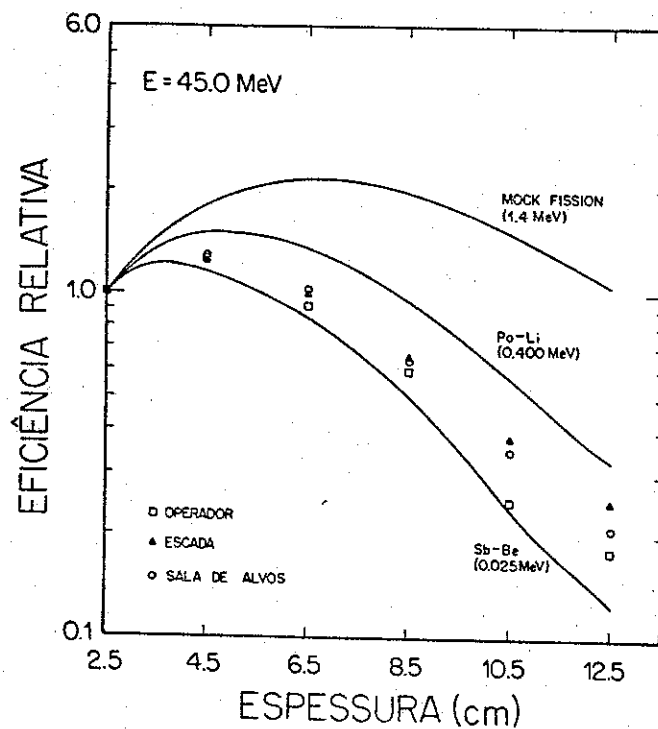


Fig. 7 - Eficiência relativa do detector em função da espessura do moderador.

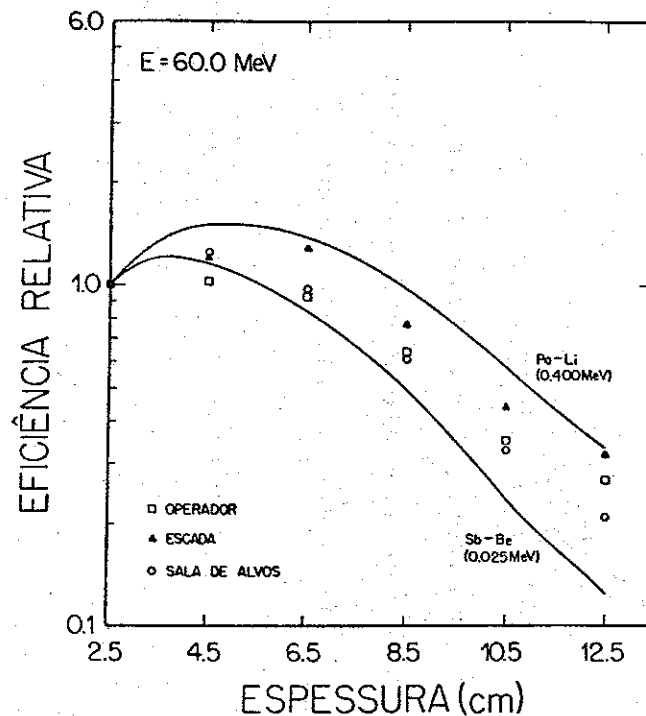


Fig. 8 - Eficiência relativa do detector em função da espessura do moderador.

As energias médias obtidas por esse processo são apresentadas na tabela 4 juntamente com o erro percentual introduzido na determinação da dose equivalente devido a sua incerteza. Na tabela 5 é mostrada a energia média antes e depois das blindagens.

TABELA 4 - Energia média dos nêutrons e erro percentual na avaliação da taxa de dose equivalente para várias energias do acelerador.

Local	Feixe analisado 30 MeV		Feixe analisado 45 MeV		Feixe analisado, 60 MeV	
	Energia dos nêutrons (MeV)	Erros % em H_{NR}	Energia dos nêutrons (MeV)	Erros % em H_{NR}	Energia dos nêu- trons (MeV)	Erros % em H_{NR}
DA-14 lo- cal do ope- rador	0.06 ± 0.02	21	0.10 ± 0.02	15	0.13 ± 0.05	32
DA-11 sala de contro- le junto a escada	0.13 ± 0.03	19	0.16 ± 0.03	18	0.25 ± 0.05	19
DA-18 por- tão da sa- la de alvos	0.18 ± 0.02	10	0.16 ± 0.01	5	0.13 ± 0.03	19

TABELA 5 - Energia média dos nêutrons antes e depois das blindagens para o feixe analisado incidindo num alvo fino + copo de Faraday (E = 60 MeV).

Local	Antes das blindagens E (MeV)	Depois das blindagens E (MeV)
DA-14 (Operador)	0,09 ± 0,03	0,13 ± 0,05
DA-11 (Escada)	0,18 ± 0,03	0,25 ± 0,05
DA-18 (Portão)	0,43 ± 0,06	0,13 ± 0,03

2.6 - Precisão dos resultados

As taxas de dose equivalente tem um erro estimado em 20%, correspondente aos erros das parcelas devida à radiação gama (24%), nêutrons rápidos (30%) e nêutrons térmicos (40%). No cálculo foi admitido que os gamas participam com 75% da dose equivalente total, os nêutrons rápidos com 20% e os térmicos com 5%.

As fontes de incerteza para cada tipo de radiação são:

1. gamas

- a) oscilação da corrente da máquina: 10% (estimado).
- b) escala do monitor, principalmente devido a oscilação do ponteiro: 20% (observado).
- c) eficiência do detector em função da energia dos gamas: 10% (catálogo).

2. Nêutrons rápidos

- a) oscilação da corrente da máquina: 10% (estimado).
- b) leitura do instrumento, principalmente devido à oscilação do ponteiro: 20% (observado).
- c) energia média dos nêutrons: 20% (calculado).

3. Nêutrons térmicos: fator de calibração: 40% (avaliado).

3 - RESULTADOS E COMENTÁRIOS

3.1 - Dosimetria de área

As taxas de dose equivalente totais na situação atual da instalação, são apresentadas em forma de histogramas na figura 9, para várias maneiras de utilização do acelerador. A seguir são apresentados nas tabelas 6, 7 e 8 os níveis totais de radiação (típicos) antes e depois das blindagens.

A contribuição percentual média dos gamas, nêutrons térmicos e nêutrons rápidos, para três situações de utilização da máquina, obtida a partir da monitoração é apresentada na tabela 9. Os valores desta tabela correspondem a média aritmética da contribuição percentual observada nos oito locais selecionados, os quais são apresentados na tabela 10.

Um maior detalhamento da monitoração de área poderá ser obtido nos mapas condensados e normalizados à mesma corrente que estão no apêndice I. Além, desses mapas condensados estão contidas, neste apêndice, os mapas originais da monitoração de área, para as condições de corrente e energia em que o levantamento ra-

diométrico foi efetuado.

Os levantamentos de campo foram processados no centro de processamento de dados do IEAv/CTA pelo programa DOSIME, especialmente escrito para este fim.

TABELA 6 - Níveis de taxa de dose equivalente nos diversos locais do LAL, antes e depois das blindagens, em $mrem.h^{-1}$, para várias energias do feixe direto incidindo em alvo fino e copo de Faraday na região dos eletroímãs. Todos os valores são normalizados para a corrente de $1\mu A$.

DA	Local	Energia do feixe de elétrons					
		30 MeV		45 MeV		60 MeV	
		antes (a)	depois (b)	antes	depois (c)	antes (d)	depois (e)
8	Sala do Juarez	0.63	0.12	-	0.38	3.96	0.54
11	Sala de controle (escada)	2.01	1.44	-	1.20	5.75	2.18
14	Local do operador	0.56	0.23	-	0.56	1.42	0.54
18	Portão s. de alvos	18.34	0.43	-	0.72	47.04	1.93
19	Calçada frente do portão	1.05	0.01	-	0.10	3.42	0.07
21	Calçada (esquina)	0.16	0.00	-	0.10	0.15	0.03
24	Biblioteca/eletrônica/s. medidas (f)	0.11	0.00	-	0.12	0.12	0.08
28	Lage prédio do acelerador	4.81	4.26	-	7.83	15.78	6.10

(a) Obtido a partir do mapa A11

(b) Obtido a partir do mapa D7

(c) Obtido a partir do mapa D8

(d) Obtido a partir do mapa A12

(e) Obtido a partir da média dos mapas D9 e D10

(f) Corresponde à média das medidas na biblioteca, sala de medidas eletrônica a 30cm da parede do fundo.

TABELA 7 - Níveis de taxa de dose equivalente nos diversos locais do LAL, antes e depois das blindagens, em mrem.h^{-1} , para três energias do feixe analisado incidente em alvo fino e no copo de Faraday no salão de alvos. Todos os valores foram normalizados para a corrente de $0,3\mu\text{A}$.

DA	Local	Energia do feixe de elétrons					
		30 MeV		45 MeV		60 MeV	
		antes (a)	depois (b)	antes (c)	depois (d)	antes (e)	depois (f)
8	Sala do Juarez	0,62	0,45	1,41	1,01	3,53	2,07
11	Sala de controle (escada)	3,97	3,31	10,95	4,72	17,51	10,89
14	Local do operador	0,78	0,48	1,29	1,42	2,18	1,92
18	Portão da sala de alvos	68,13	42,58	209,79	44,50	211,23	56,10
19	Calçada frente ao portão	18,26	7,33	27,37	6,29	24,87	6,22
21	Calçada (esquina)	0,16	0,18	0,27	0,18	0,61	0,30
24	Biblioteca/eletrônica/med(g)	0,11	0,07	0,12	0,17	0,23	0,27
28	Lage do prédio do acelerador	11,58	11,32	-	24,31	14,07	31,56

- (a) Obtido a partir do mapa A1
- (b) Obtido a partir da média dos mapas D1 e D2
- (c) Obtido a partir do mapa A4
- (d) Obtido a partir da média dos mapas D3 e D4, exceto a DA-18 que foi extraída do mapa D3.
- (e) Obtido a partir do mapa A5. No valor atribuído à DA-28 e possível ter havido queda de corrente do acelerador.
- (f) Obtido a partir do mapa D5. O valor atribuído a DA-18 e DA-19 foi normalizado para uma corrente de $0,065\mu\text{A}$ (a corrente teria caído à metade do valor citado no mapa, no instante destas medidas, de acordo com informação do operador).
- (g) Média das medidas na biblioteca, eletrônica e sala de medidas a 30cm da parede do fundo.

TABELA 8 - Níveis de taxa de dose equivalente nos diversos locais do LAL, antes e depois das blindagens, em mrem.h^{-1} , para duas energias do feixe analisado incidindo em alvo espesso no salão de alvos. Todos os valores são normalizados para a corrente de $0.3\mu\text{A}$.

DA	Local	Energia do feixe de elétrons			
		30 MeV		60 MeV	
		antes ^(a)	depois	antes ^(b)	depois ^(c)
8	Sala do Juarez	0,94	-	4,90	2,51
11	Sala de Controle (próximo a escada)	41,45	-	84,75	28,68
14	Local do operador	2,89	-	6,11	3,89
18	Portão da sala de alvos	280,50	-	547,36	265,56
19	Calçada (frente ao portão)	46,94	-	111,85	29,02
21	Calçada (esquina)	1,33	-	3,05	1,16
24	Biblioteca/eletrônica/sala de medidas ^(d)	0,59	-	0,94	0,82
28	Lage sobre prédio do Acelerador	26,01	-	30,81	6,84

(a) Média dos mapas A8 e A9.

(b) Obtido a partir do mapa A10

(c) Obtido a partir do mapa D6

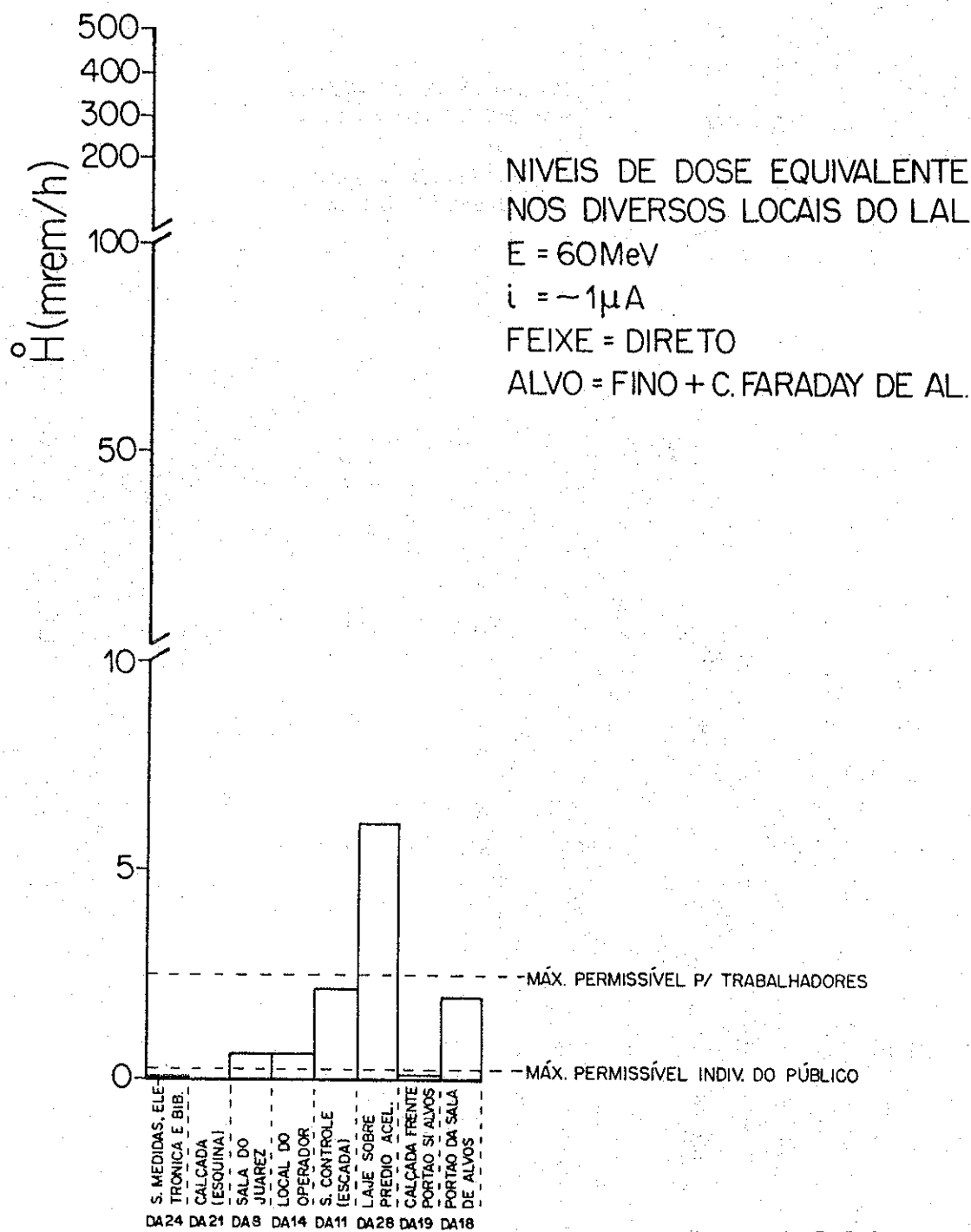
(d) Média das medidas na biblioteca, sala de medidas e eletrônica, a 30cm da parede do fundo.

TABELA 9 - Participação de cada tipo de radiação na taxa de dose total para três situações de operação do acelerador . Os valores correspondem a média dos diversos locais.

Radiação	Feixe analisado em alvo fino e copo de Faraday (%)	Feixe analisado em alvo espesso (%)	Feixe direto em alvo fino e copo de Faraday de alumínio (%)
Gamas	76	55	87
N. Térmicos	4	10	2
N. Rápidos	20	35	11

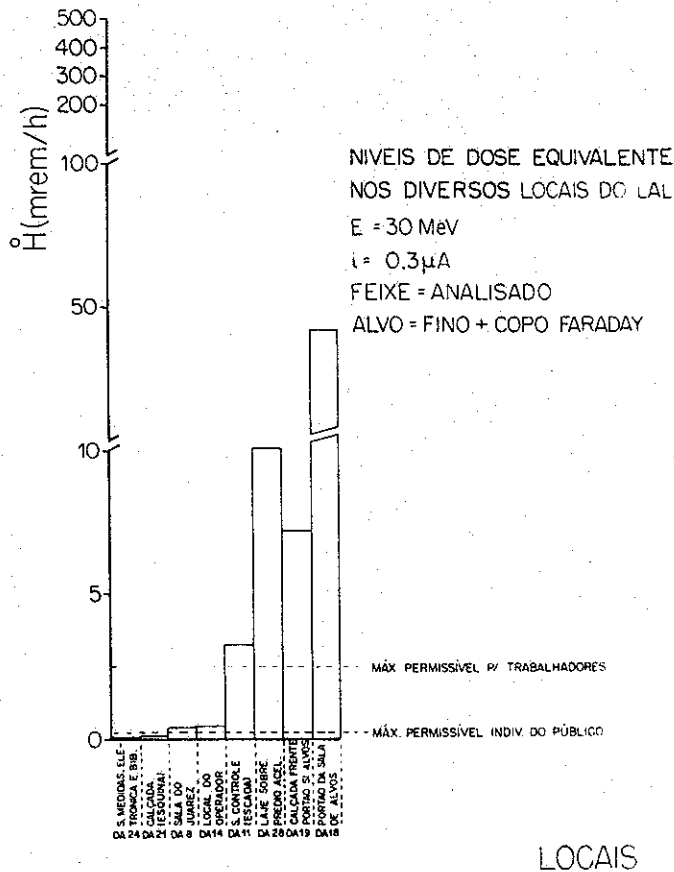
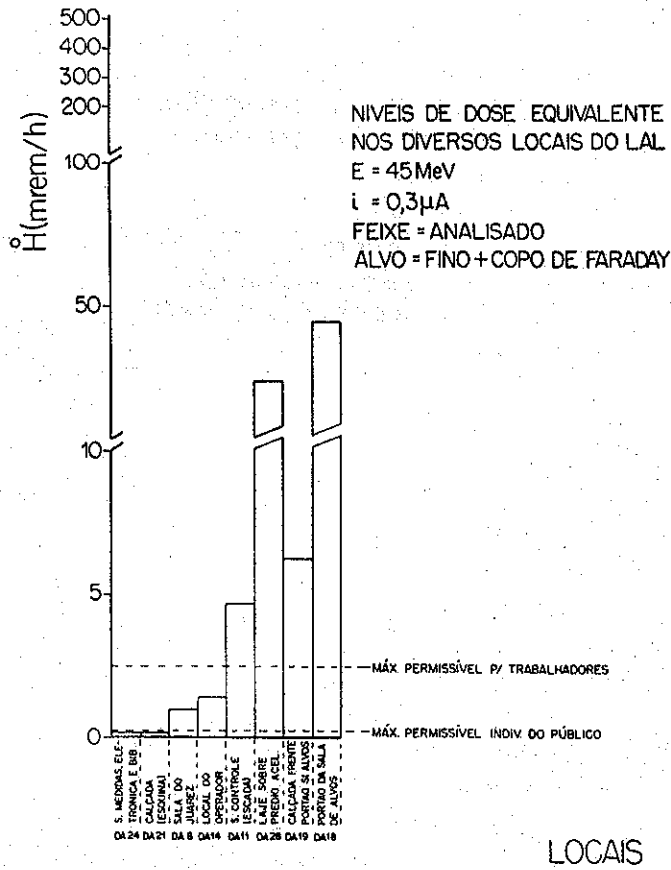
TABELA 10 - Idem , tabela 9, para os diversos locais selecionados.

DA	Local	Feixe analisado em alvo fino+copo Faraday (blindado) (%)			Feixe analisado em alvo espesso (%)			Feixe analisado em alvo fino + C. Faraday (%)		
		Gamas	N. Térm.	N. Ráp.	Gamas	N. T.	N. Ráp.	Gamas	N. Térm.	N. Ráp.
8	Sala do Juarez	57	4	39	47	6	47	66	5	29
11	S. Contr. (escada)	83	2	15	58	8	34	89	2	9
14	Local do operador	74	6	20	49	11	40	76	5	19
18	Portão	70	6	24	64	5	31	94	1	5
19	Calçada (portão)	62	5	33	62	4	34	75	0	25
21	Calçada (esquina)	77	3	20	60	5	35	100	0	0
24	Bibl./eletrônica/S. med.	85	4	11	66	9	25	100	0	0
28	Lage	99	0	1	46	9	45	98	0	2

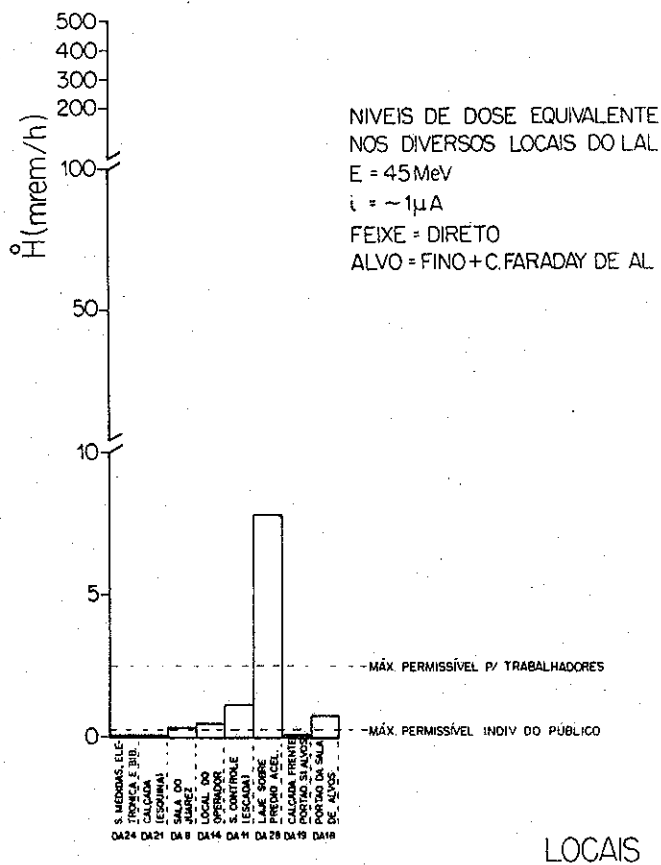
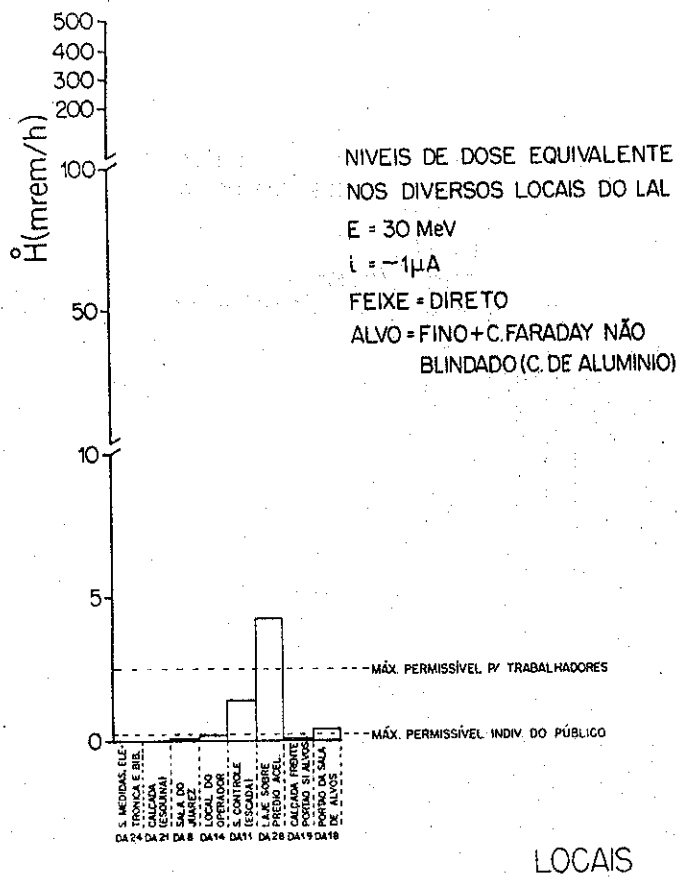


LOCAIS

Figura 9 - Taxas de dose equivalente total em locais selecionados do Laboratório do Acelerador Linear do IFUSP para várias situações de utilização, do acelerador. Os máximos permissíveis correspondem ao trabalho em regime de 40 horas por semana.



