

$^{201}\text{Tl}$ . O  $^{201}\text{Tl}$  produzido possui uma alta pureza radionuclídica, que foi comprovada utilizando-se um detector Ge(Li) (figura 4.15.2.).

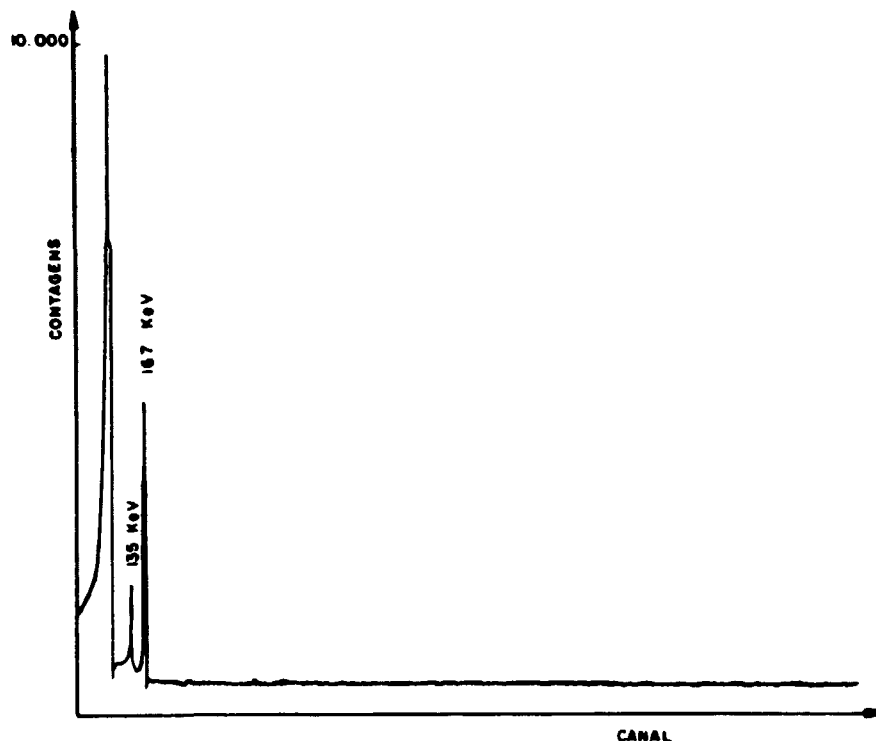


Fig. 4.15.2. Espectro do  $^{201}\text{Tl}$  radionuclidicamente puro.

A próxima etapa deste trabalho será a aplicação do  $^{201}\text{Tl}$  em animais para testes biológicos.

#### REFERÊNCIAS:

1. L.C. Brown, A.P. Callahan, M.R. Skidmore e T.B. Nislon, Int. J. Appl. Rad. Isotopes, 24, 651 (1973).
2. O.N. Brown e A. McGlynn, Fifty-third General Meeting of the American Electrochemical Society, held at Bridgeport, Conn., April 28, 351 (1928).
3. M.A.Z.S. Costa, DEMA/IEN, comunicação particular.

#### 4.16. PRODUÇÃO DE $^{77}\text{Br}$ .

✓ M.A.V. Bastos, A.G.da Silva, A.C. e Silva, F.C.M. Teixeira, A.S. de Souza.

O bromo-77 tem sido produzido no ciclotron do IEN pela reação  $^{75}\text{As}(\alpha, 2n)^{77}\text{Br}$ . O método inicialmente usado para a separação As-Br, destilação do Br a partir do alvo de As dissolvido em  $\text{H}_2\text{SO}_4$  e  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , foi abandonado devido ao baixo rendimento (inferior a 40%). Procurando-se otimizar as condições de separação, outro método foi testado: a troca iônica.

