



APLICAÇÃO DA RADIAÇÃO E RADIOISÓTOPOS NA INDÚSTRIA,
MEDICINA E MEIO AMBIENTE - ATIVIDADES DESENVOLVIDAS
NO IPEN-CNEN/SP

MARIA HELENA DE OLIVEIRA SAMPA¹
PAULO ROBERTO RELA²
WANDERLEY DE LIMA³

RESUMO

O IPEN por meio da sua Coordenadoria de Aplicação na Engenharia e Indústria- TE, é responsável no país pelo desenvolvimento, disseminação e suporte tecnológico para as indústrias locais na aplicação da radiação e radioisótopos em processos de produção de modo a tornar os seus produtos modernos e competitivos a níveis internacionais. Na área da saúde, desenvolve processos de esterilização de produtos para aplicação médica e fontes radioativas para aplicação no tratamento de câncer (braquiterapia). No meio ambiente desenvolve processos para tratamento de efluentes industriais líquidos e gasosos utilizando fontes intensas de radiação.

ABSTRACT

IPEN through it's Department of Application on Engineering and Industry - TE has the responsibility to develop, disseminate and give the support on the applications of radioisotope and radiation technologies used in local industries to improve the quality and the competitiveness of their products. In the health area develops process to the sterilization of medical products and sources for cancer treatment (brachytherapy). In environmental preservation develops electron beam processing for the removal and or degradation of liquid and gaseous wastes from industries.

1. INTRODUÇÃO

A aplicação da radiação e radioisótopos tem contribuído para o País ao longo dos últimos anos para o aumento da eficiência das indústrias, na preservação do meio ambiente e na terapia de enfermidades. As principais

IPEN / CNEN - SP
BIBLIOTECA
Produção Científica

¹ Ph. D. Tecnologia Nuclear, Chefe da Supervisão de Aplicações do IPEN-CNEN/SP

² Eng. Mecânico, Gerente de Desenvolvimento de Produtos e Serviços do IPEN-CNEN/SP

³ Físico, Chefe do Depto. de Aplicações na Engenharia e na Indústria do IPEN-CNEN/SP



instalações do IPEN-TE são: um acelerador de elétrons industrial de 1,5MeV e 37,5KW, uma fonte panorâmica de ^{60}Co com atividade de 3000Ci, um Ciclotron de 24MeV e celas de processamento de fontes radioativas para aplicação na medicina, indústria e para produção de materiais radioativos, utiliza o reator do IPEN - IEA-R1 de 2MW. As áreas de atuação do IPEN-TE são apresentadas.

2. PROCESSOS INDUSTRIAIS

A utilização da tecnologia da radiação em processos industriais é bastante difundida nos países desenvolvidos e comparando-a com processos convencionais apresenta vantagens de menor consumo de energia, melhor aproveitamento da matéria prima e menor ou nenhuma liberação de agentes poluentes para o meio ambiente.

A utilização da radiação na modificação das propriedades de polímeros é uma das aplicações comerciais de maior crescimento na última década. É utilizada nos seguintes processos: reticulação de isolantes de fios e cabos elétricos permitindo aumento da resistência ao calor, à dureza, resistência à tração, à alongação, etc, na cura de resinas em superfícies de madeira, papel e metais, na fabricação de chapas e tubos termorretráteis e degradação de polímeros (fabricação de adesivos e lubrificantes)⁽⁴⁾.

O IPEN foi responsável no país, pela introdução da tecnologia da irradiação na reticulação de fios e cabos. O seu acelerador de elétrons permite a mais de 8 empresas nacionais que utilizam esse processo na confecção de produtos de qualidade, Figura 1. Em conjunto com empresas da região, está desenvolvendo as aplicações da radiação para a cura de polímeros em substratos de madeiras e papéis, formulações para produção de espumas de polietileno, intensificação de cores em gemas para aumentar o seu valor comercial, estudos



de vulcanização da borracha (látex), estudos de irradiação de alimentos (desinfestação de frutas, inibição da germinação, pasteurização), etc.

3. APLICAÇÃO DE RADIOTRACADORES

3.1 INDÚSTRIA

Trata-se da utilização de radioisótopos na determinação de parâmetros tais como vazão, tempo de residência, cinética de mistura e concentração de substâncias em plantas industriais, também são utilizados no diagnóstico de processos para determinação de vazamentos, obstruções e desgastes. É uma técnica que permite a observação de reações químicas e processos físicos em sistemas fechados com alta pressão e temperatura. A sua principal característica é a de ser uma técnica de medida em tempo real e não invasiva ⁽⁴⁾.