Ver legenda na página anterior.



Ver legenda na página anterior.

3.2 - Atividade residual

A atividade residual ao longo de toda a estrutura do acelerador foi medida logo após a sua utilização, a 30 MeV, com o feixe analisado. As medidas foram feitas com um contador Geiger a 30cm da linha central correspondente à trajetória do feixe. A correção do decaimento ao longo da medida foi feita de maneira aproximada, através da média entre duas séries de medidas tomadas percorrendo-se sentidos opostos ao longo da estrutura. O fundo (medido antes da utilização da máquina) foi subtraído desse valor médio. Os resultados são mostrados na figura 10.

O pico de atividade residual encontrado entre as duas secções aceleradoras que já fora detalhado em medida anterior, é mostrado na figura 11. Isto, corresponde a um ponto onde o feixe se choca indesejavelmente com a estrutura.

Nos levantamentos de campo, observou-se um nível elevado de radiação gama no teto do prédio do acelerador, exatamente sobre esta região.

3.3 - Dose mensal devida a radiação gama

A dosimetria de área, a partir da monitoração, reflete a situação do instante em que a máquina está operando. As doses acumuladas mensais refletem a história do período, incluindo ocasiões em que a máquina ficou parada ou operando a baixa energia.

Para fins de comparação com as nossas medidas, na figura 12 é apresentada a dose mensal acumulada correspondendo à radiação gama na DA-11, durante o período de jan./80 a set./83, efetuada pelo serviço de dosimetria pessoal do IFUSP.

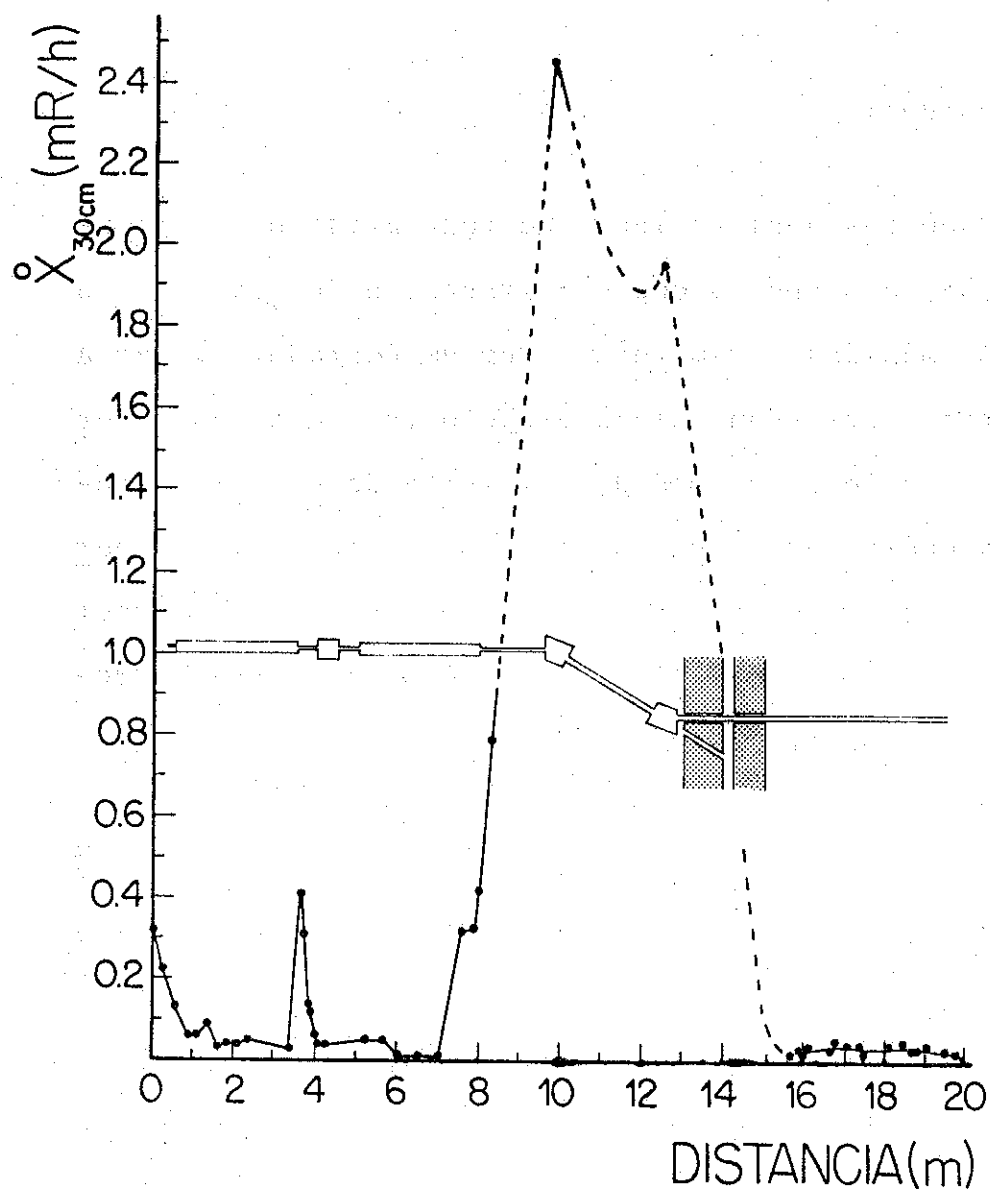


Figura 10 - Atividade residual ao longo da estrutura do acelerador.

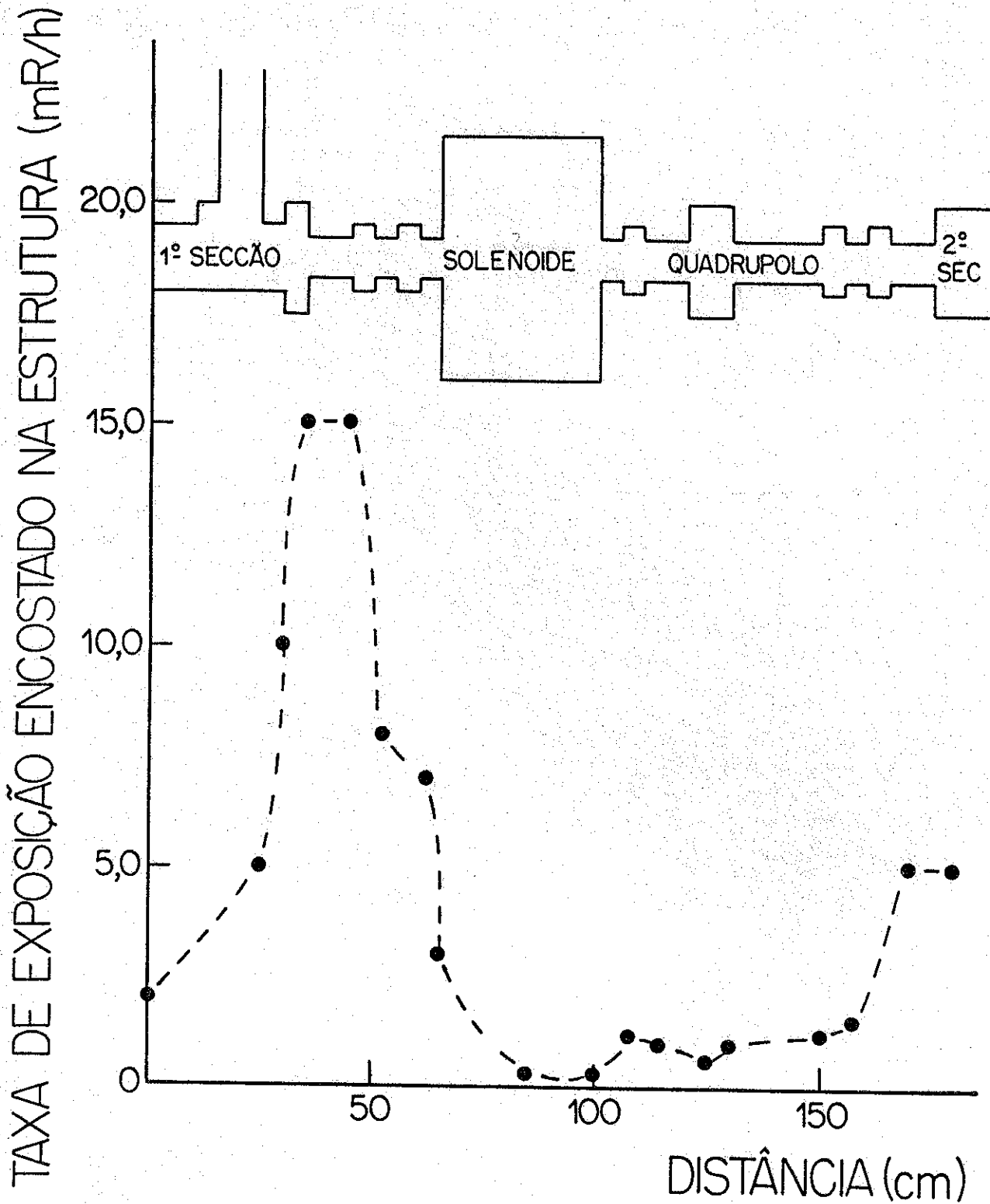


Figura 11 - Atividade induzida por choque do feixe entre as duas secções aceleradoras.

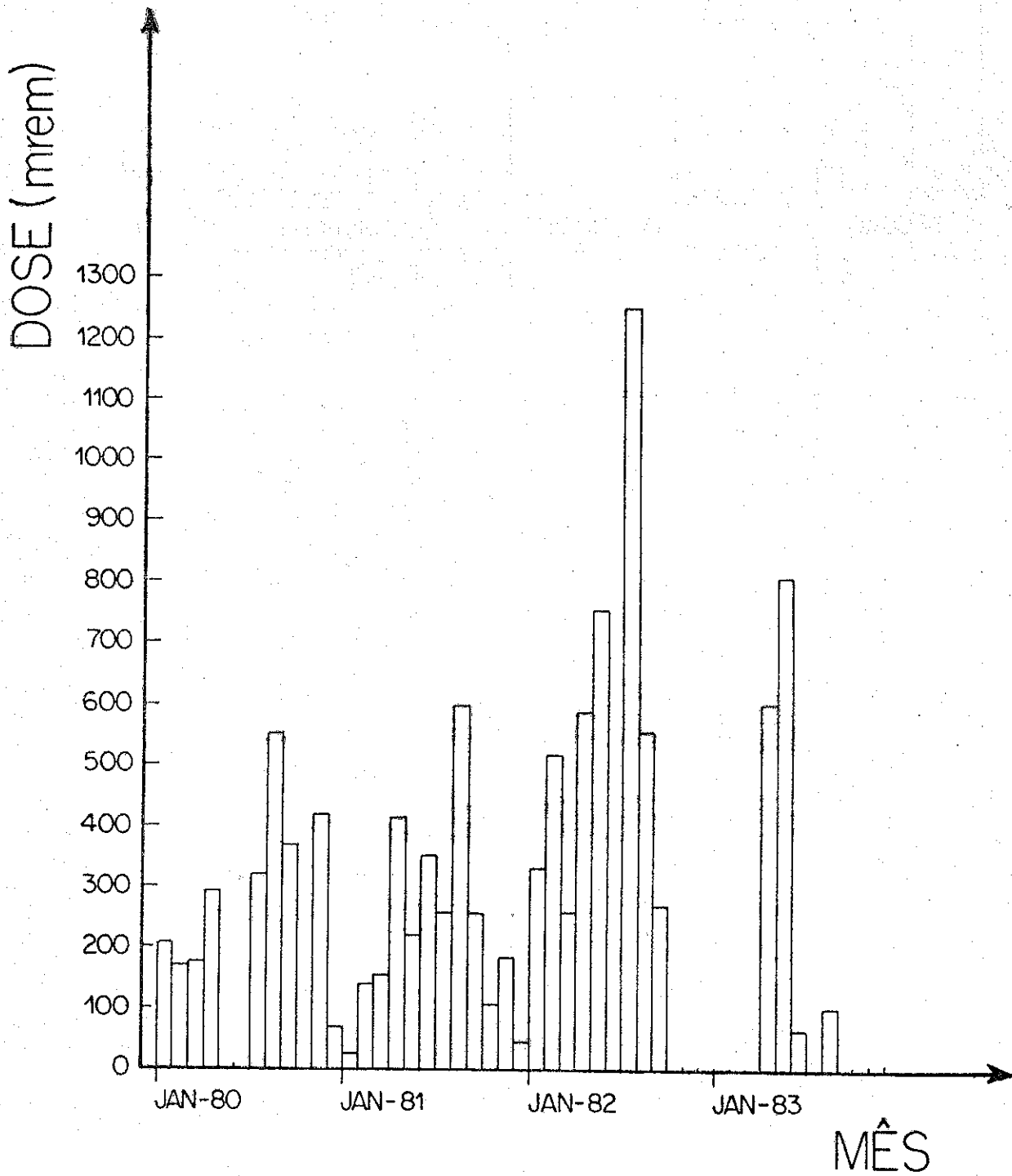


Figura 12 - Dose mensal devida a radiação gama na posição DA-11, no período de jan./80 a set./83.

Nessa figura pode-se ver que os níveis médios de radiação na DA-11 flutuam em torno do máximo permissível para trabalhadores (valor de referência: 400 mrem/mês), com exceção do mês de julho/82.

Nos histogramas apresentados no ítem 3.1, em alguns casos (alvo espesso no feixe analisado) chega-se a 8 vezes este valor de referência na DA-11. Por outro lado, sob outra condição de uso da máquina (feixe direto), sempre se está abaixo do máximo permissível.

Dessa forma, para estabelecer se uma condição de operação é ou não perigosa, sob o ponto de vista de nível de radiação, deve sempre ser considerado o tempo de utilização da máquina nesta condição. Deve ser considerada também, a história do período próximo à irradiação, isto é, se próximo ao período onde se excedeu o valor de referência, houve ou haverá outras irradiações que o excedem também.

3.4 - Comentários

Na análise dos resultados das monitorações é importante que se tenha em mente o significado de máximos permissíveis. Estes são os valores de referência que justificam uma intervenção e investigação das condições de operação, quando ultrapassados.

Sendo o ponto de vista da filosofia da proteção radiológica, o nível de radiação deve ser mantido tão baixo quanto exequível, ou seja, tão baixo no sentido de que qualquer tentativa para diminuí-lo não seria justificável em termos do custo para tal (N.B.: o custo aqui não se refere apenas ao financeiro). Po-

rém, qualquer trabalho com radiação envolve um risco de exposição, devendo-se estabelecer um valor aceitável compatível com as condições e necessidades do trabalho e abaixo dos limites legais.

Para trabalhadores é estabelecido pelo ICRP o limite anual de dose de corpo inteiro em 5 rem/ano e a sua distribuição no tempo deve ser acompanhada em termos de dose trimestral (inferior a 3 rem em qualquer período de três meses). O limite de dose acumulada total é dado em função da idade do trabalhador pela inequação:

$$H \leq 5(N-18)$$

onde N é a idade em anos⁽¹⁰⁾.

Assim, os valores limites por hora, dia ou semana devem ser vistos como valores de referência para controle, ou seja, para garantir que em períodos mais longos não se ultrapasse os máximos permissíveis recomendados.

Com esta visão, serão recomendadas restrições de uso da máquina naquelas condições em que se excedem os máximos permissíveis em locais acessados por pessoas. Tais restrições não terão o aspecto proibitivo, devendo ser encaradas como indicadores que, se respeitados, assegurarão que o risco de exposição estará dentro do limite aceitável.

Poderão, portanto, serem ultrapassados desde que seja plenamente justificável e que se tome reais providências no sentido de minimizar os seus efeitos.

3.5 - Efeitos das blindagens

O objetivo das blindagens é obviamente reduzir os ní-

veis de exposição, que se processa pela absorção das partículas direta ou indiretamente ionizantes, bem como pela diminuição da sua energia.

Através das tabelas da energia média (tabela 4 e 5), dentro da precisão de nossas medidas, pode-se observar uma redução na energia média dos nêutrons por um fator maior que dois, apenas no portão da sala de alvos.

Quanto aos níveis de radiação, nas tabelas 6, 7 e 8 (antes e depois das blindagens), podemos observar que houve uma diminuição. Na tabela 11 o fator médio de redução dos níveis de radiação é apresentado para condições de feixe direto e feixe analisado.

TABELA 11 - Fator de diminuição nos níveis de radiação resultante das blindagens provisórias.

Área	Feixe analisado	Feixe direto
Diversos locais da sala de controle no prédio do acelerador	2	3
Portão da sala de alvos e adjacências	4	20

Foram efetuados cálculos do nível de radiação nas posições DA-11, DA-18 e DA-19 na atual situação de blindagens, identificando as fontes de radiação e separando as partes correspondentes à radiação direta e espalhada. Um esquema do acelerador, identificando as fontes e as blindagens em escala é apresentado na figura 13.

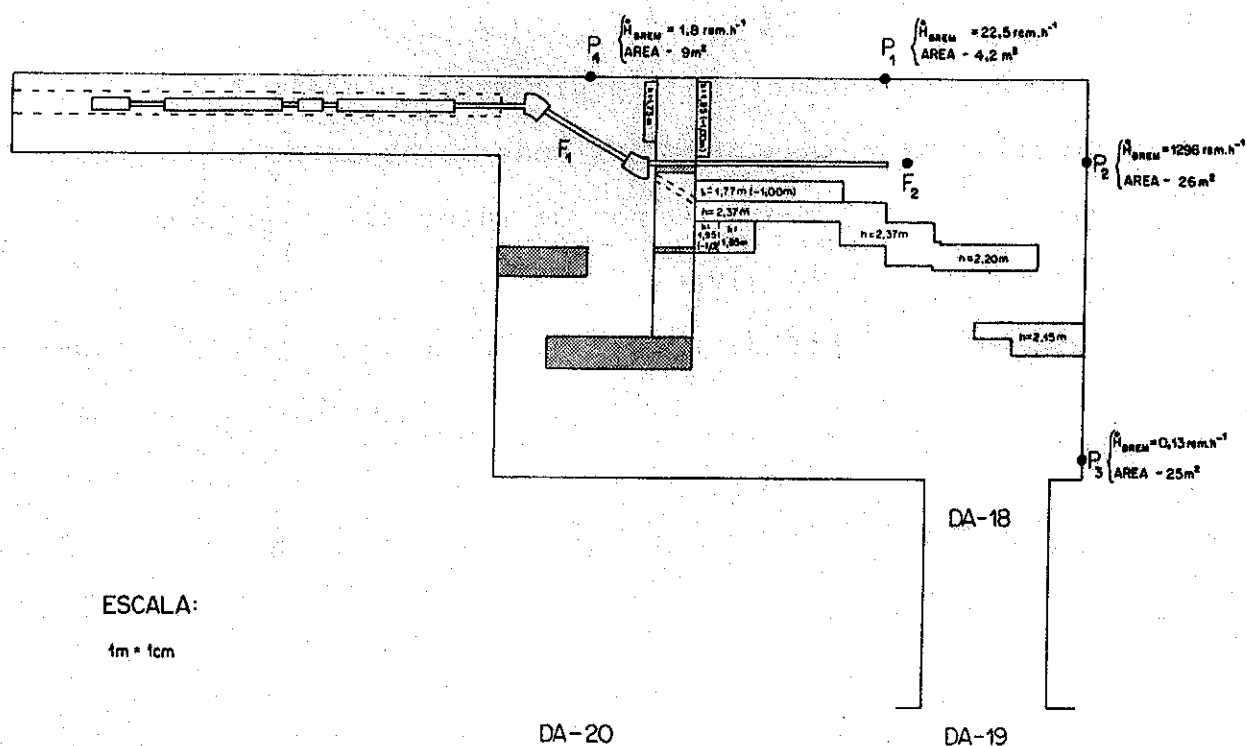


Figura 13 - Localização das fontes de radiação no acelerador linear e blindagens. As fontes primárias são: F_1 (região de análise do feixe) e F_2 (região do alvo). As fontes secundárias são: os pontos (P_1 a P_4) espalhadores de fótons de "bremsstrahlung", sendo a eles associado um nível de taxa de dose equivalente e uma área efetiva de emissão. Os pontos de referência para o cálculo da taxa de dose equivalente são a DA-18, DA-19 e DA-20.

O cálculo foi feito nas seguintes bases:

a) Condições de operação do acelerador:

Energia: 60 MeV

Corrente do feixe direto: 2,7 μ A

Corrente do feixe analisado: 0,3 μ A

Alvo espesso (cilindro de chumbo) não blindado

b) Fontes de nêutrons⁽¹²⁾:

Região dos imãs analisadores: $2,25 \times 10^{11}$ nêutrons/
segundo

Região do alvo: $2,5 \times 10^{10}$ nêutrons/segundo

c) Taxa de dose relativa ao "bremsstrahlung" por unidade de potência do feixe a um metro da fonte⁽³⁾:

Alvo espesso (direção 90° relativo ao feixe):

$$\dot{D} = 5 \times 10^3 \frac{\text{rad/h}}{\text{Kw/m}^2}$$

Alvo espesso (0° relativo à direção do feixe):

$$\dot{D} = 1,8 \times 10^6 \frac{\text{rad/h}}{\text{Kw/m}^2}$$

O resultado do cálculo em comparação com os valores medidos é mostrado nas tabelas 12 e 13, para nêutrons e gamas respectivamente. Desses resultados pode-se ver que a contribuição de cada fonte primária de radiação (região de análise do feixe e do alvo) é diferente para a sala de controle (representada pela DA-11) e para a região do portão (DA-18 e DA-19).

No primeiro caso a região de análise do feixe contribui com somente 30% do nível de radiação, quer para nêutrons, quer para gamas, sendo o restante proveniente do feixe analisado incidente no alvo.