Na produção de  $^{77}\text{Br}$  o alvo usado tem uma espessura de  $93,7 \text{ mg/cm}^2$  e é de  $\text{As}_2\text{O}_3$  (pó) prensado em um suporte de alumínio, coberto com uma folha fina ( $3,36 \text{ mg/cm}^2$ ), também de alumínio (janela), que é usada para evitar que alguma parte desagregada do alvo contamine o tubo de transporte do feixe. A energia do feixe é degradada pelo alvo de 28 a 14 MeV, faixa de energia onde se consegue a maior produção do  $^{77}\text{Br}$  conforme sua função excitação<sup>(1)</sup>. O trióxido de arsênio foi escolhido porque apresenta melhores características que os demais compostos de arsênio<sup>(2)</sup>. Esse alvo quando irradiado perpendicularmente ao feixe resistiu a uma corrente máxima de  $2 \mu\text{A}$ , que é baixa.

Uma alternativa para possibilitar o aumento dessa corrente é melhorar a dissipação de calor no alvo. Isso foi feito usando-se um porta-alvos em que o alvo faz um ângulo de  $10^\circ$  com o feixe. A área de irradiação desse alvo é cinco vezes maior que a do alvo perpendicular. Nesse porta alvos, o alvo foi irradiado com uma corrente de  $10 \mu\text{A}$ , e a atividade de bromo-77 obtida foi de  $2,3 \text{ mCi}$ . Essa atividade foi menor do que a esperada ( $3 \text{ mCi}$ ), devido à perda de alvo (pó) por ocasião da desmontagem do porta-alvos.

O processamento do material irradiado é feito basicamente em 3 etapas: dissolução do alvo, separação As-Br e tratamento do  $^{77}\text{Br}$  eluído.

O alvo irradiado é dissolvido em 10 ml de hidróxido de amônio concentrado juntamente com alguns miligramas de hidroxilamina hidróclórica ( $\text{OHNH}_3\text{Cl}$ ), que é usada para reduzir algum bromo a brometo. A solução é evaporada à secura e redissolvida com 10 ml de  $\text{HCl}$   $0,1 \text{ M}$ . O bromo é eluído da coluna com ácido clorídrico  $8 \text{ M}$ , após a eluição do arsênio com

HCl 0,1 M. A curva de eluição (figura 4.16.1.) apresentou um rendimento de 97% e um volume inferior a 15 ml de eluído para retirada do  $^{77}\text{Br}$ . Alternativamente, o bromo pode ser eluído da resina com uma solução de  $\text{NaNO}_3$  2 M, também com um bom rendimento (figura 4.16.2.).

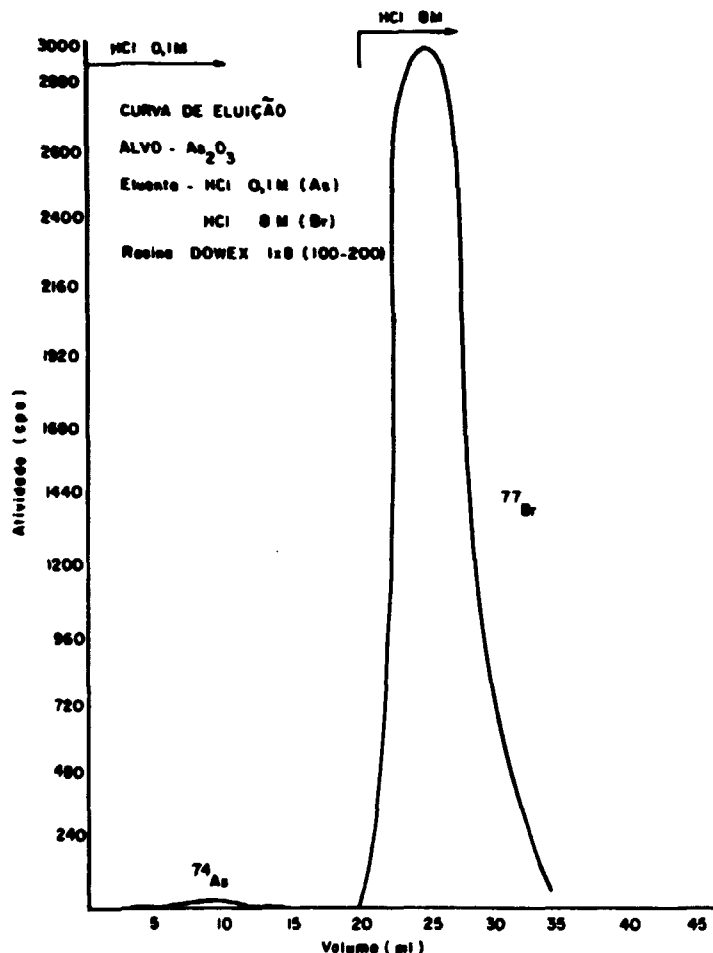


Fig. 4.16.1. Curva de eluição As/Br.