As principais aplicações feitas pelo IPEN são com radioisótopos produzidos no seu reator IEA-R1 (^{203}Hg , ^{60}Co , ^{82}Br , ^{192}Ir , ^{131}I), prestando os seguintes serviços: determinação de desgaste em refratários de alto forno, determinação do volume imobilizado de mercúrio em cubas eletrolíticas de indústrias químicas (soda caustica), determinação do tempo de residência em lagoas de tratamento de efluentes ou em reatores químicos.

3.2 HIDROLOGIA

A utilização de traçadores em estudos do meio ambiente é amplamente empregada porque estes quando incorporados a um meio, permitem determinar as características em praticamente todas as etapas do ciclo hidrológico principalmente em estudos de determinação da vazão líquida, transporte de sedimentos em rios, infiltração da água de precipitação no sub-solo, velocidade e



direção do fluxo da água subterrânea e dispersão de poluentes em rios e oceanos⁽¹⁾.

Os traçadores radioativos artificiais, geralmente produzidos em reatores nucleares, conseguem uma maior representatividade e por isso tem preferência em vários estudos. Entre os mais utilizados citam-se o ^{82}Br , ^{131}I , ^{24}Na , ^{51}Cr , ^{110}Ag , ^{198}Au e Trítio (na forma de água tritiada: HTO).

4. EQUIPAMENTOS NUCLEÔNICOS DE CONTROLE DE PROCESSOS

São equipamentos que utilizam radioisótopos (fontes seladas) para fornecer continuamente informações de parâmetros para controle de produção e qualidade em plantas industriais.

Os principais radioisótopos (fontes seladas) utilizados em equipamentos nucleônicos são: ^{241}Am , ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{55}Fe , ^{252}Cf , ^{147}Pm , ^{85}Kr , ^{204}Tl , $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$.

As principais aplicações na indústria são: (a) engenharia civil: umidade e densidade de solos; (b) indústria alimentícia: nível de líquidos em latas e garrafas; (c) indústria de tabaco: densidade de cigarros; (d) indústria têxtil: espessura de recobrimentos de materiais plásticos; (e) indústria de madeira e papel: espessura e conteúdo de minerais no papel, densidade de "liquors"; (f) indústria de borracha: espessura de borracha calandrada; (g) indústrias químicas e de plásticos: espessura de laminados, nível de líquidos e sólidos em containers e vazão de líquidos e sólidos; (h) indústria de cimento: densidade de misturas e nível de carregamento de esteiras transportadoras; (i) indústria de vidro: espessura de vidro e umidade da areia; (j) indústria petrolífera: densidade, nível e



volume na indústria petroquímica e refinarias, conteúdo de enxofre em petróleo⁽⁴⁾.

No Brasil, mais de 300 empresas utilizam equipamentos nucleônicos no controle de seus processos de fabricação. O IPEN-TE permite a estas empresas assessoria técnica na seleção e operação segura destes equipamentos e também, no fornecimento de fontes seladas (^{60}Co) para recarga/manutenção destes equipamentos.

5. RADIOGRAFIA INDUSTRIAL

A gamagrafia (radiografia industrial por raios gama) é largamente empregada em indústrias de construção pesada e petroquímica. O propósito da radiografia é detectar falhas, imperfeições de estruturas, e principalmente, a determinação da qualidade de juntas soldadas.

O IPEN-TE é o único fornecedor nacional de fontes seladas de ^{192}Ir principal radioisótopo utilizado na radiografia industrial, atendendo aproximadamente 45 empresas nacionais especializadas neste tipo de serviço, produzindo uma média anual de 300 fontes com diversas geometrias e atividades radioativas variando de 10Ci a 150Ci. Figura 2.

6. APLICAÇÃO NA MEDICINA E SAÚDE

Nos países industrializados entre 40% e 50% dos produtos médicos são esterilizados por processos de irradiação e estima-se que esta porcentagem nos próximos anos alcance valores próximos a 80%. O processo de irradiação emprega fontes do radioisótopo ^{60}Co ou acelerador de elétrons e provou ser melhor que o método convencional que utiliza óxido de etileno em relação a



segurança dos operadores e usuários, na confiabilidade da desinfecção e simplicidade do processo ⁽²⁾.

O IPEN-TE com seu irradiador panorâmico de ^{60}Co presta serviços para a comunidade científica no desenvolvimento de processos de irradiação de produtos para aplicação médica e também desenvolve pesquisas de formulações de materiais radioesterilizáveis e membranas hidrofílicas (hidrogéis) para tratamento de queimaduras e ulcerações. Figura 3.