Para a área do portão o maior responsável pelo nível de radiação gama, tanto direta como espalhada, é a região dos eletroímãs analisadores e o responsável pelo nível, devido a nêutrons é o alvo.

Fica também evidente nestes resultados a importante contribuição da radiação espalhada. Tal situação pode ser acertada com blindagens locais nas fontes primárias. Deve também ser notado que no caso de radiação espalhada, o cálculo é muito impreciso (ver notas nas tabelas 12 e 13) para radiação gama e impraticável para nêutrons.

TABELA 12 - Níveis de radiação devido a nêutrons

Local	Nível de radiação (mrem/h) calculado				Total	
	Devido à região dos eletroímãs		Devido a região do feixe analisado			
	Direta	Espalhada ^(a)	Direta	Espalhada ^(a)	Calculado	Medido
DA.11 Prox. es- cada	2,22	?	6,34	?	8,54	9,87
DA-18 Junto ao portão	0,21	?	14,10	?	14,31	81,24
DA-19 Calçada frente portão	-	?	4,00	?	4,00	9,99

(a) O cálculo da radiação espalhada, no caso de nêutrons, não pode ser feito de uma maneira simples como para a radiação gama. Os múltiplos espalhamentos, a geometria complexa da instalação e a variação do espectro de ponto a ponto e ao longo do tempo (termalização) inviabilizam uma estimativa mesmo da ordem de grandeza. Neste caso cálculos por Monte Carlo são aplicáveis.

TABELA 13 - Níveis de radiação devido a gamas.

Local	Níveis de radiação (mrem/h) calculado				Total (mrem/h)	
	Devido a região dos eletroímãs		Devido a região do feixe analisado			
	Direta	Espalhada	Direta	Espalhada	Calculado	Medido
DA-11 Prox. es- cada	6,33	0,43	11,11	5,51	23,38	16,59
DA-18 Junto ao portão	130	7,22	14	-	151,22	170,99
DA-19 Calçada frente ao portão	-	0,80 ^(a)	4	0,70 ^(a)	5,50	17,92 ^(b)

(a) Os valores para a radiação espalhada, no lado externo do prédio, são meramente estimativos e servem somente para dar idéia da contribuição de cada fonte. Neste caso só foram calculados os níveis devido ao espalhamento nas paredes próximas as fontes. Os demais espalhadores e o espalhamento na atmosfera não foram calculados devido a sua complexidade e inexatidão.

(b) Presume-se que a maior contribuição neste ponto é o da radiação espalhada por outras fontes não calculadas (ver item anterior).

4 - RECOMENDAÇÕES

São dadas a seguir recomendações sobre o uso da máquina, normas de procedimento e providências administrativas que visam provisoriamente, reduzir os riscos de exposição até que sejam construídas blindagens mais efetivas que as existentes. As novas blindagens são discutidas no final desta seção.

É importante se observar que estas recomendações não re solvem definitivamente os problemas de segurança deste laborató - rio. Elas reduzem os riscos de exposição a valores aceitáveis numa situação transitória, até que as providências definitivas sejam concluídas.

4.1 - Restrições operacionais

4.1.1 - Feixe direto

Não há qualquer restrição para uso do feixe direto, com corrente na ordem de $1\mu\text{A}$, e em qualquer energia, pois todos os níveis são seguros.

4.1.2 - Feixe analisado em alvo fino.

É recomendável que sempre seja usado o copo de Faraday, pois este funciona como um parador de feixe e oferece uma blindagem parcial.

Para esta condição de operação todos os locais tem níveis abaixo dos máximos permissíveis, com exceção à DA-11 (sala de controle próximo à escada) e a DA-19 (calçada em frente ao portão da sala de alvos). Para a DA-11 as providências sugeridas no item 4.3 serão suficientes. Para a DA-19, admitindo-se que é um local de trânsito, associamos a esta posição um fator de permanência $1/16$ (como sugerido pelo NCRP)⁽³⁾, que resulta num máximo permissível de referência de 4 mrem/h , para operação em regime de 40 horas semanais.

Dessa forma, para atender a condição restritiva da DA-19, para operação com feixe analisado (corrente de $0,3\mu\text{A}$) sugere-se as seguintes limitações de tempo:

- a) $E = 30 \text{ MeV}$: 32 horas semanais de atuação do feixe.
- b) $E = 45 \text{ MeV}$: 24 horas semanais de atuação do feixe.
- c) $E = 60 \text{ MeV}$: 16 horas semanais de atuação do feixe.

O tempo acima poderá ser dilatado proporcionalmente à diminuição da corrente.

É, porém, aconselhável que na programação das irradiações se combine na mesma semana as irradiações com $E > 30 \text{ MeV}$ com aquelas que se utilizam de baixa energia ou baixa corrente.

A utilização de alvos espessos no feixe analisado ($i > 0,1\mu\text{A}$) deve ser proibida, salvo estritamente necessário. Esta irradiação deve ser feita por curto tempo, preferivelmente em datas e horários de pouca permanência de pessoas no laboratório e combinada em épocas de inatividade da máquina ou de utilização em baixa energia e corrente.

4.2 - Normas de procedimento

Além das normas de procedimento, que já são do conhecimento dos usuários e usualmente praticadas pelos operadores, é importante se enfatizar:

- a) só deverão permanecer na sala de controle e demais dependências do prédio do acelerador as pessoas diretamente envolvidas na irradiação, sendo expressamente proibido a entrada de menores de 18 anos. Provi -

dências administrativas devem ser tomadas neste sentido.

- b) Fazer monitoração de radiação gama e nêutrons (ver apêndices para interpretação rápida da leitura dos monitores) antes de permanecer num determinado local do prédio do acelerador.
- c) Não permanecer na sala de vácuo para irradiações com feixe analisado na energia de 30 MeV ou mais.
- d) Não acessar a área dos eletroímãs logo após a utilização da máquina .
- e) Lavar (limpeza por via úmida; não varrer!) periodicamente o labirinto para evitar que se forme a longo prazo contaminação removível de longa vida. Esta sugestão parece em princípio muito conservativa, mas convém lembrar que os limites legais de contaminação de superfícies são muito baixos⁽¹¹⁾. Não deixar quaisquer objetos e entulhos na linha do feixe, mantendo a maior área livre possível.

4.3 - Providências administrativas e materiais.

São providências que deverão ser tomadas pela direção do estabelecimento:

- a) Prevenir e impedir o acesso de pessoas não envolvidas nas irradiações (e portanto desavisadas), no prédio do acelerador durante a operação. Proibir a entrada de menores de 18 anos sob qualquer hipótese. Sugere-se o uso de um balcão na entrada, fixação de

avisos e um livro de registro de movimento (ou coisas similares).

b) Afixar avisos nos seguintes locais:

- porta do prédio do acelerador: "área sujeita a radiação, acesso somente a pessoas envolvidas no trabalho".

- labirinto: "área sujeita à radiação e contaminação radioativa; ao deixar este local limpe os pés e lave as mãos".

- portão: "acelerador linear, área sujeita à radiação, não permaneça neste local desnecessariamente".

c) Cercar o prédio do acelerador, envolvendo a maior área possível, a fim de evitar a permanência de pessoas em áreas de alto nível de irradiação durante a operação da máquina. São locais críticos: o teto do prédio e a entrada junto ao portão da sala de alvos. Devem ser mantidas chaves com o operador.

d) Interditar região da sala de controle junto à escada que dá acesso à sala de alvos. Sugere-se a elevação de uma parede provisória. Tal parede ajudaria inclusive, em parte, a reduzir os níveis na sala de controle .

e) Blindar as "janelas" para a sala dos moduladores que existem na sala de controle. São os quadros de chaves elétricas montados em aberturas da parede. Na altura destes quadros o nível de raios X e gama é alto; bastando revesti-los de placas de chumbo ou blocos

de concreto.

- f) Corrigir o problema de choque do feixe com a estrutura na região entre as duas secções aceleradoras , pois esta consiste de uma fonte de radiação indesejável.
- g) Aquisição de uma câmara de ionização para a monitoração pois, os contadores tipo Geiger Müller apresentaram-se completamente saturados para níveis acima de 3,5 mR/h devido ao efeito da pulsação. Deve ser mantido também na posição do operador uma câmara de ionização para medida integrada (tipo Radocon II da Victoreen existente no IFUSP) e as leituras serem registradas pelo operador. O mesmo deveria ser feito para nêutrons (método a ser estudado).

4.4 - Blindagens

Conforme já discutido na introdução do presente trabalho, problemas de disponibilidade de espaço e características das instalações dificultam a construção de blindagens adequadas de forma que, as soluções aqui sugeridas são as mais razoáveis nestas condições. Mesmo dentro da filosofia de aproveitar as blindagens já existentes e evitar obras civis, a sua execução requererá algumas alterações na instalação e possivelmente em componentes do acelerador.

Assim sendo se faz necessário para a elaboração do projeto final o envolvimento do pessoal de operação, manutenção e usuários do acelerador.

DOSIMETRIA DE ÁREA NO LABORATÓRIO DO ACE-
LERADOR LINEAR DO IFUSP.

ERRATA

<u>Página</u>	<u>Correção</u>
15	Na Figura 4, o fator F_2 (eixo das ordenadas) deve ser multiplicado por 10^{-1} .
21	Tabela 5: nas colunas 2 e 3, onde se lê E leia-se \bar{E} .
35	No início do último parágrafo, onde se lê <u>Sendo</u> leia-se <u>Segundo</u> .
94	Tabela III-2, na 2a. e 4a. colunas, não considerar as vírgulas.

Em todo o texto, onde estiver escrito dose equivalente leia-se taxa de dose equivalente.

O princípio básico para tal projeto consiste em:

- a) blindar as fontes primárias (região de análise do feixe e terminação do feixe analisado) o mais eficientemente possível a fim de reduzir a radiação direta e a espalhada. A redução da radiação espalhada é muito importante uma vez que as blindagens da instalação (isto é, dos pontos críticos: portão e sala de controle) precisariam ter sua altura e extensão muito aumentadas para melhor eficiência.
- b) sendo a solução anterior não completamente satisfatória, blindagens adicionais devem ser colocadas para proteger os locais acessíveis às pessoas durante a operação.

As nossas sugestões se resumem nos seguintes itens:

1. Região dos imãs analisadores:

- a) tapar buraco existente na parede (utilizado eventualmente para alinhamento do tubo) com um plug de concreto ou chumbo.
- b) revestir internamente com tijolos de chumbo (espessura da parede ~ 10cm), blocos de concreto (~ 30 a 40cm) e manter as placas de parafina existentes. Aumentar para 1m ou mais as blindagens provisórias colocadas na parte externa da parede que dá para o salão de alvos.

2. Terminação do feixe:

Melhorar a blindagem do copo de Faraday com pelo menos uma camada décimo redutora (por exemplo 30-40 cm de concreto) nas laterais e no fundo. A camada do

fundo deve ser um pouco mais espessa ou reforçada com chumbo internamente.

3. Blindagens provisórias na região do alvo:

Devem ser complementadas por mais uma camada de 40cm de concreto em espessura e estendidas até a altura de 2,5m de acordo com plano inicial.

4. Caverna da estrutura aceleradora.

Entre a cobertura da caverna (blocos de concreto com espessura de 45cm) e o piso do pavimento superior, há uma fina camada de concreto (~ 20cm de espessura), com ~ 40cm de largura que se estende desde a região do canhão até os eletroímãs. Deve ser complementada com pelo menos 25cm de concreto, com o cuidado especial de colocar-se contrapeso e apoios, uma vez que a sustentação do peso já existente parece bastante crítica.

5. Levantar blindagem para a sala de controle conforme indicado na figura 14 com blocos de concreto. As paredes devem ir à maior altura possível e ter espessura de 30 a 40cm. Especialmente junto à sala de vácuo e a região junto à escada na sala de controle, deve-se usar a maior espessura. Uma solução alternativa seria transferir parte do painel de controle para a área da copa e banheiro. Isto dispensaria as blindagens porém a área da atual sala de controle, sala de vácuo e sala do Sr. Juarez ficariam interditadas durante a operação da máquina nas condições restritivas (ver item 4.1).

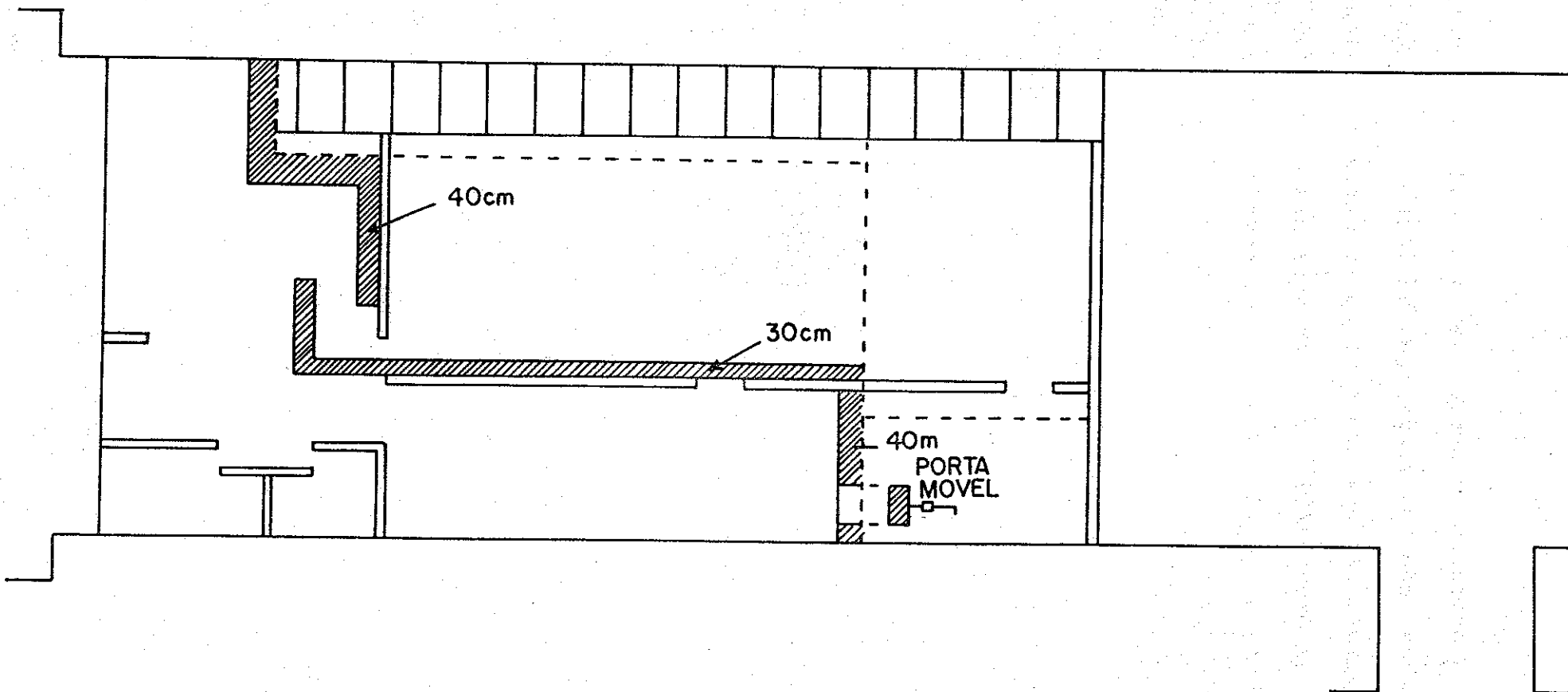


Figura 14 - Blindagens para a sala de controle.

5 - CONCLUSÃO

A operação do acelerador nas condições atuais, embora não satisfaça todos os requisitos básicos de proteção radiológica, não é perigosa, não devendo contudo se estender ao longo do tempo.

As providências recomendadas neste relatório assegurarão o cumprimento das normas legais, bem como colocarão a instalação em condições satisfatórias de operação dentro da filosofia discutida no item 3.4.

REFERÊNCIAS

1. I.D. Goldman; "Proposta de um novo acelerador de elétrons" , Boletim Informativo SBF, 2 (1982) 10.
2. Y. Miyao e J.C. Acquadro; "Projetos em andamento na área de instrumentação e métodos - fontes (acelerador, reatores e outras fontes), V Reunião de Trabalho em Física Nuclear no Brasil, Set./82, Itatiaia, Rev. Bras. de Física, vol. Especial , (1982) 62.
3. W.P. Swanson; "Radiological safety aspects of the operation of electron linear accelerators" , Tech. Rep. Series nº 188, IAEA, Vienna (1979).
4. O.L. Gonzalez, L.S. Yanagihara, V.L.C.P. Veissid e S.B. Herdade; "Efeitos do fator de trabalho (Duty Factor) na monitoração da radiação em aceleradores pulsados", painel apresentado na VI Reunião de Trabalho sobre Física Nuclear no Brasil, 4-7/setembro, 1983, Itatiaia.
5. O.L. Gonzalez, L.S. Yanagihara, V.L.C.P. Veissid e S.B. Herdade; "Estudo experimental da perda de contagem em uma câmara de

ionização em campos de radiação pulsada", Nota Técnica (a ser publicada), IEAv/CTA, São José dos Campos.

6. O.L. Gonzalez, L.S. Yanagihara, V.L.C.P. Veissid e S.B. Herdade; "Detecção de nêutrons pulsados por um contador proporcional revestido de boro e envolvidos em moderadores de parafina", Nota Técnica (a ser publicada), IEAv/CTA, S.J. dos Campos.
7. L.S. Yanagihara, O.L. Gonzalez, V.L.C.P. Veissid e S.B. Herdade; "Determinação da energia média dos nêutrons nas irradiações do acelerador linear de elétrons do IFUSP", painel apresentado na VI Reunião de Trabalho sobre Física Nuclear no Brasil, 4-7/Setembro, 1983, Itatiaia.
8. L.S. Yanagihara, O.L. Gonzalez, V.L.C.P. Veissid e S.B. Herdade; "Medidas preliminares da meia vida dos nêutrons em moderadores cilíndricos de parafina", Nota Técnica NT 008/83, IEAv / CTA, S.J. dos Campos (1983).
9. R. Wallace, B.J. Moyer, H.W. Patterson, A.R. Smith e L.D. Stephens; "The Dosimetry of High - Energy Neutrons Produced by 6.2 GeV Protons Accelerated in the Bevatron", in Proceedings of Selected Topics in Radiation Dosimetry (IAEA, Vienna, 1961).
10. A Legislação Brasileira adota as recomendações do ICRP. ver normas básicas da CNEN; Resolução CNEN 3/73, publicada no DOU em 19/09/73.
11. O.L. Gonzalez; "Proteção radiológica (I): Aspectos Fundamentais", Nota Técnica NT.../83, IEAv/CTA, S.J. dos Campos (1983).
12. O.L. Gonzalez; "Produção de nêutron em alvos espessos por elétrons de energia de 30 a 200 MeV", Nota Técnica NT 016/81, IEAv/CTA, S.J. Campos (1981).

APÊNDICE IMAPAS DE MONITORAÇÃO

Neste apêndice estão contidos os mapas de monitoração de área que serviram de base para a elaboração deste relatório. Tais mapas correspondem a uma amostragem significativa dos inúmeros levantamentos que foram feitas neste laboratório, em diversas situações de operação, antes e depois das blindagens.

A fim de representar as condições mais comuns de uso da máquina, foram separados em três grupos.

1. Operação com feixe analisado incidindo em um alvo espesso (tarugo de material de alto número atômico).
2. Operação com feixe analisado incidindo em um alvo fino (espessura de décimos de comprimento de radiação), seguido do copo de Faraday.
3. Operação com feixe direto, incidindo em um alvo fino, seguido de um bloco de alumínio (copo de Faraday), colocados na região dos eletroimãs.

Para os locais mais representativos os resultados dos mapas foram normalizados a uma mesma corrente do acelerador.

Resumo das monitorações com feixe analisado s/ alvo espesso (nióbio e chumbo), antes das blindagens, normalizado para a corrente de $0,3 \mu A$ na energia de 30 MeV.

DA	Local	Mapa A8 (alvo nióbio)				Mapa A9 (alvo de chumbo)			
		Gamas	N.T.	N.R.	Total	Gamas	N.T.	N.R.	Total
8	Sala do Juarez	1,21	0,01	0,21	1,43	0,31	0,02	0,11	0,44
11	Sala de controle prox. escada	28,52	1,30	7,60	37,42	35,08	2,49	7,91	45,48
14	Local do operador	3,69	0,12	0,42	4,23	0,97	0,20	0,37	1,54
18	Portão da sala de alvos	214,77	4,35	98,26	317,38	189,60	4,98	49,03	243,61
19	Calçada frente ao portão da sala de alvos	37,28	0,29	12,55	50,12	38,59	0,25	4,91	43,75
21	Calçada (esquina)	1,52	0,03	0,21	1,76	0,75	0,03	0,11	0,89
24	Biblioteca/eletrônica/sala de medidas	0,75	0,04	0,07	0,86	0,28	0,02	0,02	0,32
28	Lage (centro) do prédio do acelerador	37,28	0,17	2,81	40,26	9,49	0,10	2,16	11,75

Idem, Idem, 60 MeV (alvo de chumbo)

DA	Local	Mapa A10			
		Gamas	N.T.	N.R.	Total
8	Sala do Juarez	1,44	0,24	3,22	4,90
11	Sala de contr. prox. escada	51,04	4,81	28,90	84,75
14	Local do operador	3,40	1,20	1,51	6,11
18	Portão da sala de alvos	386,48	24,06	136,82	547,36
19	Calçada frente ao portão da sala de alvos	70,34	2,41	43,10	115,85
21	Calçada (esquina)	1,30	0,15	1,60	3,05
24	Biblioteca/eletrônica/sala de medidas	0,51	0,14	0,29	0,94
28	Lage (centro) do prédio do acelerador	23,49	0,72	6,60	30,81

CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO:

INSTITUTO DE FÍSICA
 PEIXE ANALISADO SOBRE ALVO ESPESSE DE CUMBER
 ENERGIA: 50.
 CORRENTE: 260
 TAXA DE POSICIONAMENTO: 50.