Em todas as curvas de eluição, o  $^{74}\text{As}$  formado pela reação  $^{75}\text{As}(\alpha, n)^{74}\text{As}$  foi usado como traçador. Além disso, foi usado o método GUTZEIT<sup>(3)</sup> para determinação de arsênio, quando não se observava mais o  $^{74}\text{As}$  por espectrometria gama.

O  $^{77}\text{Br}$  é obtido livre de carregador, e isso torna o seu manuseio mais difícil. Vários métodos foram testados para extrair o  $\text{Br}^-$  da solução de HCl 8 M:

a) neutralização do ácido com  $\text{NH}_4\text{OH}$  e extração do  $\text{NH}_4\text{Br}$

- formado com acetona, com rendimentos da ordem de 60%;
- b) evaporação da solução até a secura ou a volumes bem reduzidos, com rendimentos que variam de 44% a 89%;
- c) evaporação a baixa pressão até volumes da ordem de 0,2 ml.

O método (c) foi o que apresentou os melhores resultados. Nesse processo os rendimentos variam de 80% até quase 100%. Foram feitos testes para saber se, após a evaporação, a concentração de HCl teria variado. Foi verificado que a concentração baixava para 6,7 M. O volume resultante da solução evaporada foi neutralizado com NaOH 6,7 M e diluído até uma solução de NaCl 0,9% (fisiológica), com cerca de 8,8 ml.

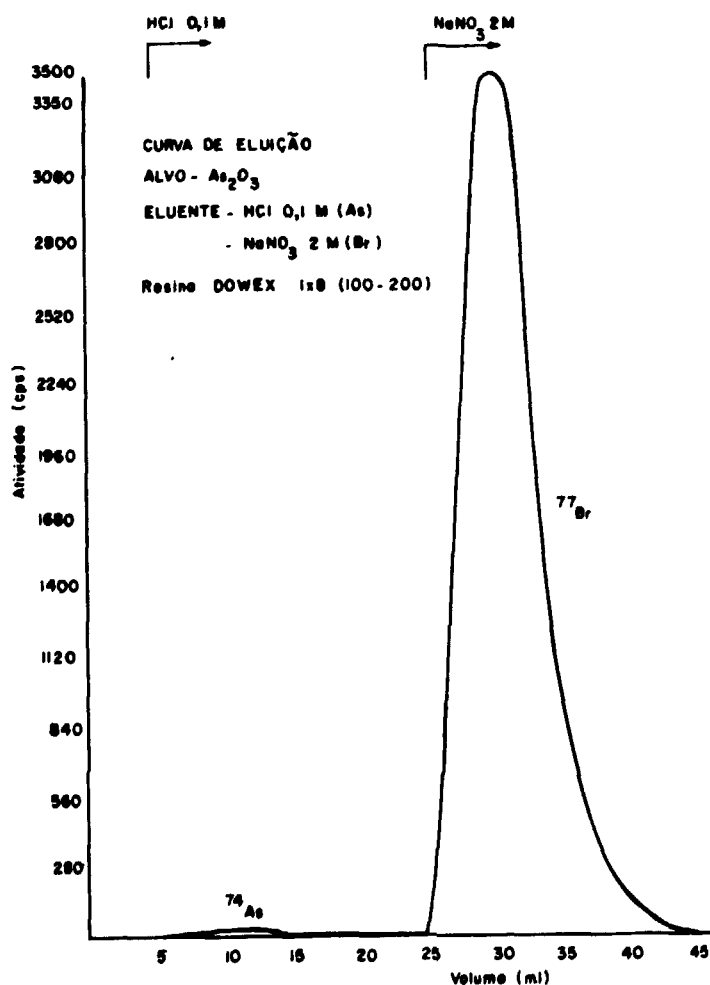


Fig. 4.16.2. Curva de eluição As/Br.