Para aplicação de radioisótopos na terapia de enfermidades o IPEN-TE, desenvolveu e já está fornecendo para a comunidade médica fontes de ^{192}Ir no formato de fios com 50cm de comprimento e 0,5mm de diâmetro. A atividade específica é de aproximadamente 3mCi/cm, para serem aplicados no tratamento de diversos tipos de câncer (Braquiterapia)⁽⁵⁾.

Nesse processo, a radiação destrói com eficiência as células malignas. Quando o material radioativo é colocado direto com o tumor, a área a ser irradiada recebe grandes doses e o tecido periférico é parcialmente protegido. Adicionalmente, tal técnica viabiliza o tratamento em áreas reduzidas e em tempos relativamente curtos. Figura 4.

A planta de produção de fontes radioativas de ^{192}Ir do IPEN-TE, visa substituir importações, reduzir custos e permitir o acesso dessa tecnologia à camada mais carente da população

7. APLICAÇÃO NO MEIO AMBIENTE

A preservação do meio ambiente hoje é altamente priorizada e a poluição da água e do ar vem causando grandes preocupações devido ao seu alto potencial de risco para a saúde das populações. As técnicas convencionais



demonstram serem impróprias ou de baixa eficiência no tratamento destes efluentes e hoje são estimuladas as pesquisas de métodos alternativos de tratamento.

Neste sentido o IPEN-TE, montou uma planta piloto em seu acelerador de elétrons para o tratamento de águas residuárias atuando em duas áreas: a) desinfecção de microorganismos patogênicos presentes em efluentes líquidos de plantas convencionais de tratamento de esgotos residenciais; b) tratamento de efluentes industriais contaminados com produtos químicos tóxicos⁽⁶⁾. A Figura 5 mostra desenho esquemático da planta piloto.

Para o tratamento de gases provenientes de plantas de combustão, carvão ou petróleo, está sendo montada uma planta em escala piloto também utilizando o acelerador de elétrons para o desenvolvimento de processo para remoção do NO_x e SO₂ presentes em elevadas quantidades quando são queimados combustíveis fósseis nacionais com altos teores de enxofre⁽³⁾.

8. CONSIDERAÇÕES

A experiência do IPEN-TE na aplicação das técnicas industriais nos últimos anos permitiram a transferência de considerável número de benefícios práticos para a nossa sociedade, principalmente na disponibilidade de produtos de qualidade e de menor custo de fabricação contribuindo também para o desenvolvimento econômico do país.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) AOKI,P.; BOMBONATO JR., C.; MALOSZEWSKI,P. Determination of Hydrodynamic Parameters in the Paiva Castro Reservoir Using Artificial



Tritium. In: Proc. Int. Symp. on Isotopes in Water Res. Manag. Held in Vienna, Austria, 20-24 March 1995.

(2) MACHI S.; IYER R. Nuclear and radiation applications in industry: tools for innovation. IAEA BULLETIN, 36, nº 1, 3-6, 1994.

(3) POLI, D.C.R.; VIEIRA, J.M.; RIVELLI, V.; LAROCA, M.E. Estudo sobre o tratamento de gases tóxicos SO₂ e NO_x provenientes de combustão de óleo ou carvão por aceleradores de elétrons. VI Congresso Brasileiro de Energia, I Seminário Latino Americano de Energia, 1993.

(4) RELA, P. R. Industrial applications of radioisotopes and radiation in Brazil. IAEA. Third Meeting of Project Coordinators - ARCAL XVI, México, 24-28 Junho 1995.

(5) ROSTELATO, M.E.C.M.; RELA, P.R.; ROCCA, H.C.C.; LEPKI, W.; DIAS, W.; RACY, M.; NIETO, W. REIS, A. Iridium radioactive sources production for brachytherapy use. Physics in Medicine & Biology, 39, part I, 178, 1994.

(6) SAMPA, M.H.O.; VIEIRA, J.M.; CALVO, W.A.; RELA, P.R.; BORRELY, S.I. Design and Construction of a pilot plant to treat wastewater and industrial effluents by electron beam accelerator. IAEA Regional Seminar on Environmental Applications of Isotopes and Radiation to Latin America and Caribe, realizado de 9 a 13.08.93, Santiago, Chile.