DATA: 03.07.63

PAG: 1

Mapa A10

DETECTOR GAMA: 400.440 DA VICTOREEN

DETECTOR DE NEUTRONS: 400.440-A DA VICTOREEN

* POSICAO *	* LOCAL DE MONITORAÇÃO *	* ENERGIA-MEDIA (MEV) *	* TAXA DE DOSE EQUIVALENTE (REM/H) *			
* (DA) *			* GAMA *	* NEUTRONS *	* TOTAL *	
* 8 *	*SALA DO JIAPPEZ *	* .40000 * .370200 *	* 1.1524 *	* .1925 *	* 2.6772 *	* 3.9271 *
* 9 *	*SALA DO VACUO *	* .40000 * .370200 *	* 5.3233 *	* .4100 *	* 4.3239 *	* 10.0572 *
* 10 *	*QUADRO DE AVISO DA SALA DE CONTROLE *	* .30000 * .070200 *	* .6154 *	* .1203 *	* .4336 *	* 1.1693 *
* 11 *	*SALA DE CONTROLE - PROXIMO A ESCADA *	* .50000 * .370200 *	* 40.4359 *	* 3.8500 *	* 23.1195 *	* 67.4054 *
* 12 *	*MESA ENTRE A PORTA E O PAINEL DE CONTROLE *	* .30000 * .070200 *	* 5.5152 *	* .4091 *	* 1.0948 *	* 7.1190 *
* 14 *	*LOCAL DE OPERAÇÃO *	* .30000 * .070200 *	* 2.7203 *	* .9625 *	* 1.2063 *	* 4.8891 *
* 15 *	*MESA ENTRE A ESCADA E O PAINEL DE CONTROLE *	* .40000 * .370200 *	* 5.2138 *	* 2.4063 *	* 6.2875 *	* 15.0076 *
* 17 *	*MESA PERTO DA PORTA DA SALA DE CONTROLE *	* .30000 * .070200 *	* .9342 *	* .2889 *	* .6422 *	* 1.7655 *
* 18 *	*ENCOSTADO AO PORTAO DE FERRO DA SALA DE ALVOS *	* .50000 * .460000 *	* 309.1827 *	* 19.2500 *	* 109.4558 *	* 437.8885 *
* 19 *	*CALCADA EM FRENTE AO PORTAO DE FERRO *	* .50000 * .460000 *	* 55.2754 *	* 1.9250 *	* 34.4578 *	* 92.6582 *
* 20 *	*CALCADA A ESQUERDA DA POSICAO DA-19 *	* .30000 * .370200 *	* 1.4356 *	* .3123 *	* 3.4476 *	* 5.2461 *
* 21 *	*CALCADA A DIREITA DA POSICAO DA-19 *	* .40000 * .370200 *	* 1.0432 *	* .1203 *	* 1.2522 *	* 2.4457 *
* 22 *	*CALCADA PERPENDICULAR DA POSICAO DA-19 *	* .40000 * .370200 *	* .5106 *	* .0722 *	* .4534 *	* 1.4362 *
* 23 *	*BIBLIOTECA (30 CM DA PAREDE) *	* .30000 * .070200 *	* .1004 *	* .0770 *	* .1079 *	* .2853 *
* 24 *	*SALA DE MEDIDAS (30 CM DA PAREDE) *	* .30000 * .070200 *	* .5106 *	* .0953 *	* .2161 *	* .9230 *
* 25 *	*SALA DA ELETRONICA (30 CM DA PAREDE) *	* .30000 * .070200 *	* .4048 *	* .1644 *	* .2595 *	* .8347 *
* 26 *	*PASSAGEM PARA O PORTAO DE ACCELERADOR *	* .30000 * .070200 *	* .3038 *	* .0770 *	* .2161 *	* .5969 *
* 27 *	*NA LAJE SOBRE O LOCAL DE OPERAÇÃO *	* .50000 * .460000 *	* .7210 *	* .1584 *	* 2.0910 *	* 2.9695 *
* 28 *	*NA LAJE NO CENTRO DO PREMIO *	* .50000 * .460000 *	* 19.7220 *	* .5775 *	* 5.2798 *	* 24.5803 *
* 29 *	*NA LAJE SOBRE O ALVO (PEIXE ANALISADO) *	* .50000 * .460000 *	* 309.1827 *	* 5.2938 *	* 47.5455 *	* 362.0219 *

CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO: MONITORADO DE 2000
 VELOCIDADE DE 1000 RPM
 ENERGIA: 500 W
 CORRENTE: 2,5 A
 TAXA DE PULSAÇÃO: 5%
 DATA: 14.05.80
 LOCAL: 1
 DIRETOR: GAMA: 100.440 DA VICTORREN
 DETECTOR DE NEUTRONS: 400-4 DA VICTORREN

POSICÃO (DA)	LOCAL DE MONITORAÇÃO	NEUTRONS	TAXA DE DOSE EQUIVALENTE (RPM/H)	TOTAL
8	*SALA DO JIBREZ	.40000 * .140100	.5333 * .0193 * .1074	.4900 *
9	*SALA DO VAGUE	.40000 * .140100	.7210 * .0395 * .2151	.9746 *
10	*QUADRO DE AVISIO DA SALA DE CONTROLE	.30000 * .050100	.3033 * .0193 * .0351	.3522 *
11	*SALA DE CONTROLE - PROXIMO A ESCADA	.40000 * .140100	33.3024 * 2.4063 * 7.5447	43.2534 *
13	*MESA ENTRE A PORTA E O PAINEL DE CONTROLE	.30000 * .050100	1.1524 * .0574 * .1407	1.3505 *
14	*LOCAL DO OPERADOR	.30000 * .050100	.3349 * .1425 * .3523	1.4897 *
15	*MESA ENTRE A ESCADA E O PAINEL DE CONTROLE	.40000 * .140100	5.0363 * .6296 * 1.8164	7.4805 *
17	*MESA PERTO DA PORTA DA SALA DE CONTROLE	.30000 * .050100	.3033 * .0574 * .0527	.4134 *
18	*ENCOSTADO AO PORTAL DE FERRA DA SALA DE ALMOZARDO	.50000 * .440000	143.2792 * 4.8125 * 47.3455	195.4372 *
19	*CALCADA EM FRENTE AO PORTAL DE FERRA	.50000 * .440000	37.3049 * .2435 * 4.7449	42.2933 *
20	*CALCADA A ESQUERDA DA POSICAO DA-19	.40000 * .140100	.7210 * .0395 * .2151	.9746 *
21	*CALCADA A DIREITA DA POSICAO DA-19	.40000 * .140100	.7210 * .0395 * .2151	.9746 *
22	*CALCADA PERPENDICULAR DA POSICAO DA-19	.40000 * .140100	.7210 * .0395 * .2151	.9746 *
23	*BIBLIOTECA (30 CM DA PAREDE)	.30000 * .050100	.2317 * .0241 * .0088	.2646 *
24	*SALA DE MEDIDAS (30 CM DA PAREDE)	.30000 * .050100	.3033 * .0395 * .0395	.3823 *
25	*SALA DA ELETRONICA (30 CM DA PAREDE)	.30000 * .050100	.3033 * .0193 * .0351	.3522 *
27	*NA LAJE SOBRE O LOCAL DO OPERADOR	.50000 * .440000	.1184 * .0230 * .4180	1.0603 *
28	*PASSAGEM PARA O PERIOLO DE ACHELIADOR	.30000 * .050100	.3333 * .0193 * .0351	.3875 *
29	*NA LAJE NO CENTRO DO PERIOLO	.50000 * .440000	7.1710 * .0943 * 2.0910	11.3563 *
29	*NA LAJE SOBRE O ALMOZARDO (FEIXE ANALISADO)	.50000 * .440000	267.3884 * 1.2031 * 22.2060	290.7975 *

CONDICIONES DE OPERACION: MONITORIAÇÃO DA AL-8
 FEIÇA ANALISADA NA ALVO EXPRESSO DE
 ENERGIA: 1.1
 COEFICIENTE: 1.1
 TAXA DE PULSAÇÃO: 120.

DATA: 10.02.82
 PÁG: 1
 DETECTOR GAMA: MOD. 440 DA VICTOREEN
 DETECTOR DE NEUTRONS: MOD. 440-A DA VICTOREEN

Mápa A8

* POSICAO * (JA)	LOCAL DE MONITORAÇÃO	* DISTANCIA (CM) *		* TAXA DE DOSE EQUIVALENTE (REM/HR) *			
		* SUPERFICIES (MEV) *	* TUBOS *	* N. TERMICOIS *	* N. RAPIDOS *	TOTAL	
* 8 *	*SALA DO JUAZÉ*	* .40000 *	* .140100 *	* .4034 *	* .0048 *	* .0716 *	* .4798 *
* 9 *	*SALA DO VACIO*	* .40000 *	* .140100 *	* 1.5483 *	* .0193 *	* .2149 *	* 1.7824 *
* 10 *	*QUADRO DE AVISO DA SALA DE CONTROLE*	* .30000 *	* .050100 *	* .3019 *	* .0044 *	* .0185 *	* .3172 *
* 11 *	*SALA DE CONTROLE - PROXIMA A ESCADA*	* .40000 *	* .140100 *	* 3.5061 *	* .4331 *	* 2.5334 *	* 12.4746 *
* 13 *	*MESA ENTRE A PORTE E O PAINEL DE CONTROLE*	* .30000 *	* .050100 *	* 2.0264 *	* .0144 *	* .0527 *	* 2.1539 *
* 14 *	*LOCAL DO OPERADOR*	* .40000 *	* .140100 *	* 1.2305 *	* .0385 *	* .1406 *	* 1.4096 *
* 15 *	*MESA ENTRE A ESCADA E O PAINEL DE CONTROLE*	* .40000 *	* .140100 *	* 3.1972 *	* .2406 *	* 1.0786 *	* 4.5164 *
* 17 *	*MESA PERTO DA PORTA DA SALA DE CONTROLE*	* .30000 *	* .050100 *	* .7104 *	* .0241 *	* .0527 *	* .7871 *
* 18 *	*ENCOSTADO AO PORTAL DE FERRO DA SALA DE ALVES*	* .50000 *	* .460000 *	* 71.5693 *	* 1.4433 *	* 32.7535 *	* 105.7862 *
* 19 *	*CALCADA EM FRENTE AO PORTAL DE FERRO*	* .50000 *	* .460000 *	* 12.4277 *	* .0862 *	* 4.1821 *	* 16.7060 *
* 20 *	*CALCADA A ESQUERDA DA POSICAO DA-19*	* .40000 *	* .140100 *	* .5135 *	* .0241 *	* .1432 *	* .6808 *
* 21 *	*CALCADA A DIREITA DA POSICAO DA-19*	* .40000 *	* .140100 *	* .5053 *	* .0026 *	* .0716 *	* .5795 *
* 22 *	*CALCADA PERPENDICULAR DA POSICAO DA-19*	* .40000 *	* .140100 *	* .3019 *	* .0072 *	* .0179 *	* .3270 *
* 23 *	*BIBLIOTECA (30 CM DA PAREDE)*	* .30000 *	* .050100 *	* .2613 *	* .0026 *	* .0176 *	* .2755 *
* 24 *	*SALA DE MEDIDAS (30 CM DA PAREDE)*	* .30000 *	* .050100 *	* .3019 *	* .0144 *	* .0351 *	* .3514 *
* 25 *	*SALA DA ELETRONICA (30 CM DA PAREDE)*	* .30000 *	* .050100 *	* .2008 *	* .0193 *	* .0176 *	* .2376 *
* 26 *	*PASSAGEM PARA O PREDIO DO ACCELERADOR*	* .30000 *	* .050100 *	* .3019 *	* .0144 *	* .0351 *	* .3514 *
* 27 *	*NA LAJE SOBRE O LOCAL DO OPERADOR*	* .50000 *	* .460000 *	* .4134 *	* .0144 *	* .2078 *	* .6256 *
* 28 *	*NA LAJE NO CENTRO DO PREDIO*	* .50000 *	* .460000 *	* 12.4277 *	* .0578 *	* .9362 *	* 13.4216 *
* 29 *	*NA LAJE SOBRE O ALVO (FEIÇA ANALISADA)*	* .50000 *	* .460000 *	* 110.6072 *	* .6255 *	* 3.4879 *	* 120.7207 *

Resumo das monitorações com feixe analisado s/ alvo espesso de chumbo, depois das blindagens, normalizado para a corrente de $0,3\mu\text{A}$ na energia de 60 MeV.

DA	Local	Mapa D6			
		Gamas	N.T.	N.R.	Total
8	Sala do Juarez	1,17	0,14	1,20	2,51
11	Sala de controle prox. a escada	16,59	2,22	9,87	28,68
14	Local do operador	1,89	0,44	1,56	3,89
18	Portão da sala de alvos	170,99	13,33	81,24	265,56
19	Calçada de frente ao portão da sala de alvos	17,92	1,11	9,99	29,02
21	Calçada (esquina)	0,70	0,06	0,40	1,16
24	Biblioteca/eletrônica/sala de medidas	0,54	0,07	0,21	0,82
28	Lage (centro) s/ prédio do acelerador	3,12	0,56	3,16	6,84

CONDICÕES DE OPERAÇÃO: MONITORAÇÃO DE ÁREA
 FEIXE ANALISADO EM ALVO ESPESSO DE
 ENERGIA: 60.
 CORRENTE: .130
 TAXA DE PULSAÇÃO: 60.

DATA: 16.09.83
 CHUMBO
 DETECTOR GAMA: MOD. 440 DA VICTOREEN

PAG: 1

Mapa D6

DETECTOR DE NEUTRON: MOD. 488-A DA VICTOREEN

* POSICAO * * (DA) *	* LOCAL DE MONITORAÇÃO *	* ENERGIA * MEIA (MEV) *	* TAXA DE DOSE EQUIVALENTE (REM/H) *					
* * *	* * *	* * *	* GAMAS *	* NEUTRONS *	* RAD. GAMA *	* N. TERMICOS *	* N. RAPIDOS *	* TOTAL *
* 8	* SALA DO JUAREZ	* .40000 *	* .241000 *	* .5106 *	* .0626 *	* .5191 *	* 1.0923 *	
* 9	* SALA DO VACUO	* .40000 *	* .241000 *	* 1.3736 *	* .1925 *	* 1.7424 *	* 3.3085 *	
* 10	* QUADRO DE AVISO DA SALA DE CONTROLE	* .30000 *	* .129000 *	* .4068 *	* .0433 *	* .2337 *	* .6838 *	
* 11	* SALA DE CONTROLE - PROXIMO A ESCADA	* .40000 *	* .241000 *	* 7.8015 *	* .9625 *	* 4.1199 *	* 12.8839 *	
* 13	* PORTA DA SALA DE CONTROLE (PROX. PAINEL)	* .30000 *	* .129000 *	* 2.7819 *	* .1444 *	* 1.0091 *	* 3.9353 *	
* 14	* LOCAL DO OPERADOR	* .30000 *	* .129000 *	* .8275 *	* .1925 *	* .6705 *	* 1.6905 *	
* 15	* MESA ENTRE A ESCADA E O PAINEL DE CONTROLE	* .40000 *	* .241000 *	* 4.0689 *	* .5294 *	* 2.9233 *	* 7.5215 *	
* 17	* MESA PERTO DA PORTA DA SALA DE CONTROLE	* .30000 *	* .129000 *	* .5106 *	* .0963 *	* .2337 *	* .8406 *	
* 18	* ENCRUSTADO AD PORTA DE FERRO DA SALA DE ALVOS	* .50000 *	* .180000 *	* 53.9447 *	* 5.7750 *	* 26.3492 *	* 86.0690 *	
* 19	* CALCADA EM FRENTE AD PORTA DE FERRO	* .50000 *	* .180000 *	* 8.4749 *	* .4813 *	* 4.1245 *	* 13.0807 *	
* 20	* CALCADA A ESQUERDA DA POSICAO DA-19	* .40000 *	* .241000 *	* .5106 *	* .0963 *	* .4613 *	* 1.0682 *	
* 21	* CALCADA A DIREITA DA POSICAO DA-19	* .40000 *	* .241000 *	* .3033 *	* .0241 *	* .1727 *	* .5006 *	
* 22	* CALCADA PERPENDICULAR DA POSICAO DA-19	* .40000 *	* .241000 *	* .2526 *	* .0168 *	* .1151 *	* .3846 *	
* 23	* BIBLIOTECA (30 CM DA PAREDE)	* .30000 *	* .129000 *	* .2917 *	* .0289 *	* .0667 *	* .2972 *	
* 24	* SALA DE MEDIDAS (30 CM DA PAREDE)	* .30000 *	* .129000 *	* .2917 *	* .0289 *	* .1000 *	* .3306 *	
* 25	* SALA DA ELETRONICA (30 CM DA PAREDE)	* .30000 *	* .129000 *	* .3033 *	* .0385 *	* .1000 *	* .4423 *	
* 26	* PASSAGEM PARA O PREDIO DO ACELERADOR	* .30000 *	* .129000 *	* .2017 *	* .0241 *	* .1000 *	* .3258 *	
* 27	* NA LAJE SOBRE O LOCAL DO OPERADOR/SALA JUAREZ	* .50000 *	* .180000 *	* .9349 *	* .0626 *	* .2674 *	* 1.2649 *	
* 28	* NA LAJE NO CENTRO DO PREDIO	* .50000 *	* .180000 *	* 14.8063 *	* .2406 *	* 1.3477 *	* 16.3946 *	
* 29	* NA LAJE SOBRE O ALVO (FEIXE ANALISADO)	* .50000 *	* .180000 *	* 162.5875 *	* 1.9731 *	* 10.0192 *	* 174.5799 *	

Resumo das monitorações com feixe analisado de 30 MeV antes das blindagens normalizado para corrente de 0,3 μ A.

DA	Local	Mapa A1 Feixe analisado s/ fls finas de tantaló + copo de Faraday				Mapa A2 Feixe analisado s/ alvo fino de chumbo				Mapa A3 Feixe analisado no copo de Faraday			
		Gama	N.T.	N.R.	Total	Gama	N.T.	N.R.	Total	Gama	N.T.	N.R.	Total
8	Sala do Juarez	0,53	0,02	0,07	0,62	0,91	0,02	0,11	1,04	0,20	0,01	0,03	0,24
11	Sala de operação prox, escada	2,84	0,19	0,94	3,97	26,45	0,72	4,32	31,49	1,49	0,07	0,36	1,92
14	Local do operador	0,67	0,04	0,07	0,78	3,06	0,12	0,26	3,44	0,20	0,01	0,04	0,25
18	Portão da sala de alvos	55,43	1,57	11,13	68,13	323,67	1,59	28,46	353,72	16,11	0,34	3,68	20,13
19	Calçada frente ao portão	16,02	0,06	2,18	18,26	66,28	0,14	5,00	71,42	1,04	0,02	0,52	1,58
21	Calçada (esquina)	0,13	0,01	0,02	0,16	0,91	0,01	0,04	0,96	0,10	0,00	0,01	0,11
24	Sala de medidas/ Bibl./eletrônica	0,09	0,01	0,01	0,11	0,30	0,02	0,01	0,33	0,00	0,00	0,01	0,01
28	Lage (centro) do acelerador	11,28	0,03	0,27	11,58	24,43	0,09	1,25	25,77	4,89	0,01	0,10	5,00

Idem, Idem a 45 MeV

DA	Local	Mapa A4 Feixe analisado c/ 2 fls. finas de tântalo			
		Gama	N.T.	N.R.	Total
8	Sala do Juarez	0,72	0,08	0,61	1,41
11	Sala do operador prox. escada	7,80	0,38	2,77	10,95
14	Local do operador	0,83	0,14	0,32	1,29
18	Encostado ao portão da sala de alvos	172,92	2,41	34,46	209,79
19	Calçada em frente ao portão da sala de alvos	23,02	0,14	4,21	27,37
21	Calçada (esquina)	0,20	0,01	0,06	0,27
24	Sala de medidas/Bibl./eletrônica (média)	0,10	0,01	0,01	0,12
28	Lage (centro) do prédio do acelerador	-	-	-	-

Idem, Idem a 60 MeV

DA	Local	Mapa A5 Feixe analisado s/ fls. finas de tântalo				Mapa A6 Feixe analisado incidindo no ar (sem copo de Faraday)				Mapa A7 Feixe analisado incidindo no copo de Faraday			
		Gama	N.T.	N.R.	Total	Gama	N.T.	N.R.	Total	Gama	N.T.	N.R.	Total
8	Sala do Juarez	0,93	0,24	2,36	3,53	0,69	0,13	1,36	2,18	1,19	0,15	1,77	3,11
11	Sala do operação prox escada	11,41	0,60	5,50	17,51	6,84	0,46	3,58	10,88	12,70	0,52	4,93	18,15
14	Local do operador	1,26	0,26	0,66	2,18	0,76	0,16	0,33	1,25	1,42	0,17	0,34	1,93
18	Encostado ao portão da sala de alvos	172,92	3,85	34,46	211,23	122,43	2,60	28,58	153,61	51,02	3,24	29,20	83,46
19	Calçada frente ao portão	21,58	0,14	3,15	24,87	12,95	0,23	4,79	17,97	3,80	0,35	4,36	8,51
21	Calçada (esquina)	0,51	0,01	0,09	0,61	0,12	0,01	0,11	0,24	0,21	0,01	0,09	0,31
24	Sala de medidas/ele- trônica/biblioteca	0,18	0,02	0,03	0,23	0,10	0,01	0,03	0,14	0,10	0,02	0,03	0,15
28	Lage (centro) prédio acelerador	12,90	0,13	1,04	14,07	11,28	0,10	1,57	12,95	-	-	-	-

MONITORAÇÃO DE ÁREA DATA: 21/01/71
 CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO: FEIXE ANALISADO 37 EL DE TAVIALO + CPOB DE FARADAY 1
 ENERGIA: 30. DETECTOR GAMMA: MDD. 440 - VICTOREEN
 CORRENTE: 220. DETECTOR DE NEUTRONS: MDD. 485-A - VICTOREEN
 TAXA DE PULSAÇÃO: 60.

* POSICAO (JA)	* LOCAL DE MONITORAÇÃO	* ENERGIA (MEV)	* TAXA DE DOSE EQUIVALENTE (RPM/HR)
		* GAMMAS * NEUTRONS	* RAD. GAMA * N. TERMICOS * N. RAPIDOS * TOTAL
* 8	* SALA DO JUAREZ	* .40000* .140100	* 1.4068 * .0144 * .0537 * .4749 *
* 9	* SALA DO VACUO	* .40000* .140100	* 1.5236 * .0241 * .1254 * 1.7490 *
* 10	* QUADRO DE AVISO DA SALA DE CONTROLE	* .30000* .050100	* .2017 * .0072 * .0088 * .2177 *
* 11	* SALA DE CONTROLE - PROXIMO A ESCADA	* .40000* .140100	* 2.1773 * .1444 * .7202 * 3.0424 *
* 13	* MESA ENTRE A PORTA E O PAINEL DE CONTROLE	* .30000* .050100	* 1.2428 * .0168 * .0253 * 1.3057 *
* 14	* LOCAL DO OPERADOR	* .30000* .050100	* .6105 * .0249 * .0527 * .5922 *
* 15	* MESA ENTRE A ESCADA E O PAINEL DE CONTROLE	* .40000* .140100	* 1.1524 * .1203 * .2470 * 1.5547 *
* 17	* MESA PERTO DA PORTA DA SALA DE CONTROLE	* .30000* .050100	* .2526 * .0076 * .0176 * .2798 *
* 18	* ENCOSTADO AO PORTAO DE FERRO DA SALA DE ALVARO	* .50000* .450000	* 47.4990 * 1.2031 * 8.5323 * 52.2344 *
* 19	* CALCADA EM FRENTE AO PORTAO DE FERRO	* .50000* .450000	* 12.2758 * .0481 * 1.5706 * 13.9945 *
* 20	* CALCADA A ESQUERDA DA POSICAO DA-19	* .40000* .140100	* .1094 * .0144 * .0715 * .1865 *
* 21	* CALCADA A DIREITA DA POSICAO DA-19	* .40000* .140100	* .1094 * .0048 * .0175 * .1231 *
* 22	* CALCADA PERPENDICULAR DA POSICAO DA-19	* .40000* .140100	* .1094 * .0048 * .0175 * .1231 *
* 23	* AJUSTEICA (30 CM DA PAREDE)	* .30000* .050100	* .1094 * .0024 * .0088 * .1116 *
* 24	* SALA DE MEDIDAS (30 CM DA PAREDE)	* .30000* .050100	* .0501 * .0048 * .0053 * .0602 *
* 25	* SALA DA ELETRONICA (30 CM DA PAREDE)	* .30000* .050100	* .0501 * .0048 * .0053 * .0602 *
* 26	* PASSAGEM PARA O PREDIO DO ACELERADOR	* .30000* .050100	* .1094 * .0048 * .0053 * .1105 *
* 27	* NA LAJE SOBRE O LOCAL DO OPERADOR	* .50000* .450000	* 2.4597 * .0072 * .0619 * 2.7142 *
* 28	* NA LAJE NO CENTRO DO PREDIO	* .50000* .450000	* 3.6468 * .0241 * .2079 * 6.8789 *
* 29	* NA LAJE SOBRE O ALVO (FEIXE ANALISADO)	* .50000* .450000	* 11.4055 * .1684 * 2.0910 * 13.6660 *

64.