O controle radionuclídico do produto final é feito usando-se um detector Ge(Li) acoplado a um analisador multi-canal. Um espectro deste produto pode ser visto na figura 4.16.3.

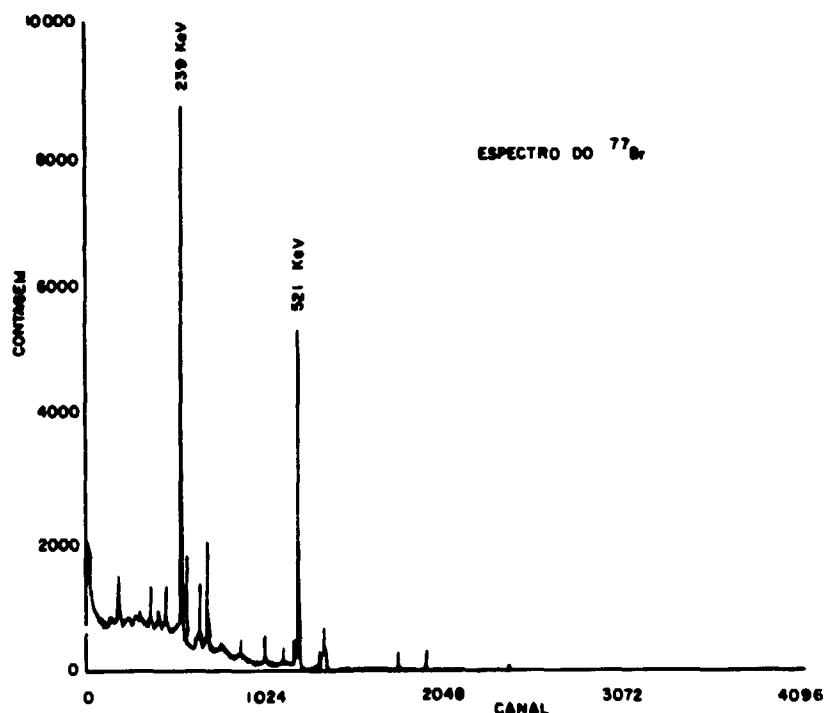


Fig. 4.16.3. Espectro do  $^{77}\text{Br}$  radionuclidicamente puro.

O controle de pureza química é feito usando-se "SPOT TEST" para As, que é a única substância tóxica que poderia estar presente no produto final. Esse teste é feito usando-se o método de GUTZEIT, que tem uma sensibilidade de 1 ppm. A pirogenicidade é controlada atualmente minimizando-se o volume final da solução. Mais tarde será feito o controle usando-se o teste de LIMULUS. A esterilidade é feita usando-se filtros MILLIPORE e levando-se a autoclave a aparelhagem e o produto final.

Para esse processo de obtenção de  $^{77}\text{Br}$ , foi montada uma célula de processamento totalmente remoto. Na figura 4.16.4. pode ser visto um desenho esquemático do interior dessa célula. No becher (1) são feitas a dissolução e redissolução do alvo. A solução é passada no filtro de placa porosa (2) e recolhida no frasco (3). Usando-se ar comprimido, a solução é levada para a coluna (4), onde é feita a separação As-Br, o