CONDICIONES DE OPERACION: MONITORIAO DE AREA
 FEIXE ANALISADO: 57 ALVO FIM DE CHUMBO
 ENERGIA: 30.
 CORRENTE: 200
 TAXA DE PULSACAO: 120.

DATA: 1
 PAC: 1
 DETECTOR GAMMA: MOD. 440 - VICTOREEN
 DETECTOR DE NEUTRON: MOD. 480-A - VICTOREEN

Mapa A2

* POSICAO (DA) *	* LOCAL DE MONITORIAO *	* ENERGIA * MEDIA (MEV) *	* TAXA DE DOSE EQUIVALENTE (RPM/4) *
* * *	* * *	* GAMAS * NEUTRONS *	* RAD. GAMA * N. TERMICOS * N. RAPIDOS * TOTAL *
* 8 *	* SALA DO JUAREZ *	* .40000* .140100 *	* .3019 * .0072 * .0358 * .3449 *
* 9 *	* SALA DO VACUO *	* .40000* .140100 *	* 2.7473 * .0144 * .0715 * 2.8333 *
* 10 *	* QUADRO DE AVISO DA SALA DE CONTROLE *	* .30000* .050100 *	* .4034 * .0048 * .0098 * .4170 *
* 11 *	* SALA DE CONTROLE - PROXIMO A ESCADA *	* .30000* .140100 *	* 9.8157 * .2406 * 1.4405 * 10.4968 *
* 13 *	* MESA ENTRE A PORTA E O PAINEL DE CONTROLE *	* .30000* .050100 *	* 1.0213 * .0299 * .0327 * 1.1028 *
* 14 *	* LOCAL DO OPERADOR *	* .30000* .050100 *	* 1.0213 * .0325 * .0875 * 1.1476 *
* 15 *	* MESA ENTRE A ESCADA E O PAINEL DE CONTROLE *	* .40000* .340100 *	* 2.7473 * .1444 * .7179 * 3.6095 *
* 17 *	* MESA PERTO DA PORTA DA SALA DE CONTROLE *	* .30000* .050100 *	* .6076 * .0095 * .0176 * .6348 *
* 18 *	* ENCRUSTADO AN PORTA DE FERRO DA SALA DE ALVOS *	* .50000* .460000 *	* 107.8875 * .5294 * 9.4879 * 117.9068 *
* 19 *	* CALCADA EM FRENTE AN PORTA DE FERRO *	* .50000* .460000 *	* 22.0946 * .0481 * 1.5662 * 23.7089 *
* 20 *	* CALCADA A ESQUERDA DA POSICAO DA-19 *	* .40000* .140100 *	* .4034 * .0096 * .0358 * .4488 *
* 21 *	* CALCADA A DIREITA DA POSICAO DA-19 *	* .40000* .140100 *	* .3019 * .0048 * .0143 * .3210 *
* 22 *	* CALCADA PERPENDICULAR DA POSICAO DA-19 *	* .40000* .140100 *	* .1505 * .0019 * .0143 * .1667 *
* 23 *	* BIBLIOTECA (30 CM DA PAREDE) *	* .30000* .050100 *	* .1002 * .0048 * .0035 * .1085 *
* 24 *	* SALA DE MEDIDAS (30 CM DA PAREDE) *	* .30000* .050100 *	* .1002 * .0048 * .0070 * .1120 *
* 25 *	* SALA DA ELETRONICA (30 CM DA PAREDE) *	* .30000* .050100 *	* .1002 * .0096 * .0035 * .1133 *
* 26 *	* PASSAGEM PARA O PREDIO DO ACCELERADOR *	* .30000* .050100 *	* .2009 * .0046 * .0176 * .2260 *
* 27 *	* NA LAJE SOBRE O LOCAL DO OPERADOR *	* .50000* .460000 *	* .2009 * .0096 * .1039 * .3143 *
* 28 *	* NA LAJE NO CENTRO DO PREDIO *	* .50000* .460000 *	* 8.1377 * .0289 * .4157 * 8.5823 *
* 29 *	* NA LAJE SOBRE O ALVO (FEIXE ANALISADO) *	* .50000* .460000 *	* 87.2563 * .2406 * 8.4197 * 95.9166 *

CONDICÕES DE OPERAÇÃO:

MONITORAÇÃO DE BOMBAS

DATA: 03.05.93

PÁG:

1

PEIXE ANALISADO INCLUINDO NO CORPO DE FARADAY

ENERGIA: 300

DETECTOR GAMA: MDO.440 DA VICTORFEN

CORRENTE: 3000

TAXA DE PULSAÇÃO: 50.

DETECTOR DE NEUTRONS: MDO.4844 DA VICTORFEN

Mapa A3

* POSICAO *	* LOCAL DE MONITORAÇÃO *	* ENERGIA-MEDIA (MEV) *	* TAXA DE DOSE EQUIVALENTE (REM/H) *
* (DA) *		* GAMA * NEUTRONS *	* RAD. GAMA * N. TERMICOS * N. PARIONS * TOTAL *
* 8 *	* SALA DO JUAREZ *	* .40000* .140100 *	* .2717 * .0049 * .0359 * .2423 *
* 9 *	* SALA DO VACHO *	* .40000* .140100 *	* .4584 * .0035 * .0637 * .5219 *
* 10 *	* QUADRO DE AVISO DA SALA DE CONTROLE *	* .30000* .050100 *	* .3275 * .0049 * .0263 * .3586 *
* 11 *	* SALA DE CONTROLE - PRÓXIMO A ESCADA *	* .30000* .140100 *	* 1.4556 * .0674 * .3529 * 1.8759 *
* 13 *	* MESA ENTRE A PORTA E O PAINEL DE CONTROLE *	* .30000* .050100 *	* .0501 * .0010 * .0035 * .0546 *
* 14 *	* LOCAL DO OPERADOR *	* .30000* .050100 *	* .2717 * .0144 * .0351 * .3212 *
* 15 *	* MESA ENTRE A ESCADA E O PAINEL DE CONTROLE *	* .40000* .140100 *	* .3275 * .0433 * .2151 * 1.0859 *
* 17 *	* MESA PERTO DA PORTA DA SALA DE CONTROLE *	* .30000* .050100 *	* .1004 * .0024 * .0105 * .1134 *
* 18 *	* VENCOSTADO AO PORTÃO DE FERRO DA SALA DE ALVOS *	* .50000* .460000 *	* 15.1092 * .3349 * 3.5775 * 20.1236 *
* 19 *	* CALCADA EM FRENTE AO PORTÃO DE FERRO *	* .30000* .460000 *	* 1.0432 * .0241 * .5202 * 1.5874 *
* 20 *	* CALCADA A ESQUERDA DA POSICAO DA-19 *	* .30000* .140100 *	* .1004 * .0049 * .0215 * .1267 *
* 21 *	* CALCADA A DIREITA DA POSICAO DA-19 *	* .30000* .140100 *	* .1004 * .0010 * .0072 * .1085 *
* 22 *	* CALCADA PERPENDICULAR DA POSICAO DA-19 *	* .40000* .140100 *	* .1004 * .0010 * 0.0000 * .1014 *
* 23 *	* BIBLIOTECA (30 CM DA PAREDE) *	* .30000* .050100 *	* 0.0000 * .0010 * 0.0000 * .0010 *
* 24 *	* SALA DE MEDIDAS (30 CM DA PAREDE) *	* .30000* .050100 *	* 0.0000 * .0010 * .0070 * .0080 *
* 25 *	* SALA DA ELETRONICA (30 CM DA PAREDE) *	* .30000* .050100 *	* 0.0000 * .0049 * .0035 * .0083 *
* 26 *	* PASSAGEM PARA O PREDIO DO ACELERADOR *	* .30000* .050100 *	* .1004 * .0010 * .0035 * .1049 *
* 27 *	* NA LAJE SOBRE O LOCAL DO OPERADOR *	* .50000* .460000 *	* .1004 * .0010 * .0205 * .1222 *
* 28 *	* NA LAJE NO CENTRO DO PREDIO *	* .50000* .460000 *	* 4.9945 * .0036 * .1039 * 5.0081 *
* 29 *	* NA LAJE SOBRE O ALVO (PEIXE ANALISADO) *	* .50000* .460000 *	* 14.1644 * .0481 * .3331 * 15.0456 *

MONITORAÇÃO DE ÁREA
 CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO: PEIXE ANALISADO SA PLS-FINAS DE FANTALD
 ENERGIA: 45.
 CORRENTE: 1300
 TAXA DE PULSACÃO: 50.

DATA: 1
 DETECTOR GAMA: 430.440 - VICTOREEN

DETECTOR DE NEUTRON: 430.48-1 - VICTOREEN

Mapa A4

* POSICAO * * (04) *	LOCAL DE MONITORAÇÃO	* ENERGIA GAMA (MEV) *	TAXA DE DOSE EQUIVALENTE (DREM/H)
* * *	* * *	* GAMA * NEUTRONS * 240.24MA * N.TERMICOS * N.PAQUETS * TOTAL *	* * *
* 8 *	*SALA DO JUAREZ	* .40000* .255150 *	* .7210 * .0815 * .6076 * 1.4104 *
* 9 *	*SALA DO VACUO	* .40000* .255150 *	* 3.2337 * .2405 * 2.1444 * 5.6638 *
* 10 *	*QUADRO DE AVISO DA SALA DE CONTROLE	* .30000* .060150 *	* .3033 * .0385 * .0785 * .4203 *
* 11 *	*SALA DE CONTROLE - PROXIMO A ESCADA	* .40000* .255150 *	* 7.4015 * .3150 * 2.7662 * 10.9529 *
* 13 *	*MESA ENTRE A PORTA E O PAINEL DE CONTROLE	* .30000* .060150 *	* 5.3733 * .1540 * .3154 * 5.7926 *
* 14 *	*LOCAL DO OPERADOR	* .30000* .060150 *	* .2275 * .1444 * .3154 * 1.2372 *
* 16 *	*MESA ENTRE A ESCADA E O PAINEL DE CONTROLE	* .40000* .255150 *	* 3.4113 * .2405 * 1.5266 * 5.1771 *
* 17 *	*MESA PERTO DA PORTA DA SALA DE CONTROLE	* .30000* .060150 *	* .4158 * .0053 * .1947 * .6928 *
* 18 *	*ENCOSTADO AD PORTA DE FERRO DA SALA DE ALVOS	* .50000* .460000 *	* 172.0230 * 2.4053 * 34.4578 * 209.7971 *
* 19 *	*CALCADA EM FRENTE AD PORTA DE FERRO	* .50000* .460000 *	* 23.0211 * .1444 * 4.2002 * 27.3753 *
* 20 *	*CALCADA A ESQUERDA DA POSICAO DA-19	* .40000* .255150 *	* .2017 * .0158 * .1515 * .3701 *
* 21 *	*CALCADA A DIREITA DA POSICAO DA-19	* .40000* .255150 *	* .2017 * .0120 * .0606 * .2743 *
* 22 *	*CALCADA PERPENDICULAR DA POSICAO DA-19	* .40000* .255150 *	* .2017 * .0048 * .0303 * .2368 *
* 23 *	*BIBLIOTECA (30 CM DA PAREDE)	* .30000* .060150 *	* .1004 * .0072 * .0098 * .1174 *
* 24 *	*SALA DE MEDIDAS (30 CM DA PAREDE)	* .30000* .060150 *	* .1004 * .0048 * .0098 * .1150 *
* 25 *	*SALA DA ELETRONICA (30 CM DA PAREDE)	* .30000* .060150 *	* .0501 * .0048 * .0098 * .0647 *
* 26 *	*PASSAGEM PARA O PREDIO DO ACELERADOR	* .30000* .060150 *	* .1502 * .0048 * .0098 * .1656 *
* * *	* * *	* * *	* * *
* * *	* * *	* * *	* * *
* * *	* * *	* * *	* * *

CONDICOES DE OPERACAO: MONITORACAO DE 1964
FEIXE ANALISADO SA 2 FELICINAS DE TAVIALT
ENERGIA: 30.
CORRENTE: 300
TAXA DE PULSACAO: 60.

DATA: 21/61
1
DETECTOR GAMA: 400. 440 - VICTOREEN
DETECTOR DE NEUTRON: 400. 440-A - VICTOREEN

Mapa A5

* POSTICA (2A) *	LOCAL DE MONITORACAO	* ENERGIA (MeV) *	TAXA DE DOSE EQUIVALENTE (REM/H)
* * *	* * *	* GAMAS * NEUTRONS *	* RAD. GAMA * N. TERMICOS * N. CAPTIONS * TOTAL *
* 8 *	* SALA DO JUAREZ *	* .40000* .393210 *	* .9342 * .2406 * 2.3575 * 3.5330 *
* 9 *	* SALA DO VACUO *	* .40000* .393210 *	* 2.1773 * .4813 * 4.3420 * 7.6011 *
* 10 *	* QUADRO DE AVISO DA SALA DE CONTROLE *	* .30000* .072210 *	* .4062 * .0353 * .1317 * .6248 *
* 11 *	* SALA DE CONTROLE - PROXIMO A ESCADA *	* .30000* .393210 *	* 11.4069 * .5263 * 5.5021 * 17.5054 *
* 13 *	* MESA ENTRE A PORTE E O PAINEL DE CONTROLE *	* .30000* .072210 *	* 1.5986 * .3561 * .4981 * 2.3428 *
* 14 *	* LOCAL DO OPERADOR *	* .30000* .072210 *	* 1.2626 * .2590 * .6532 * 2.1863 *
* 15 *	* MESA ENTRE A ESCADA E O PAINEL DE CONTROLE *	* .40000* .393210 *	* 4.7540 * .3524 * 4.1987 * 9.4051 *
* 17 *	* MESA PERTO DA PORTA DA SALA DE CONTROLE *	* .30000* .072210 *	* .7741 * .1694 * .3082 * 1.2507 *
* 18 *	* ENCOSTADO AO PORTAO DE FERRO DA SACADA ALVOS *	* .50000* .460000 *	* 172.9230 * 3.8500 * 34.4578 * 211.2328 *
* 19 *	* CALCADA EM FRENTE AO PORTAO DE FERRO *	* .50000* .460000 *	* 21.5940 * .1444 * 3.1460 * 24.8753 *
* 20 *	* CALCADA A ESQUERDA DA POSICAO DA-19 *	* .50000* .393210 *	* .3552 * .0337 * .3601 * .7490 *
* 21 *	* CALCADA A DIREITA DA POSICAO DA-19 *	* .40000* .393210 *	* .5106 * .0095 * .0899 * .6102 *
* 22 *	* CALCADA PERPENDICULAR DA POSICAO DA-19 *	* .40000* .393210 *	* .2524 * .0095 * .0539 * .3162 *
* 23 *	* BILHOTECA (30 CM DA PAREDE) *	* .30000* .072210 *	* .1502 * .0144 * .0219 * .1873 *
* 24 *	* SALA DE MEDIDAS (30 CM DA PAREDE) *	* .30000* .072210 *	* .1502 * .0144 * .0131 * .1795 *
* 25 *	* SALA DA ELETRONICA (30 CM DA PAREDE) *	* .30000* .072210 *	* .1502 * .0193 * .0307 * .2009 *
* 26 *	* PASSAGEM PARA O PORTAO DO ACELERAADOR *	* .30000* .072210 *	* .2017 * .0164 * .0329 * .2509 *
* 27 *	* NA LAJE SOBRE O LOCAL DO OPERADOR *	* .50000* .460000 *	* 4.7540 * .0385 * .4160 * 5.2085 *
* 28 *	* NA LAJE NO CENTRO DO PRESIDIO *	* .50000* .460000 *	* 12.8932 * .1299 * 1.0421 * 14.0712 *
* 29 *	* NA LAJE SOBRE O ALVO (FEIXE ANALISADO) *	* .50000* .460000 *	* 12.8932 * .5294 * 5.2798 * 18.7023 *

CONDICÕES DE OPERAÇÃO: MONITORAÇÃO DE ÁREA
 FEIXE ANALISADO NO AZ (SEM COPI DE PARADOX)
 ENERGIA: 53.
 CORRENTE: 500
 TAXA DE PULSAÇÃO: 60.

DATA: 04.05.82 PÁG: 1
 DETECTOR GAMA: 400.440 DA VICTOREEN
 DETECTOR DE NEUTRONS: 468-A DA VICTOREEN

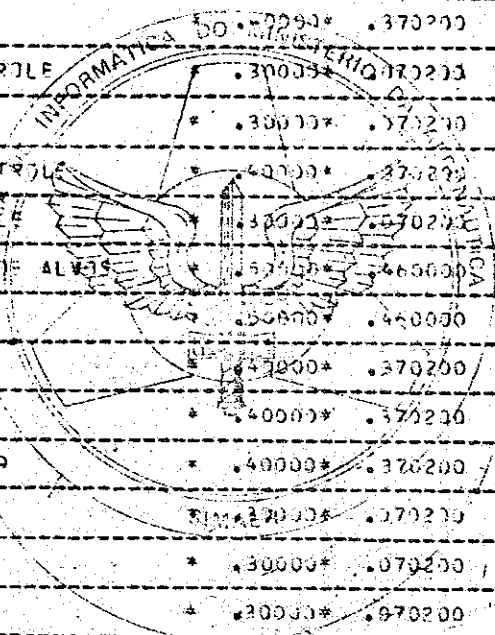
Mapa A6

* POSICAO *	* LOCAL DE MONITORAÇÃO *	* ENERGIA*MEV*	* TAXA DE DISE EQUIVALENTE (REM/HR) *
* (DA) *		* GAMS * NEUTRONS * RAD. GAMA * N. TERMICIS * N. RAIOS * TOTAL *	
* 8 *	*SALA DO JUIZ*	* .40000* .393210 *	* 1.1824 * .215 * 2.2661 * 3.6351 *
* 9 *	*SALA DE VAGÃO*	* .40000* .393210 *	* 2.2985 * .5294 * 5.0352 * 7.8612 *
* 10 *	*QUADRO DE AVISO DA SALA DE CONTROLE*	* .30000* .372210 *	* .4053 * .1293 * .2540 * .7911 *
* 11 *	*SALA DE CONTROLE - PRÓXIMO À ESCADA*	* .40000* .393210 *	* 11.4365 * .7717 * 5.2705 * 18.1471 *
* 13 *	*MESA ENTRE A PORTA E O PAINEL DE CONTROLE*	* .30000* .372210 *	* 2.1778 * .3128 * 1.0007 * 3.4914 *
* 14 *	*LOCAL DO OPERADOR*	* .30000* .372210 *	* 1.2525 * .2547 * .5523 * 2.0795 *
* 16 *	*MESA ENTRE A ESCADA E O PAINEL DE CONTROLE*	* .40000* .393210 *	* 5.2138 * .7775 * 4.5692 * 11.3612 *
* 17 *	*MESA PERTO DA PORTA DA SALA DE CONTROLE*	* .30000* .372210 *	* .2342 * .2405 * .5523 * 1.7278 *
* 18 *	*ENCOSTADO AD PORTA DE FERRO DA SALA DE CONTROLE*	* .50000* .460000 *	* 204.0539 * 4.4313 * 47.5455 * 255.9306 *
* 19 *	*CALCADA EM FRENTE AD PORTA DE FERRO*	* .40000* .393210 *	* 21.8440 * .3850 * 7.9858 * 29.9548 *
* 20 *	*CALCADA A ESQUERDA DA POSICAO DA-19*	* .40000* .393210 *	* .4068 * .0433 * .5405 * .9906 *
* 21 *	*CALCADA A DIREITA DA POSICAO DA-19*	* .40000* .393210 *	* .2017 * .0241 * .1792 * .4057 *
* 22 *	*CALCADA PERPENDICULAR DA POSICAO DA-19*	* .40000* .393210 *	* .1094 * .0144 * .0899 * .2048 *
* 23 *	*BIBLIOTECA (30 CM DA PAREDE)*	* .30000* .372210 *	* .2017 * .0193 * .0329 * .2538 *
* 24 *	*SALA DE MEDIDAS (30 CM DA PAREDE)*	* .30000* .372210 *	* .1509 * .0144 * .0438 * .2092 *
* 25 *	*SALA DA ELETRONICA (30 CM DA PAREDE)*	* .30000* .372210 *	* .1502 * .0222 * .0658 * .2386 *
* 26 *	*PASSAGEM PARA O PRÉDIO DO ACCELERADOR*	* .30000* .372210 *	* .2017 * .0255 * .0219 * .2501 *
* 27 *	*NA LAJE SOBRE O LOCAL DO OPERADOR*	* .50000* .460000 *	* 4.7540 * .0574 * .5202 * 5.3416 *
* 28 *	*NA LAJE NO CENTRO DO PRÉDIO*	* .50000* .460000 *	* 18.7930 * .1684 * 2.6181 * 21.5795 *

MONITORAÇÃO DE ÁREA
 CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO: SETEXE ANALISADO INCIDENTE NO COPO DE PARADAY
 DATA: 03.05.88
 PÁG: 1
 ENERGIA: 50.
 DETECTOR GAMA: 400.440 DA VICTOREEN
 CORRENTE: 290.
 TAXA DE PULSAÇÃO: 40.
 DETECTOR DE NEUTRONS: 400.440-1 DA VICTOREEN

Mapa A7

* POSICAO * (06)	LOCAL DE MONITORAÇÃO	* ENERGIA * (MEV)	* TAXA DE DOSE EQUIVALENTE * (RREM/H)	* GAMA * NEUTRONS	* RAO. GAMA * N. TERMICOS	* N. RAPIDOS * TOTAL
* 8 *	* SALA DO JUAPEZ	* .40000 * .370200	* 1.1574 *	* .1444 *	* 1.7124 *	* 3.0092 *
* 9 *	* SALA DO VACUO	* .40000 * .370200	* 5.3233 *	* .3359 *	* 3.0117 *	* 8.5719 *
* 10 *	* QUADRO DE AVISO DA SALA DE CONTROLE	* .30000 * .070200	* .4766 *	* .0673 *	* .1728 *	* .6373 *
* 11 *	* SALA DE CONTROLE - PRÓXIMA A ESCADA	* .30000 * .370200	* 12.2758 *	* .5053 *	* 4.7542 *	* 17.5453 *
* 13 *	* MESA ENTRE A PORTE E O PAINEL DE CONTROLE	* .30000 * .370200	* 7.3111 *	* .1925 *	* .5429 *	* 8.0465 *
* 14 *	* LOCAL DO OPERADOR	* .30000 * .370200	* 1.3736 *	* .1684 *	* .3247 *	* 1.8667 *
* 15 *	* MESA ENTRE A ESCADA E O PAINEL DE CONTROLE	* .40000 * .370200	* 4.7542 *	* .3187 *	* 2.5772 *	* 7.6496 *
* 17 *	* MESA PERTO DA PORTA DA SALA DE CONTROLE	* .30000 * .370200	* .8275 *	* .1203 *	* .1954 *	* 1.1432 *
* 18 *	* ENCOSTADO AO PORTAO DE FERRO DA SALA DE ALVOS	* .50000 * .460000	* 49.3252 *	* 3.1291 *	* 29.2308 *	* 80.6851 *
* 19 *	* CALÇADA EM FRENTE AO PORTAO DE FERRO	* .50000 * .460000	* 3.6714 *	* .3369 *	* 4.2099 *	* 8.2181 *
* 20 *	* CALÇADA A ESQUERDA DA POSICAO DA-19	* .40000 * .370200	* .2017 *	* .0241 *	* .1294 *	* .3551 *
* 21 *	* CALÇADA A DIREITA DA POSICAO DA-19	* .40000 * .370200	* .2017 *	* .0095 *	* .0851 *	* .2964 *
* 22 *	* CALÇADA PERPENDICULAR DA POSICAO DA-19	* .40000 * .370200	* .1034 *	* .0096 *	* .0851 *	* .1981 *
* 23 *	* BIBLIOTECA (30 CM DA PAREDE)	* .30000 * .370200	* .1004 *	* .0193 *	* .0215 *	* .1412 *
* 24 *	* SALA DE MEDIDAS (30 CM DA PAREDE)	* .30000 * .070200	* .1004 *	* .0144 *	* .0323 *	* .1472 *
* 25 *	* SALA DA ELETRONICA (30 CM DA PAREDE)	* .30000 * .070200	* .1004 *	* .0144 *	* .0215 *	* .1364 *
* 26 *	* PASSAGEM PARA O PREFEIO DO ACELERADOR	* .30000 * .070200	* .1004 *	* .0120 *	* .0215 *	* .1340 *
* * *						
* * *						
* * *						



Resumo das monitorações com feixe analisado depois das blindagens normalizado para corrente de 0,3 μ A, na energia de 30 MeV.

DA	LOCAL	MAPA D1 Feixe analisado s/ 2 folhas finas de Tântalo (16/09/83) + Copo Faraday				MAPA D2 Feixe analisado s/ 2 folhas finas de Tântalo+Copo Faraday (22/8/83)			
		G	NT	NR	TOTAL	G	NT	NR	TOTAL
8	Sala do Juarez	0,51	0,01	0,03	0,54	0,30	0,01	0,05	0,36
11	Sala de operações próxima à escada	1,74	0,08	0,42	2,24	3,81	0,10	0,47	4,38
14	Local do operador	0,34	0,02	0,03	0,39	0,46	0,03	0,09	0,58
18	Portão da sala de alvos	26,85	0,80	4,54	32,19	48,39	0,50	4,08	52,97
19	Calçada em frente ao portão	4,13	0,06	0,60	4,79	9,32	0,05	0,54	9,91
21	Calçada (Esquina)	0,17	0,01	0,03	0,21	0,15	0,00	0,00	0,15
24	Biblioteca/Eletrônica/Sala de Medidas	0,11	0,01	0,01	0,13	0,00	0,00	0,01	0,01
28	Laje (centro) Prédio do Acelerador	6,56	0,03	0,07	6,66	15,95	0,02	0,27	16,24

Resumo das monitoração com feixe analisado depois das blindagens normalizado para corrente de 0,3 μ A, na energia de 45 MeV.

DA	LOCAL	MAPA D1 Feixe analisado s/ 2 folhas finas de Tântalo+Copo de Faraday (16/04/83)				MAPA D2 Feixe analisado s/ 2 folhas finas de Tântalo+Copo de Faraday (22/08/83)			
		G	NT	NR	TOTAL	G	NT	NR	TOTAL
8	Sala do Juarez	1,02	0,06	0,45	1,53	0,38	0,02	0,10	0,50
11	Sala de operações próxima à escada	4,86	0,08	0,67	5,61	2,91	0,12	0,81	3,84
14	Local do operador	1,54	0,05	0,19	1,78	0,77	0,05	0,29	1,11
18	Portão da sala de alvos	33,82	1,56	9,14	44,52	28,10	0,65	4,08	32,92
19	Calçada em frente ao portão da sala de alvos	4,57	0,13	1,16	5,86	5,90	0,06	0,80	6,76
21	Calçada (Esquina)	0,25	0,01	0,05	0,31	0,00	0,01	0,03	0,04
24	Biblioteca/Eletrônica/Sala de Medidas	0,25	0,01	0,03	0,29	0,08	0,01	0,02	0,11
28	Laje (centro) s/ prédio do acelerador	31,01	0,05	0,22	31,28	17,11	0,04	0,20	17,35

Resumo das monitorações com feixe analisado depois das blindagens, normalizado para corrente de $0,3 \mu\text{A}$, na energia de 60 MeV.

DA	LOCAL	MAPA D5 Feixe analisado s/ 2 folhas de Tântalo+Copo Faraday			
		G	NT	NR	TOTAL
8	Sala do Juarez	1,18	0,09	0,80	2,07
11	Sala do operador próxima à escada	9,08	0,21	1,60	10,89
14	Local do operador	1,42	0,12	0,38	1,92
18	Portão da sala de alvos	19,56	1,67	6,82	28,05
19	Calçada em frente ao portão da sala de alvos	1,91	0,17	1,03	3,11
21	Calçada (Esquina)	0,23	0,01	0,06	0,30
24	Biblioteca/Eletrônica/Sala de Medidas	0,23	0,01	0,03	0,27
28	Lage (centro) do prédio do acelerador	31,20	0,04	0,32	31,56

CONDICIONES DE OPERACION REIJE ANALISADOR S.M.R. SLS. DE JANTALON + COPU DE FUSADAY
 ENERGIA: 30.
 CORRIENTE: 1.200
 TAMA DE PULSACION: 50.
 DETECTOR DE NEUTRON: 10.488 VICTOREEN

DETALLE: 11-3
 PIG: 1
 DETECTOR DE NEUTRON: 10.488 VICTOREEN

Mapa D1

* POSICION (DA) *	* LOCAL DE MONITRACION *	* ENERGIA MEDIA (MEV) *	* TAXA DE DOSE EQUIVALENTE (REM/A) *				* TOTAL *	
			* GAMAS *	* NEUTRONS *	* RAD. GAMMA *	* N. TERMICOS *	* N. RAPIDOS *	
* 3 *	*SALA DO JHAREZ*	* .40000*	* .121000 *	* .0094 *	* .0044 *	* .0158 *	* .3244 *	
* 7 *	*SALA DO VACUO*	* .40000*	* .121000 *	* 1.1524 *	* .0095 *	* .0473 *	* 1.2093 *	
* 10 *	*QUADRO DE AVISO DA SALA DE CONTROLE*	* .30000*	* .060000 *	* .2017 *	* .0024 *	* .0098 *	* .2139 *	
* 11 *	*SALA DE CONTROLE - PROXIMO A ESCADA*	* .40000*	* .121000 *	* 1.3432 *	* .0481 *	* .2527 *	* 1.3440 *	
* 13 *	*PORTA DA SALA DE CONTROLE (PROX. PAINEL)*	* .30000*	* .060000 *	* 1.1524 *	* .0048 *	* .0098 *	* 1.1670 *	
* 14 *	*LOCAL DO OPERADOR*	* .30000*	* .060000 *	* .2017 *	* .0144 *	* .0195 *	* .2357 *	
* 15 *	*MESA ENTRE A ESCADA E O PAINEL DE CONTROLE*	* .40000*	* .121000 *	* .6154 *	* .0385 *	* .1578 *	* .8117 *	
* 17 *	*MESA PERTO DA PORTA DA SALA DE CONTROLE*	* .30000*	* .060000 *	* .2017 *	* .0048 *	* .0098 *	* .2163 *	
* 18 *	*ENCOSTADO AO PORTAO DE FERRO DA SALA DE ALVOS*	* .50000*	* .160000 *	* 15.1092 *	* .4913 *	* 2.7224 *	* 19.3129 *	
* 19 *	*CALCADA EM FRENTE AO PORTAO DE FERRO*	* .50000*	* .160000 *	* 2.4767 *	* .0337 *	* .3568 *	* 2.8672 *	
* 20 *	*CALCADA A ESQUERDA DA POSICAO DA-19*	* .40000*	* .121000 *	* .1004 *	* .0048 *	* .0158 *	* .1210 *	
* 21 *	*CALCADA A DIREITA DA POSICAO DA-19*	* .40000*	* .121000 *	* .1004 *	* .0048 *	* .0158 *	* .1210 *	
* 22 *	*CALCADA PERPENDICULAR DA POSICAO DA-19*	* .40000*	* .121000 *	* .1004 *	* .0024 *	* 0.0000 *	* .1028 *	
* 23 *	*BIBLIOTECA (30 CM DA PAREDE)*	* .30000*	* .060000 *	* .0501 *	* .0048 *	* .0098 *	* .0647 *	
* 24 *	*SALA DE MEDIDAS (30 CM DA PAREDE)*	* .30000*	* .060000 *	* .1004 *	* .0024 *	* .0098 *	* .1126 *	
* 25 *	*SALA DA ELETRONICA (30 CM DA PAREDE)*	* .30000*	* .060000 *	* .0501 *	* .0024 *	* .0098 *	* .0623 *	
* 26 *	*PASSAGEM PARA O PRETO DO ACCELERADOR*	* .30000*	* .060000 *	* .1004 *	* .0048 *	* 0.0000 *	* .1052 *	
* 27 *	*NA LAJE SOBRE O LOCAL DO OPERADOR/SALA JHAREZ*	* .50000*	* .180000 *	* .4058 *	* .0048 *	* .0445 *	* .4561 *	
* 28 *	*NA LAJE DO CENTRO DO PRETO*	* .50000*	* .180000 *	* 3.9352 *	* .0199 *	* .1445 *	* 3.9999 *	
* 29 *	*NA LAJE SOBRE O ALVO (REIJE ANALISADOR)*	* .50000*	* .180000 *	* 40.3252 *	* .4813 *	* 2.7224 *	* 52.5289 *	

CONDICIONES DE OPERACION: MONITOREO DE AREA
 FEIXE ANALISADO: 57 X 2 PLS DE TANTAL + 370 DE PARADAY
 ENERGIA: 30.
 CORRENTE: .200
 TAXA DE PULSACAO: 60.
 DATA: 22.08.83
 PAG: 1
 DETECTOR GAMAS: 400 440 VICTOREEN
 DETECTOR DE NEUTRON: 400 488A VICTOREEN

Mapa D2

* POSICAO *	* LOCAL DE MONITOREO *	* ENERGIA (MEV) *	* TAXA DE DOSE EQUIVALENTE (REM/H) *
* (04) *		* GAMAS * NEUTRONS *	* RAD. GAMA * N. TERMICOS * N. RAPIDOS * TOTAL *
* 3	* SALA DO JUAREZ	* .40000* .121000 *	* .2017 * .0096 * .0315 * .2428 *
* 9	* SALA DO MACUD	* .40000* .121000 *	* .4059 * .0096 * .0531 * .4786 *
* 10	* QUADRO DE AVISIO DA SALA DE CONTROLE	* .30000* .060000 *	* .1004 * .0049 * .0098 * .1150 *
* 11	* SALA DE CONTROLE - PROXIMO A ESCADA	* .40000* .121000 *	* 2.5372 * .0674 * .3161 * 2.9207 *
* 13	* PORTA DA SALA DE CONTROLE (PROX. PAINEL)	* .30000* .060000 *	* .6154 * .0193 * .0588 * .6934 *
* 14	* LOCAL DO OPERADOR	* .30000* .060000 *	* .3039 * .0193 * .0588 * .3819 *
* 15	* MESA ENTRE A ESCADA E O PAINEL DE CONTROLE	* .40000* .121000 *	* 1.0432 * .0385 * .1894 * 1.2711 *
* 17	* MESA PERTO DA PORTA DA SALA DE CONTROLE	* .30000* .060000 *	* .2017 * .0072 * .0196 * .2285 *
* 18	* ENCOSTADO AO PORTAO DE FERRO DA SALA DE ALVOS	* .50000* .180000 *	* 32.2610 * .3369 * 2.7224 * 35.3203 *
* 19	* CALCADA EM FRENTE AO PORTAO DE FERRO	* .50000* .180000 *	* 6.2139 * .0337 * .3568 * 6.6043 *
* 20	* CALCADA A ESQUERDA DA POSICAO DA-19	* .40000* .121000 *	* .2017 * .0072 * .0315 * .2404 *
* 21	* CALCADA A DIREITA DA POSICAO DA-19	* .40000* .121000 *	* .1004 * .0024 * 0.0000 * .1028 *
* 22	* CALCADA PERPENDICULAR DA POSICAO DA-19	* .40000* .121000 *	* 0.0000 * .0024 * 0.0000 * .0024 *
* 23	* BIBLIOTECA (30 CM DA PAREDE)	* .30000* .060000 *	* 0.0000 * .0010 * .0037 * .0047 *
* 24	* SALA DE MEDIDAS (30 CM DA PAREDE)	* .30000* .060000 *	* 0.0000 * .0024 * .0037 * .0063 *
* 25	* SALA DA ELECTRONICA (20 CM DA PAREDE)	* .30000* .060000 *	* 0.0000 * .0024 * .0037 * .0063 *
* 26	* PASSAGEM PARA O PREDIO DO ACCELERADOR	* .30000* .060000 *	* 0.0000 * .0043 * .0098 * .0141 *
* 27	* NA LAJE SOBRE O LOCAL DO OPERADOR/SALA JUAREZ	* .50000* .180000 *	* .3039 * .0049 * .0446 * .3534 *
* 28	* NA LAJE NO CENTRO DO PREDIO	* .50000* .180000 *	* 10.6363 * .0144 * .1782 * 10.8289 *
* 29	* NA LAJE SOBRE O ALVO (FEIXE ANALISADO)	* .50000* .180000 *	* 10.2609 * .0963 * .8955 * 11.2527 *
* *	* *	* *	* *

MONITORAÇÃO DE ÁREA
 CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO: FEIXE ANALISADO SV-2 FLS DE TANTALO + GRPO DE PARADAY
 DATA: 16.04.83
 PÁG: 1
 ENERGIA: 45.
 DETECTOR GAMAS: MO. 440 VICTOREEN
 CORRENTE: .120
 TAXA DE PULSAÇÃO: 60.
 DETECTOR DE NEUTRON: MO. 438A VICTOREEN

Mapa D3

* POSICAO * * (DA) *	LOCAL DE MONITORAÇÃO	* ENERGIA MEDIA (MEV) *	* TAXA DE DOSE EQUIVALENTE (RREM/H) *
* * *	* * *	* GAMAS * NEUTRONS	* RAO. GAMA * N. TERMICOS * N. RAPIDOS * TOTAL *
* 8 *	* SALA DO JUAREZ *	* .40000* .181000 *	* .4068 * .0241 * .1790 * .6099 *
* 9 *	* SALA DO VACUO *	* .40000* .181000 *	* 1.7125 * .0578 * .2585 * 2.1288 *
* 10 *	* QUADRO DE AVISO DA SALA DE CONTROLE *	* .30000* .094500 *	* .3038 * .0096 * .0254 * .3393 *
* 11 *	* SALA DE CONTROLE - PROXIMO A ESCADA *	* .40000* .181000 *	* 1.8432 * .0337 * .2587 * 2.2456 *
* 13 *	* PORTA DA SALA DE CONTROLE (PROX. PAINEL) *	* .30000* .094500 *	* 2.7819 * .0674 * .2070 * 3.0563 *
* 14 *	* LOCAL DO OPERADOR *	* .30000* .094500 *	* .6154 * .0193 * .0775 * .7121 *
* 15 *	* MESA ENTRE A ESCADA E O PAINEL DE CONTROLE *	* .40000* .181000 *	* 1.5988 * .0674 * .2587 * 1.9347 *
* 17 *	* MESA PERTO DA PORTA DA SALA DE CONTROLE *	* .30000* .094500 *	* .4068 * .0193 * .0517 * .4777 *
* 18 *	* ENCOSTADO AO PORTAO DE FERRO DA SALA DE ALUIS *	* .50000* .180000 *	* 13.5287 * .6256 * 3.5541 * 17.8094 *
* 19 *	* CALCADA EM FRENTE AO PORTAO DE FERRO *	* .50000* .180000 *	* 1.8274 * .0529 * .4463 * 2.3266 *
* 20 *	* CALCADA A ESQUERDA DA POSICAO DA-19 *	* .40000* .181000 *	* .1004 * .0043 * .0224 * .1276 *
* 21 *	* CALCADA A DIREITA DA POSICAO DA-19 *	* .40000* .181000 *	* .1004 * .0024 * .0224 * .1252 *
* 22 *	* CALCADA PERPENDICULAR DA POSICAO DA-19 *	* .40000* .181000 *	* .0501 * .0024 * 0.0000 * .0525 *
* 23 *	* BIBLIOTECA (30 CM DA PAREDE) *	* .30000* .094500 *	* .0501 * .0024 * .0129 * .0654 *
* 24 *	* SALA DE MEDIDAS (30 CM DA PAREDE) *	* .30000* .094500 *	* .1004 * .0024 * .0129 * .1157 *
* 25 *	* SALA DA FLETRONICA (30 CM DA PAREDE) *	* .30000* .094500 *	* .1004 * .0024 * .0129 * .1157 *
* 26 *	* PASSAGEM PARA O PREDIO DO ACELERADOR *	* .30000* .094500 *	* .1004 * .0024 * 0.0000 * .1028 *
* 27 *	* NA LAJE SOBRE O LOCAL DO OPERADOR/SALA JUAREZ *	* .50000* .180000 *	* 1.8432 * .0648 * .0222 * 1.9703 *
* 28 *	* NA LAJE NO CENTRO DO PREDIO *	* .50000* .180000 *	* 12.4055 * .0193 * .0990 * 12.5147 *
* 29 *	* NA LAJE SOBRE O ALVO (FEIXE ANALISADO) *	* .50000* .180000 *	* 29.4586 * .4331 * 2.2542 * 32.4458 *

77.

CONDICIONES DE OPERACION: MONITORIZACION DE AREA DATA: 22.04.83 PAG: 1
 FEIJE ANALISADO S/ 2 FLS DE TANTALO + COPI DE PARADAY DETECTOR GAMA: MOD. 441 VICTOREEN
 ENERGIA: 45. DETECTOR DE NEUTRON: MOD. 466A VICTOREEN
 CORRIENTE: .200
 TAXA DE PULSACION: 60.

Mapa D4

* POSICAO * * (DA) *	LOCAL DE MONITORIZACION	* ENERGIA * MEDIA (MEV) *	TAXA DE DISE EQUIVALENTE (REM/H)			
*	*	* GAMAS * NEUTRONS *	* RAD. GAMA *	* N. TERMICOS *	* N. RAPIDOS *	* TOTAL *
* 5	* SALA DO JUAREZ	* .40000* .181000 *	* .2526 *	* .0144 *	* .7471 *	* .3342 *
* 9	* SALA DO VACUO	* .40000* .181000 *	* .7210 *	* .0244 *	* .1700 *	* .9299 *
* 10	* QUADRO DE AVISO DA SALA DE CONTROLE	* .30000* .094500 *	* .1509 *	* .0072 *	* .0129 *	* .1711 *
* 11	* SALA DE CONTROLE - PROXIMO A ESCADA	* .40000* .181000 *	* 1.2432 *	* .0770 *	* .5385 *	* 2.5587 *
* 13	* PORTA DA SALA DE CONTROLE (PROX. PAINEL)	* .30000* .094500 *	* .7210 *	* .0351 *	* .1034 *	* .8605 *
* 14	* LOCAL DO OPERADOR	* .30000* .094500 *	* .5106 *	* .0385 *	* .1941 *	* .7432 *
* 15	* MESA ENTRE A ESCADA E O PAINEL DE CONTROLE	* .40000* .181000 *	* 1.2526 *	* .0253 *	* .4484 *	* 1.8072 *
* 18	* ENCOSTADO AO PORTAO DE FERRO DA SALA DE ALVOS	* .50000* .180000 *	* 14.7930 *	* .4331 *	* 2.7224 *	* 21.9485 *
* 17	* MESA PERTO DA PORTA DA SALA DE CONTROLE	* .30000* .094500 *	* .3038 *	* .0120 *	* .0387 *	* .3546 *
* 19	* CALCADA EM FRENTE AO PORTAO DE FERRO	* .50000* .180000 *	* 3.2352 *	* .0433 *	* .5359 *	* 4.5144 *
* 20	* CALCADA A ESQUERDA DA POSICAO DA-19	* .40000* .181000 *	* .1304 *	* .0072 *	* .0671 *	* .1747 *
* 21	* CALCADA A DIREITA DA POSICAO DA-19	* .40000* .181000 *	* 0.0000 *	* .0048 *	* .0224 *	* .0272 *
* 22	* CALCADA PERPENDICULAR DA POSICAO DA-19	* .40000* .181000 *	* 0.0000 *	* .0048 *	* .0224 *	* .0272 *
* 23	* BIBLIOTECA (30 CM DA PAREDE)	* .30000* .094500 *	* .1004 *	* .0048 *	* .0129 *	* .1181 *
* 24	* SALA DE MEDIDAS (30 CM DA PAREDE)	* .30000* .094500 *	* .0501 *	* .0048 *	* .0129 *	* .0578 *
* 25	* SALA DA ELETRONICA (30 CM DA PAREDE)	* .30000* .094500 *	* 0.0000 *	* .0048 *	* .0129 *	* .0177 *
* 26	* PASSAGEM PARA O PREDIO DO ACCELERADOR	* .30000* .094500 *	* 0.0000 *	* .0024 *	* .0052 *	* .0076 *
* 27	* NA LAJE SOBRE O LOCAL DO OPERADOR/SALA JUAREZ	* .50000* .180000 *	* .7210 *	* .0072 *	* .0445 *	* .7727 *
* 28	* NA LAJE NO CENTRO DO PREDIO	* .50000* .180000 *	* 11.4065 *	* .0241 *	* .1336 *	* 11.5642 *
* 29	* NA LAJE SOBRE O ALVO (FEIJE ANALISADO)	* .50000* .180000 *	* 6.9330 *	* .1684 *	* 1.5749 *	* 8.5763 *
* *		* *	* *	* *	* *	* *

CONDICÖES DE OPERAÇÃO: MONITORAÇÃO DE ÁREA DATA: 10.07.82 PAG: 1
 PEIXE ANALISADO: 54.2 FLS. DE TANTALUM + CORPO DE FARADAY
 ENERGIA: 50. DETECTOR GAMA: MOD 440 DA VICTOREEN
 CORRENTE: 130. DETECTOR DE NEUTRON: MOD 488A DA VICTOREEN
 TAXA DE PULSAÇÃO: 50.