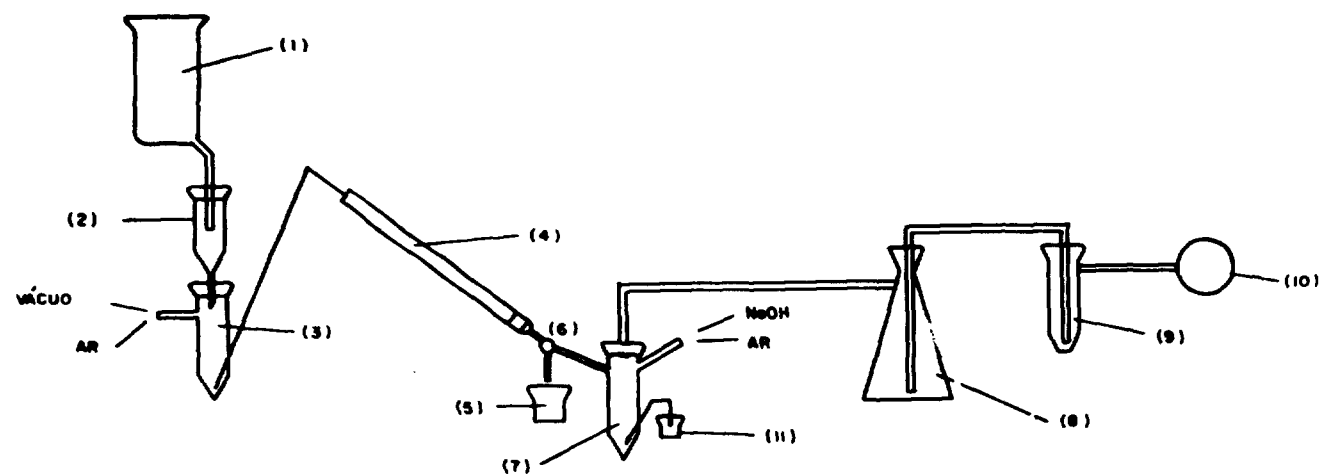


Fig. 4.16.4. Esquema do interior da célula de processamento remoto do  $^{77}\text{Br}$ .

- (1) dissolução e redissolução
- (2) filtração
- (3) recolhimento do filtrado
- (4) separação
- (5) As (eluído)
- (6) válvula de 3 vias
- (7) Br (eluído)
- (8) frasco de segurança
- (9) armadilha de NaOH
- (10) bomba de vácuo
- (11) produto final ( $^{67}\text{Ga}$ )

arsênio é eluído para o becher (5) e o bromo para o frasco (7); isso é feito por meio de uma válvula de 3 vias (6). No frasco (7) são feitas a evaporação a vácuo, a neutralização e a diluição. Por último, o produto final é levado para um frasco (11) onde está pronto para ser utilizado. O kitasato (8) é usado para evitar que algum NaOH da armadilha (9) vá para o frasco (7), caso haja refluxo. Esta armadilha é utilizada para evitar que vapores de HCl contaminem a bomba de vácuo (10).

#### REFERÊNCIAS:

1. S.L. Waters, A.D. Nunn e M.L. Thakur, J. Inorg. Nucl. Chem. 35, 3413 (1973).
2. A.D. Nunn e S.L. Waters, Int. J. Appl. Radiat. Isotopes 26, 731 (1975).
3. F. Feigel, "SPOT TEST IN INORGANIC ANALYSIS", Elsevier Publishing Company, pag. 387 (1958).

#### 4.17. PRODUÇÃO DE $^{67}\text{Ga}$ .

*D.F.S. Chamma, A.G. da Silva, R. Weinreich, F.C.M. Teixeira, A.C. e Silva, A.S.F. de Souza.*

Na medicina nuclear, o  $^{67}\text{Ga}$  ( $t_{1/2} = 78,3$  h) é largamente usado como localizador de tumores em tecidos moles. Sua produção, a partir de um alvo de zinco metálico, de 0,55 mm de espessura, com um feixe incidente de prótons de 24 MeV de energia, no ciclotron CV-28 do Instituto de Engenharia Nuclear, foi iniciada a partir das reações  $^{68}\text{Zn}(p,2n)^{67}\text{Ga}$  e  $^{67}\text{Zn}(p,n)^{67}\text{Ga}$ .

Usando-se um porta-alvo inclinado, de geometria elíptica<sup>(1)</sup>, que não altera a massa do alvo e diminui o valor da espessura para 1/5, favorecendo, portanto, a refrigeração, a corrente máxima foi de 17  $\mu\text{A}$ . Um outro tipo de alvo foi testado para que a dissipação de calor fosse aumentada. Este foi preparado fazendo-se eletrodeposição de zinco (92,7 mg/cm<sup>2</sup>) em um filme fino de níquel, anteriormente depositado em uma placa de cobre de 1,5 mm de espessura. A corrente máxima suportada por este tipo de alvo foi de 50  $\mu\text{A}$ .