Mapa D5

* POSIÇÃO * * (DA) *	LOCAL DE MONITORAÇÃO	* ENERGIA * * (MEV) *	* TAXA DE DOSE EQUIVALENTE (REM/H) *
* * *	* * *	* GAMAS * NEUTRONS *	* RAD. GAMA * N. TERMICOS * N. RAPIDOS * TOTAL *
* 8 *	* SALA DO JUAREZ *	* .40000 * .241000 *	* .5106 * .0985 * .3457 * .8949 *
* 9 *	* SALA DO VACUO *	* .40000 * .241000 *	* 1.2525 * .1444 * 1.4496 * 2.8565 *
* 10 *	* QUADRO DE AVISO DA SALA DE CONTROLE *	* .30000 * .129000 *	* .2526 * .0749 * .1000 * .3815 *
* 11 *	* SALA DE CONTROLE - PROXIMO A ESCADA *	* .40000 * .241000 *	* 3.9352 * .0953 * .5928 * 4.7243 *
* 13 *	* PORTA DA SALA DE CONTROLE (PROX. PAINEL) *	* .30000 * .129000 *	* 2.9059 * .0953 * .4012 * 3.4032 *
* 14 *	* LOCAL DO OPERADOR *	* .30000 * .129000 *	* .5154 * .0481 * .1558 * .8303 *
* 15 *	* MESA ENTRE A ESCADA E O PAINEL DE CONTROLE *	* .40000 * .241000 *	* 1.4274 * .0363 * .6928 * 2.6164 *
* 17 *	* MESA PERTO DA PORTA DA SALA DE CONTROLE *	* .30000 * .129000 *	* .4068 * .0337 * .1000 * .5405 *
* 18 *	* ENCOSTADO AO PORTAO DE FERRO DA SALA DE ALVOS *	* .50000 * .180000 *	* 8.4749 * .7219 * 2.9542 * 12.1509 *
* 19 *	* CALCADA EM FRENTE AO PORTAO DE FERRO *	* .50000 * .180000 *	* .8275 * .0722 * .4463 * 1.3450 *
* 20 *	* CALCADA A ESQUERDA DA POSIÇÃO DA-19 *	* .40000 * .241000 *	* .1004 * .0096 * .0575 * .1676 *
* 22 *	* CALCADA PERPENDICULAR DA POSIÇÃO DA-19 *	* .40000 * .241000 *	* .1004 * .0024 * .0285 * .1316 *
* 23 *	* BIBLIOTECA (30 CM DA PAREDE) *	* .30000 * .129000 *	* .1004 * .0048 * .0167 * .1219 *
* 24 *	* SALA DE MEDIDAS (30 CM DA PAREDE) *	* .30000 * .129000 *	* .1004 * .0024 * 0.0000 * .1028 *
* 25 *	* SALA DA ELETRONICA (30 CM DA PAREDE) *	* .30000 * .129000 *	* .1004 * .0024 * .0167 * .1195 *
* 26 *	* PASSAGEM PARA O PREDIO DO ACELERADOR *	* .30000 * .129000 *	* .1004 * .0024 * .0167 * .1195 *
* 27 *	* NA LAJE SOBRE O LOCAL DO OPERADOR *	* .50000 * .180000 *	* .8275 * .0036 * .0445 * .8816 *
* 28 *	* NA LAJE NO CENTRO DO PREDIO *	* .50000 * .180000 *	* 13.5227 * .0193 * .1336 * 13.6815 *
* 29 *	* NA LAJE SOBRE O ALVO (PEIXE ANALISADO) *	* .50000 * .180000 *	* 32.2510 * .2888 * 1.3477 * 33.8975 *
* 30 *	* NA LAJE SOBRE ACELERADOR (ENTRE AS SECCÖES) *	* .1800 *	* 24.4866 * .1444 * 1.3477 * 25.9787 *

Resumo das monitorações com feixe direto s/ alvo fino + copo de Faraday não blindado, depois das blindagens, (corrente $-1\mu\text{A}$) energia de 30 MeV.

DA	Local	Mapa D7			
		Gama	N.T.	N.R.	Total
8	Sala do Juarez	0,10	0,00	0,02	0,12
11	Sala de controle prox. escada	1,37	0,01	0,06	1,44
14	Local do operador	0,20	0,01	0,02	0,23
18	Portão da sala de alvos	0,40	0,01	0,02	0,43
19	Calçada em frente ao portão	0,00	0,00	0,01	0,01
21	Calçada (esquina)	0,00	0,00	0,00	0,00
24	Bibl./eletrônica/sala de Med.	0,00	0,00	0,00	0,00
28	Sobre a lage no centro do prédio	4,20	0,01	0,05	4,26

Idem, 45 MeV

DA	Local	Mapa D8			
		Gama	N.T.	N.T.	Total
8	Sala do Juarez	0,30	0,01	0,07	0,38
11	Sala de controle junto à escada	1,04	0,02	0,14	1,20
14	Local do operador	0,51	0,02	0,03	0,56
18	Portão da sala de alvos	0,62	0,01	0,09	0,72
19	Escada em frente ao portão	0,10	0,00	0,00	0,10
21	Calçada (esquina)	0,10	0,00	0,00	0,10
24	Bibl./eletrônica/S. Medidas	0,12	0,00	0,00	0,12
28	Sobre a Lage (centro) do prédio do acelerador	7,80	0,01	0,02	7,83

Idem, 60 MeV

DA	Local	Mapa D10				Mapa D9			
		Gama	N.T.	N.R.	Total	Gama	N.T.	N.R.	Total
8	Sala do Juarez	0,30	0,01	0,03	0,34	0,41	0,04	0,29	0,74
11	Sala contr. junto esc.	2,18	0,02	0,17	2,37	1,71	0,05	0,23	1,99
14	Local do operador	0,41	0,02	0,10	0,53	0,41	0,03	0,10	0,54
18	Portão sala de alvos	2,78	0,01	0,11	2,90	0,83	0,01	0,11	0,95
19	Esc. frente ao portão	0,00	0,00	0,02	0,02	0,10	0,00	0,01	0,11
21	Calçada (esquina)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,05
24	Bibl./Eletr./S. Med.	0,05	0,00	0,00	0,05	0,10	0,00	0,00	0,10
28	Sobre a laje (centro) do prédio do acel.	5,18	0,01	0,07	5,26	6,83	0,01	0,09	6,93

MONITORAÇÃO DE ÁREA DATA: 22.05.63 PAG: 1
 CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO: FEIXE DIRETO 57 FOLHA DE CORRE + COPIA DE FARADAY
 ENERGIA: 30. DETECTOR GAMA: MOD 440 VICTOREEN
 CORRENTE: 1.500 DETECTOR DE NEUTRÓN: MOD 488A VICTOREEN
 TAXA DE PULSAÇÃO: 60.

Mapa D7

* POSICAO (DA) *	LOCAL DE MONITORAÇÃO	* ENERGIA * MEDIA (MEV) *	TAXA DE DOSE EQUIVALENTE (REM/H)	* GAMA * NEUTRONS *	RAD. GAMA	N. TERMICOS	N. RAPIDOS	TOTAL
* 8 *	* SALA DO JUAREZ *	* .40000* .121000 *	* .1004 *	* .0024 *	* .0154 *	* .1186 *		
* 9 *	* SALA DO VACHO *	* .40000* .121000 *	* .4069 *	* .0072 *	* .0315 *	* .4455 *		
* 10 *	* QUADRO DE AVISO DA SALA DE CONTROLE *	* .30000* .060000 *	* .1004 *	* .0024 *	* .0039 *	* .1057 *		
* 11 *	* SALA DE CONTROLE - PROXIMO A ESCADA *	* .40000* .121000 *	* 1.3736 *	* .0096 *	* .0631 *	* 1.4463 *		
* 13 *	* PORTA DA SALA DE CONTROLE (PROX. PAINEL) *	* .30000* .060000 *	* .6154 *	* .0072 *	* .0093 *	* .6324 *		
* 14 *	* LOCAL DO OPERADOR *	* .30000* .060000 *	* .2017 *	* .0048 *	* .0195 *	* .2261 *		
* 15 *	* MESA ENTRE A ESCADA E O PAINEL DE CONTROLE *	* .40000* .121000 *	* .5106 *	* .0144 *	* .0531 *	* .5891 *		
* 17 *	* MESA PERTO DA PORTA DA SALA DE CONTROLE *	* .30000* .060000 *	* .2017 *	* .0048 *	* .0098 *	* .2163 *		
* 18 *	* ENCOSTADO AO PORTAO DE FERRO DA SALA DE ALVOS *	* .50000* .180000 *	* .4069 *	* .0048 *	* .0222 *	* .4339 *		
* 19 *	* CALCADA EM FRENTE AO PORTAO DE FERRO *	* .50000* .180000 *	* 1.0000 *	* .0010 *	* .0089 *	* .0099 *		
* 20 *	* CALCADA A ESQUERDA DA POSICAO DA-19 *	* .40000* .121000 *	* 0.0000 *	* 0.0000 *	* 0.0000 *	* 0.0000 *		
* 21 *	* CALCADA A DIREITA DA POSICAO DA-19 *	* .40000* .121000 *	* 0.0000 *	* 0.0000 *	* 0.0000 *	* 0.0000 *		
* 22 *	* CALCADA PERPENDICULAR DA POSICAO DA-19 *	* .40000* .121000 *	* 0.0000 *	* 0.0000 *	* 0.0000 *	* 0.0000 *		
* 23 *	* BIBLIOTECA (30 CM DA PAREDE) *	* .30000* .060000 *	* 0.0000 *	* 0.0000 *	* 0.0000 *	* 0.0000 *		
* 24 *	* SALA DE MEDIDAS (30 CM DA PAREDE) *	* .30000* .060000 *	* 0.0000 *	* 0.0000 *	* 0.0000 *	* 0.0000 *		
* 25 *	* SALA DA ELECTRONICA (30 CM DA PAREDE) *	* .30000* .060000 *	* 0.0000 *	* 0.0000 *	* 0.0000 *	* 0.0000 *		
* 25 *	* PASSAGEM PARA O PREDIO DO ACCELERADOR *	* .30000* .060000 *	* 0.0000 *	* 0.0000 *	* 0.0000 *	* 0.0000 *		
* 27 *	* NA LAJE SOBRE O LOCAL DO OPERADOR/SALA JUAREZ *	* .50000* .180000 *	* .3039 *	* .0010 *	* .0039 *	* .3137 *		
* 28 *	* NA LAJE NO CENTRO DO PREDIO *	* .50000* .180000 *	* 4.2035 *	* .0072 *	* .0445 *	* 4.2553 *		
* 29 *	* NA LAJE SOBRE O ALVO (FEIXE ANALISADO) *	* .50000* .180000 *	* 1.3735 *	* .0024 *	* .0222 *	* 1.3983 *		

CONDICIONES DE OPERACION: MONITOREO DE AREA
 ENERGIAS: 40.
 CORRIENTES: 1.000
 TAXA DE PULSACION: 60.
 DATA: 15.02.83
 CPO FARAGAY DE ALUMINIO
 DETECTOR GAMA: MOD 440 VICTOREEN
 DETECTOR DE NEUTRON: MOD 458A VICTOREEN

* POSICION (DA) *	* LOCAL DE MONITOREO *	* ENERGIA MEDIA (MEV) *	* TAXA DE DOSE EQUIVALENTE (RREM/4) *
* * *	* * *	* GAMAS * NEUTRONS *	* PAO. GAMA * N. TERMICOS * N. RAPIDOS * TOTAL *
* 5 *	* SALA DO JUAREZ *	* .40000* .241000 *	* .4068 * .0385 * .2880 * .7333 *
* 9 *	* SALA DO VACUO *	* .40000* .241000 *	* 1.2626 * .0453 * .5928 * 2.0516 *
* 10 *	* QUADRO DE AVISO DA SALA DE CONTROLE *	* .30000* .129000 *	* .2017 * .0241 * .1000 * .3258 *
* 11 *	* SALA DE CONTROLE - PROXIMO A ESCADA *	* .40000* .241000 *	* 1.7125 * .0481 * .2303 * 1.9910 *
* 13 *	* PORTA DA SALA DE CONTROLE (PROX. PAINEL) *	* .30000* .129000 *	* 1.7125 * .0573 * .3341 * 2.1044 *
* 14 *	* LOCAL DO OPERADOR *	* .30000* .129000 *	* .4368 * .0289 * .1000 * .5357 *
* 15 *	* MESA ENTRE A ESCADA E O PAINEL DE CONTROLE *	* .40000* .241000 *	* .9349 * .0385 * .2880 * 1.2614 *
* 17 *	* MESA PERTO DA PORTA DA SALA DE CONTROLE *	* .30000* .129000 *	* .4068 * .0241 * .1000 * .5309 *
* 18 *	* ENCOSTADO AO PORTAO DE FERRO DA SALA DE ALVOS *	* .50000* .180000 *	* .5275 * .0144 * .1113 * .6532 *
* 19 *	* CALCADA EM FRENTE AO PORTAO DE FERRO *	* .50000* .180000 *	* .1004 * .0010 * .0089 * .1103 *
* 20 *	* CALCADA A ESQUERDA DA POSICAO DA-19 *	* .40000* .241000 *	* .1004 * .0010 * 0.0000 * .1014 *
* 21 *	* CALCADA A DIREITA DA POSICAO DA-19 *	* .40000* .241000 *	* .0501 * 0.0000 * 0.0000 * .0501 *
* 22 *	* CALCADA PERPENDICULAR DA POSICAO DA-19 *	* .40000* .241000 *	* .0501 * 0.0000 * 0.0000 * .0501 *
* 23 *	* BIBLIOTECA (30 CM DA PAREDE) *	* .30000* .129000 *	* .1004 * 0.0000 * 0.0000 * .1004 *
* 24 *	* SALA DE MEDIDAS (30 CM DA PAREDE) *	* .30000* .129000 *	* .1004 * 0.0000 * 0.0000 * .1004 *
* 25 *	* SALA DA ELETRONICA (30 CM DA PAREDE) *	* .30000* .129000 *	* .1004 * 0.0000 * 0.0000 * .1004 *
* 26 *	* PASSAGEM PARA O PREDIO DO ACELERAADOR *	* .30000* .129000 *	* .1004 * .0024 * 0.0000 * .1029 *
* 27 *	* NA LAJE SOBRE O LOCAL DO OPERADOR/SALA JUAREZ *	* .50000* .180000 *	* .7210 * .0048 * .0222 * .7480 *
* 28 *	* NA LAJE NO CENTRO DO PREDIO *	* .50000* .180000 *	* 5.3330 * .0144 * .0390 * 5.3864 *
* 30 *	* NA LAJE SOBRE ACELERAADOR (ENTRE AS SECCOES) *	* .50000* .180000 *	* 24.4366 * .1444 * .8955 * 25.5265 *
* * *	* * *	* * *	* * *

MONITORAÇÃO DA ÁREA
 CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO: FEIXE DIRETO NA FL. DE CÍRRE + 0000 DE PARADAY
 ENERGIA: 50.
 CORRENTE: 1.000
 TAXA DE PULSAÇÃO: 50.
 DATA: 15.09.83
 DETECTOR GAMA: MTD 440 VICTOREEN
 DETECTOR DE NEUTRONS: MTD 499A VICTOREEN

PAG: 2

Mapa D10

* POSIÇÃO *	LOCAL DE MONITORAÇÃO	* ENERGIA MÉDIA (MEV) *	TAXA DE DOSE EQUIVALENTE (RSEM/H)	* GAMAS * NEUTRONS *	RAD. GAMA	N. TÊRMICOS	N. RÁPIDOS	TOTAL *
* 8 *	* SALA DO JUAREZ *	* .40000 *	* .241000 *	* .3038 *	* .0096 *	* .0238 *	* .3422 *	
* 9 *	* SALA DO VAGUO *	* .40000 *	* .241000 *	* .8275 *	* .0241 *	* .1727 *	* 1.0242 *	
* 10 *	* QUADRO DE AVISO DA SALA DE CONTROLE *	* .30000 *	* .129000 *	* .1034 *	* .0048 *	* .0057 *	* .1119 *	
* 11 *	* SALA DE CONTROLE - PRÓXIMO A ESCADA *	* .40000 *	* .241000 *	* 2.1779 *	* .0241 *	* .1727 *	* 2.3746 *	
* 13 *	* PORTA DA SALA DE CONTROLE (PROX. PAINEL) *	* .30000 *	* .129000 *	* 1.0432 *	* .0241 *	* .1334 *	* 1.2007 *	
* 14 *	* LOCAL DO OPERADOR *	* .30000 *	* .129000 *	* .4068 *	* .0193 *	* .1000 *	* .5261 *	
* 15 *	* MESA ENTRE A ESCADA E O PAINEL DE CONTROLE *	* .40000 *	* .241000 *	* 1.3736 *	* .0385 *	* .2880 *	* 1.7001 *	
* 17 *	* MESA PERTO DA PORTA DA SALA DE CONTROLE *	* .30000 *	* .129000 *	* .3038 *	* .0144 *	* .0333 *	* .3516 *	
* 18 *	* ENCRUSTADO AO PORTÃO DE FERRO DA SALA DE ALVOS *	* .50000 *	* .180000 *	* 2.7819 *	* .0144 *	* .1113 *	* 2.9076 *	
* 19 *	* CALÇADA EM FRENTE AO PORTÃO DE FERRO *	* .50000 *	* .180000 *	* 0.0000 *	* 0.0000 *	* .0222 *	* .0222 *	
* 20 *	* CALÇADA À ESQUERDA DA POSIÇÃO DA-19 *	* .40000 *	* .241000 *	* 0.0000 *	* 0.0000 *	* 0.0000 *	* 0.0000 *	
* 21 *	* CALÇADA À DIREITA DA POSIÇÃO DA-19 *	* .40000 *	* .241000 *	* 0.0000 *	* 0.0000 *	* 0.0000 *	* 0.0000 *	
* 22 *	* CALÇADA PERPENDICULAR DA POSIÇÃO DA-19 *	* .40000 *	* .241000 *	* 0.0000 *	* 0.0000 *	* 0.0000 *	* 0.0000 *	
* 23 *	* BIBLIOTECA (30 CM DA PAREDE) *	* .30000 *	* .129000 *	* 0.0000 *	* 0.0000 *	* 0.0000 *	* 0.0000 *	
* 24 *	* SALA DE MEDIDAS (30 CM DA PAREDE) *	* .30000 *	* .129000 *	* .1004 *	* 0.0000 *	* 0.0000 *	* .1004 *	
* 25 *	* SALA DA ELETRÔNICA (30 CM DA PAREDE) *	* .30000 *	* .129000 *	* .0501 *	* 0.0000 *	* 0.0000 *	* .0501 *	
* 26 *	* PASSAGEM PARA O PRÉDIO DO ACELERADOR *	* .30000 *	* .129000 *	* .0501 *	* .0024 *	* 0.0000 *	* .0525 *	
* 27 *	* NA LAJE SOBRE O LOCAL DO OPERADOR/SALA JUAREZ *	* .50000 *	* .180000 *	* .9349 *	* .0048 *	* .0222 *	* .9620 *	
* 28 *	* NA LAJE NO CENTRO DO PRÉDIO *	* .50000 *	* .180000 *	* 5.1792 *	* .0096 *	* .0658 *	* 5.2556 *	
* 29 *	* NA LAJE SOBRE O ALVO (FEIXE ANALISADO) *	* .50000 *	* .180000 *	* 3.5411 *	* .0048 *	* .0445 *	* 3.5904 *	
* * *		* * *		* * *		* * *	* * *	

Resumo das monitorações com feixe direto s/ alvo fino de cobre + copo de Faraday, antes das blindagens (corrente = 1 μ A) energia de 30 MeV.

DA	Local	Mapa A11			
		Gama	N.T.	N.R.	Total
8	Sala do Juarez	0,62	0,00	0,01	0,63
11	Sala de contr. prox. escada	1,83	0,04	0,14	2,01
14	Local do operador	0,51	0,01	0,04	0,56
18	Portão da sala de alvos	16,11	0,14	2,09	18,34
19	Calçada em frente ao portão	0,94	0,01	0,10	1,05
21	Calçada (esquina)	0,15	0,00	0,01	0,16
24	Bibl./eletr./s. de medidas	0,10	0,00	0,01	0,11
28	Laje no centro do prédio do acel.	4,75	0,01	0,05	4,81

Idem, 60 MeV

DA	Local	Mapa A12			
		Gama	N.T.	N.R.	Total
8	Sala do Juarez	1,60	0,22	0,14	3,96
11	Sala de contr. prox. escada	3,41	0,19	2,15	5,75
14	Local do operador	1,04	0,12	0,26	1,42
18	Portão da sala de alvos	40,25	0,43	6,36	47,04
19	Calçada em frente ao portão	2,54	0,05	0,83	3,42
21	calçada (esquina)	0,10	0,01	0,04	0,15
24	Bibl./eletr./s. de medidas	0,10	0,01	0,01	0,12
28	Laje no centro do prédio do acel.	15,21	0,05	0,52	15,78

CONDICOES DE OPERACAO: MONITORACAO DE AREA DATA: 14.05.68 PAG: 1
 FEIXE DIRETO NA FOLHA DE COBRE + TUBO DE PARADISI ENERGIAS: 50. DETECTOR GAMA: 440 - VICTOREEN
 CORRENTE: 1.000 DETECTOR DE NEUTRON: 440, 480-A - VICTOREEN
 TAXA DE PULSACAO: 60.

* POSICAO * (DA)	LOCAL DE MONITORACAO	* ENERGIA * MEIA (MEV)	TAXA DE DOSE EQUIVALENTE (RREM/H)
* * *	* * *	* GAMAS * NEUTRONS	* RAD. GAMA * N. TERMICOS * N. RAPIDOS * TOTAL
* 8 *	* SALA DO JUAREZ *	* .40000* .370200 *	* 1.5936 * .2165 * 2.1441 * 3.9593 *
* 9 *	* SALA DO VAGUE *	* .40000* .370200 *	* 5.2133 * .4572 * .7047 * 11.4352 *
* 10 *	* QUADRO DE AVISO DA SALA DE CONTROLE *	* .30000* .370200 *	* .3105 * .1203 * .1725 * .6037 *
* 11 *	* SALA DE CONTROLE - PROXIMO A ESCADA *	* .30000* .370200 *	* 3.4119 * .1925 * 2.1441 * 5.7485 *
* 13 *	* MESA ENTRE A PORTE E O PAINEL DE CONTROLE *	* .30000* .370200 *	* 10.2608 * .2405 * .7525 * 11.2643 *
* 14 *	* LOCAL DO OPERADOR *	* .30000* .370200 *	* 1.0432 * .1203 * .2595 * 1.4230 *
* 15 *	* MESA ENTRE A ESCADA E O PAINEL DE CONTROLE *	* .40000* .370200 *	* 1.7125 * .2203 * 1.1553 * 3.0292 *
* 17 *	* MESA PERTO DA PORTA DA SALA DE CONTROLE *	* .30000* .370200 *	* .7210 * .1203 * .2374 * 1.0787 *
* 18 *	* ENCOSTADO AO PORTAO DE FERRO DA SALA DE ALVOS *	* 1.50000* .450000 *	* 40.2507 * .4331 * 5.3548 * 47.0407 *
* 19 *	* CALCADA EM FRENTE AO PORTAO DE FERRO *	* .30000* .450000 *	* 2.5372 * .0491 * .8331 * 3.4194 *
* 20 *	* CALCADA A ESQUERDA DA POSICAO DA-19 *	* .40000* .370200 *	* .2017 * .0043 * .0425 * .2490 *
* 21 *	* CALCADA A DIREITA DA POSICAO DA-19 *	* .40000* .370200 *	* .1004 * .0072 * .0425 * .1502 *
* 22 *	* CALCADA PERPENDICULAR DA POSICAO DA-19 *	* .40000* .370200 *	* .1004 * .0024 * 0.0000 * .1029 *
* 23 *	* BIBLIOTECA (30 CM DA PAREDE) *	* .30000* .070200 *	* .1004 * .0095 * .0100 * .1209 *
* 24 *	* SALA DE MEDIDAS (30 CM DA PAREDE) *	* .30000* .070200 *	* .1004 * .0032 * .0056 * .1129 *
* 25 *	* SALA DA ELETRONICA (30 CM DA PAREDE) *	* .30000* .070200 *	* .1004 * .0024 * .0043 * .1071 *
* 26 *	* PASSAGEM PARA O PREDIO DO ACCELERADOR *	* .30000* .070200 *	* .1004 * .0077 * .0120 * .1205 *
* 27 *	* NA LAJE SOBRE O LOCAL DO OPERADOR *	* .50000* .450000 *	* .3275 * .0193 * .3539 * 1.2107 *
* 28 *	* NA LAJE NO CENTRO DO PREDIO *	* .50000* .450000 *	* 15.2116 * .0491 * .5202 * 15.7799 *
* 29 *	* NA LAJE SOBRE O ALVO (FEIXE ANALISADO) *	* .50000* .450000 *	* 15.1092 * .0953 * 1.2513 * 17.4558 *

MINISTRACAO DE AREA DATA: 04.09.83 PAC: 1
 CONDICAO DE OPERACAO: FRIXE DIRETO NA FOLHA DE CORRE + COPI DE REPADAY
 ENERGIA: 30. DETECTOR DE NEUTRON: MTD.400-A - VICTOREEN
 CORRENTE: 200. DETECTOR DE NEUTRON: MTD.400-A - VICTOREEN
 TAXA DE PULSACAO: 50.

* POSICAO * * (DA) *	LOCAL DE MONITORACAO	* ENERGIA (MeV) *	TAXA DE DOSE EQUIVALENTE (REM/4)	* GAMAS * NEUTRONS *	RAD. LAMA *	N. TERMICOS *	N. RAPIDOS *	TOTAL *
* 8 *	* SALA DO JUAREZ *	* .40000 *	* .140100 *	* .5154 *	* .0044 *	* .0143 *	* .6345 *	
* 9 *	* SALA DO VACUO *	* .40000 *	* .140100 *	* 2.7819 *	* .0095 *	* .0716 *	* 2.8631 *	
* 10 *	* QUADRO DE AVISO DA SALA DE CONTROLE *	* .40000 *	* .050100 *	* .2526 *	* .0024 *	* .0035 *	* .2586 *	
* 11 *	* SALA DE CONTROLE - PROXIMO A ESCADA *	* .40000 *	* .140100 *	* 1.8274 *	* .0345 *	* .1433 *	* 2.0092 *	
* 13 *	* MESA ENTRE A PORTA E O PAINEL DE CONTROLE *	* .40000 *	* .050100 *	* 5.9120 *	* .0044 *	* .0175 *	* 5.9392 *	
* 14 *	* LOCAL DO OPERADOR *	* .40000 *	* .050100 *	* .5106 *	* .0095 *	* .0351 *	* .5554 *	
* 15 *	* MESA ENTRE A ESCADA E O PAINEL DE CONTROLE *	* .40000 *	* .140100 *	* .1275 *	* .0239 *	* .1074 *	* .2634 *	
* 17 *	* MESA PERTO DA PORTA DA SALA DE CONTROLE *	* .40000 *	* .050100 *	* .4243 *	* .0072 *	* .0044 *	* .4299 *	
* 18 *	* ENCOSTADO AO PORTAO DE FERRO DA SALA DE ALVOS *	* .40000 *	* .450100 *	* 16.1092 *	* .1444 *	* 2.0910 *	* 18.3446 *	
* 19 *	* CALCADA EM FRENTE AO PORTAO DE FERRO *	* .40000 *	* .460000 *	* .9349 *	* .0095 *	* .1039 *	* 1.0484 *	
* 20 *	* CALCADA A ESQUERDA DA POSICAO DA-19 *	* .40000 *	* .140100 *	* .1004 *	* .0024 *	* .0072 *	* .1100 *	
* 21 *	* CALCADA A DIREITA DA POSICAO DA-19 *	* .40000 *	* .140100 *	* .1509 *	* .0010 *	* .0072 *	* .1591 *	
* 22 *	* CALCADA PERPENDICULAR DA POSICAO DA-19 *	* .40000 *	* .140100 *	* .1004 *	* .0010 *	* .0072 *	* .1085 *	
* 23 *	* BIBLIOTECA (30 CM DA PAREDE) *	* .40000 *	* .050100 *	* .1004 *	* .0024 *	* .0035 *	* .1063 *	
* 24 *	* SALA DE MEDIDAS (30 CM DA PAREDE) *	* .40000 *	* .050100 *	* .1004 *	* .0024 *	* .0035 *	* .1063 *	
* 25 *	* SALA DA FLETRONICA (30 CM DA PAREDE) *	* .40000 *	* .050100 *	* .1004 *	* 0.0000 *	* .0035 *	* .1039 *	
* 27 *	* NA LAJE SOBRE O LOCAL DO OPERADOR *	* .50000 *	* .460000 *	* 1.0777 *	* .0024 *	* .0204 *	* 1.1209 *	
* 26 *	* PASSAGEM PARA O PREDIO DO ACELERADOR *	* .30000 *	* .050100 *	* .1004 *	* .0024 *	* .0053 *	* .1081 *	
* 28 *	* NA LAJE NO CENTRO DO PREDIO *	* .50000 *	* .460000 *	* 4.7540 *	* .0072 *	* .0519 *	* 4.8132 *	
* 29 *	* NA LAJE SOBRE O ALVO (FRIXE ANALISADO) *	* .50000 *	* .460000 *	* 4.2036 *	* .0199 *	* .1460 *	* 4.3695 *	

APÊNDICE IICORREÇÃO DO EFEITO DA PULSAÇÃO NA CÂMARA MOD. 488A DA
VICTOREEN

Com finalidade ilustrativa são dadas abaixo tabelas da taxa de exposição corrigida pela equação 2, para cada escala de leitura da câmara de ionização utilizada nos levantamentos de área, para as taxas de pulsação do acelerador de 60 e 120 pps.

TABELA II.1.- Escala de 0 - 10 mR/h.

Leitura (mR/h)	Valor corrigido (mR/h)	
	para 60pps	para 120pps
1,00	1,04	1,02
2,00	2,18	2,09
3,00	3,41	3,20
4,00	4,75	4,36
5,00	6,21	5,56
6,00	7,80	6,82
7,00	9,53	8,14
8,00	11,41	9,51
9,00	13,45	10,94
10,00	15,67	12,42

TABELA II.2 - Escala de 0 - 30 mR/h.

Leitura (mR/h)	Valor corrigido (mR/h)	
	para 60pps	para 120pps
10,00	11,05	10,51
12,50	14,16	13,30
15,00	17,44	16,16
17,50	20,88	19,09
20,00	24,49	22,09
22,50	28,28	25,17
25,00	32,26	28,32
27,50	36,43	31,56
30,00	40,84	34,88

TABELA II.3 - Escala de 0 - 100 mR/h.

Leitura (mR/h)	Valor corrigido (mR/h)	
	para 60pps	para 120pps
30	31,39	30,69
40	42,50	41,24
50	53,94	51,92
60	65,74	62,78
70	77,89	73,80
80	90,42	85,00
90	103,52	96,36
100	116,62	107,89

TABELA II.4 - Escala de 0 - 300 mR/h.

Leitura (mR/h)	Valor corrigido mR/h	
	para 60pps	para 120pps
100	101,01	100,50
125	126,58	125,78
150	152,27	151,13
175	178,09	176,54
200	204,05	202,01
225	230,14	227,55
250	256,36	253,15
275	282,70	278,82
300	309,18	304,54

APÊNDICE IIICORREÇÃO DO EFEITO DA PULSAÇÃO NO MONITOR 488-A
DA VICTOREEN

A obtenção experimental do valor do produto dos parâmetros λT , utilizado na correção do efeito da pulsação pela equação (4), foi efetuada segundo o método desenvolvido na referência 6. Este método consiste em se efetuar medidas da taxa de contagem \dot{N}_L acusada pelo detector para vários valores da corrente média i do acelerador e ajustar os parâmetros da seguinte função:

$$\dot{N}_L = \frac{1}{A_1} \ln (1 + A_1 \cdot A_2 \cdot i) \quad (\text{III.1})$$

O parâmetro A_1 descreve as perdas por saturação e é dado por:

$$A_1 = \frac{\lambda T}{60p} \quad (\text{III.2})$$

onde: λ é a constante de decaimento da população de nêutrons térmicos no moderador de polietileno.

T é o tempo morto do detector de nêutrons térmicos.

p é a taxa de pulsação do acelerador (em pulsos/segundo).

O parâmetro A_2 é a constante de proporcionalidade entre o número real de contagem \dot{N}_R (número de nêutrons capturados pelo detector) e a corrente da máquina (6,12):

$$\dot{N}_R = A_2 \cdot i \quad (\text{III.3})$$

Deve-se notar que esta relação (III.3) é válida para geometria e condição de operação da máquina fixadas.

Os dados experimentais são apresentados na tabela III.1 e o ajuste é mostrado na figura III.1. O exp. foi feito na energia de 60 MeV e taxa de repetição de 60pps.

TABELA III.1 - \dot{N}_L em função de i .

corrente (μA)	taxa de contagem (cpm)
0,0168	8743 \pm 35
0,0321	16230 \pm 57
0,0501	24193 \pm 70
0,0676	30944 \pm 88
0,1042	43265 \pm 120
0,1219	48600 \pm 127

Os parâmetros ajustados são:

$$A_1 = (0,1315 \pm 0,0019) \times 10^{-4}$$

$$A_2 = 561,453 \pm 1949$$

de onde obtem-se para o produto das constantes $\lambda T = (4,73 \pm 0,07) \times 10^{-2}$ (pulsos.seg⁻¹)/cont.min⁻¹).

Na tabela III.2 é apresentada a taxa de contagem corrigida e a perda percentual, devido ao efeito da pulsação, em função da taxa de contagem acusada pelo monitor em toda a sua faixa de operação, calculado pela equação (4).

A perda percentual é definida por:

$$p = \frac{\dot{N}_R - \dot{N}_L}{\dot{N}_L} \times 100 \quad (\text{III.4})$$

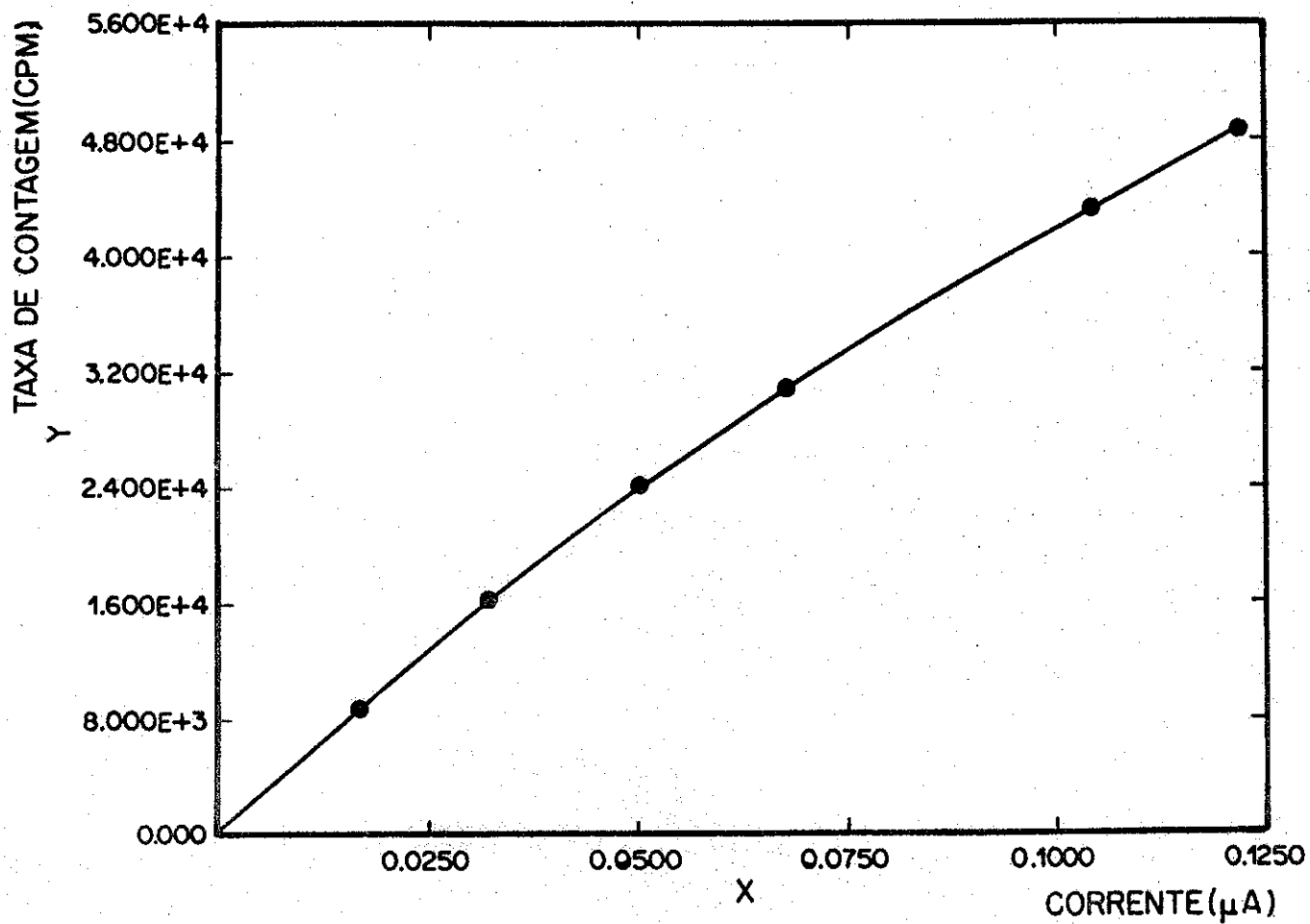


Figura III-1 - Taxa de contagem em função da corrente do acelerador.

Na figura III.2 a perda percentual é dada em função da taxa de contagem acusada pelo detector para regime de operação do acelerador de 60 e 120 pulsos/segundo. A taxa de contagem corrigida pode ser obtida de maneira razoavelmente precisa por:

$$\dot{N}_R = \dot{N}_L + \frac{p}{100} \dot{N}_L \quad (\text{III.5})$$

a partir da figura III.2.

TABELA III.2 - Correção do efeito da pulsação no monitor mod. 488-A da Victoreen para nêutrons rápidos.

Taxa de contagem lida no monitor (cont./min)	Taxa de contagem corrigida e perda			
	para operação a 60pps		para operação a 120pps	
	(cont./min)	%	(cont./min)	%
1000	10,06	0,6	10,03	0,3
2000	20,27	1,3	20,13	0,7
3000	30,60	2,0	30,30	1,0
4000	41,07	2,7	40,53	1,3
5000	51,68	3,4	50,83	1,7
6000	62,43	4,1	61,20	2,0
7000	73,32	4,7	71,64	2,3
8000	84,36	5,5	82,14	2,7
9000	95,54	6,2	92,72	3,0
10000	106,87	6,9	103,36	3,4
15000	165,81	10,5	157,64	5,1
20000	228,75	14,4	213,74	6,9
30000	367,76	22,6	331,62	10,5
50000	707,10	41,4	591,95	18,4
75000	127,819	70,4	969,38	29,3
100000	207,146	107,1	141,421	41,4
150000	470,401	213,6	255,638	70,4
200000	978,352	389,2	414,293	107,1
300000	3849,553	1183,2	940,802	213,6

APÊNDICE IV

FATORES DE CALIBRAÇÃO PARA A MONITORAÇÃO DE NÊUTRONS NO LAL COM O MOD. 488-A DA VICTOREEN.

TABELA IV.1 - Nêutrons rápidos - taxa de contagem (cpm) no monitor mod. 488-A da Victoreen correspondente a 1mrem/h.

Locais	Energia do feixe (MeV)		
	30	45	60
Sala de controle (exceto junto à escada), calçadas externas (exceto junto ao portão da sala de alvos), biblioteca, eletrônica e sala de medidas	2600	1900	1500
Sala do Juarez, sala de vácuo, sala de controle próximo a escada. calçadas próximas ao portão da sala de alvos	1600	1100	900
Junto e em frente ao portão da sala de alvos, sobre a laje do prédio do acelerador	1000	1000	1000

OBS.: Estes valores não devem ser extrapolados linearmente para altas taxas de contagem (acima de 20.000 cpm) sem antes se corrigir as perdas por efeito da pulsação (ver apêndice III) pois o erro é maior que 10%.

TABELA IV.2 - Nêutrons rápidos: Taxa de contagem (cpm) no monitor mod. 488-A da Victoreen (detector dentro da caixa) para atingir 2,5 mrem/h (max. permissível para trabalhadores em regime de 40h/semana).

Local	Energia do feixe (MeV)		
	30	45	60
Sala de controle (exceto junto à escada), calçada externa (exceto junto ao portão), sala de medidas, eletrônica e biblioteca.	6500	4750	3750
Sala do Juarez, sala de vácuo, próximo a escada na sala de controle, calçadas próximo ao portão da sala de alvos.	4000	2750	2250
Junto e em frente ao portão da sala de alvos e sobre a laje do prédio do acelerador.	2500	2500	2500

OBSERVAÇÕES

1. Para indivíduos do público o máximo permissível é 10% dos valores acima.
2. Estas relações não devem ser extrapoladas para altas taxas de contagem sem se corrigir as perdas devido ao efeito da pulsação (em 20.000 cpm a perda é maior que 10%, (ver apêndice III).
3. Deve-se acrescentar à taxa de dose equivalente para nêutrons rápidos (obtida pela tabela acima), a taxa de dose equivalente devido a nêutrons térmicos e a gamas para obter a taxa de dose equivalente total. Para radiação gama a leitura da taxa de exposição em mR/h é numericamente igual (aproximadamente) à taxa de dose equivalente em mrem/h.

TABELA IV.2 - Nêutrons térmicos: Taxa de contagem no monitor mod. 488-A da Victoreen (fora do moderador e da caixa) para atingir 2,5 mrem/h.

Todos os locais, independente da pulsação e da energia do acelerador 26.000 cpm.

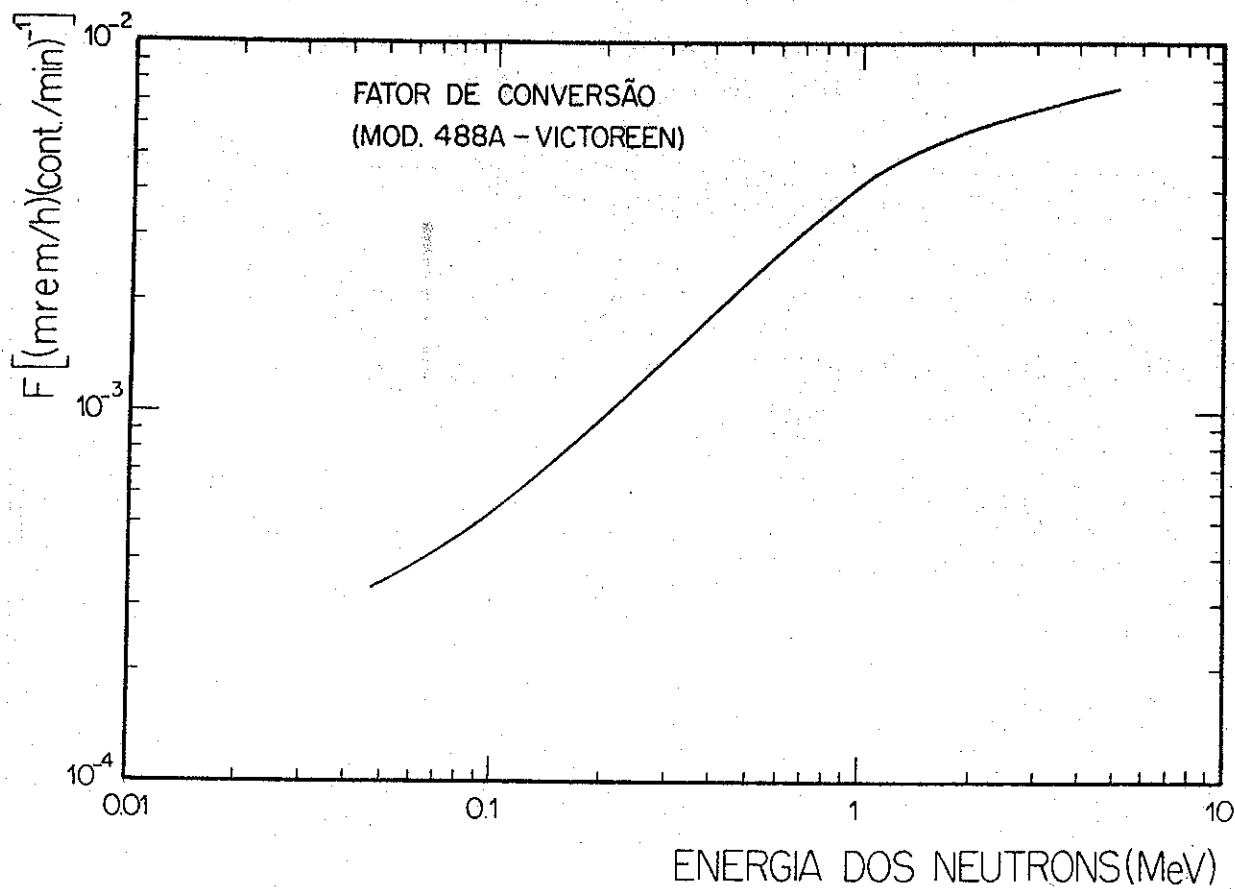


Figura IV-1 - Fator de conversão de taxa de contagem para taxa de dose equivalente para o monitor mod. 488-A da Victoreen em função da energia média dos nêutrons.