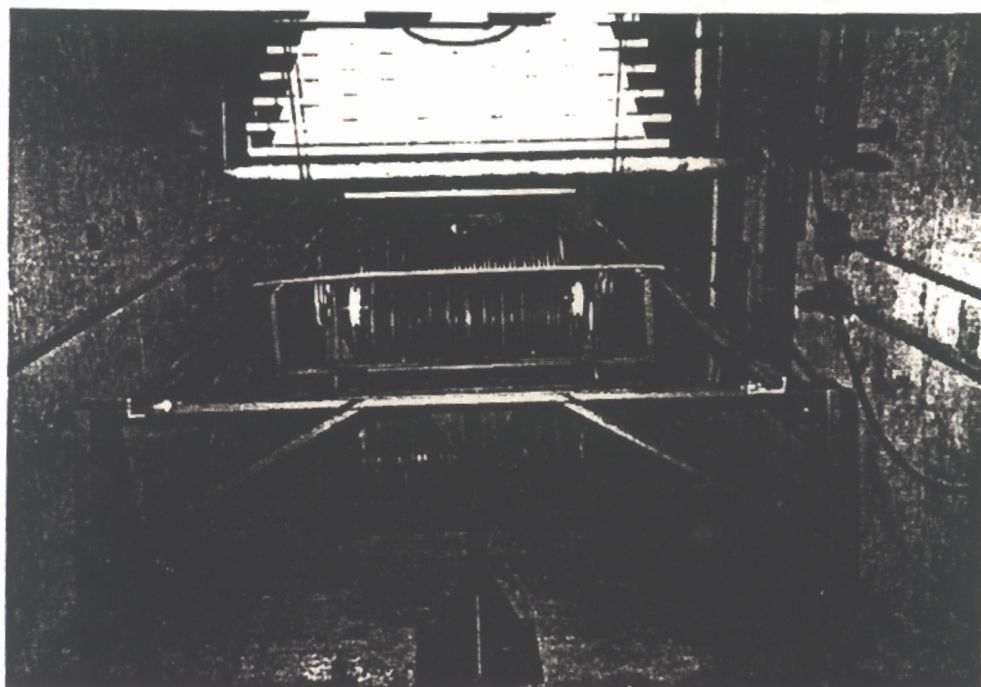
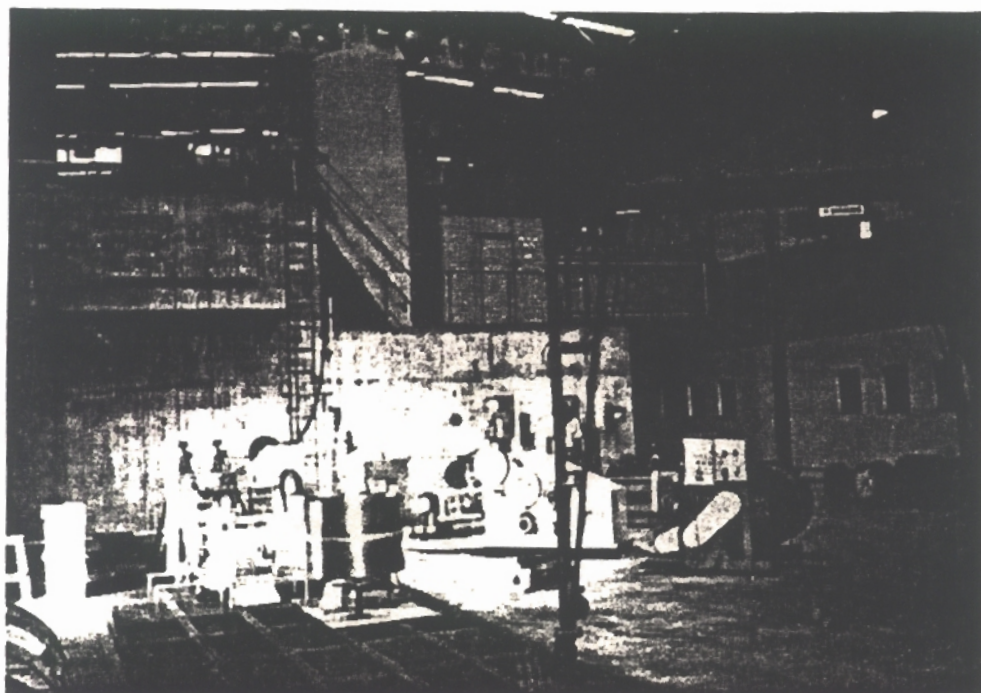


FIGURA 1. ACELERADOR DE ELÉTRONS - DISPOSITIVO DE
IRRADIAÇÃO DE FIOS E CABOS:

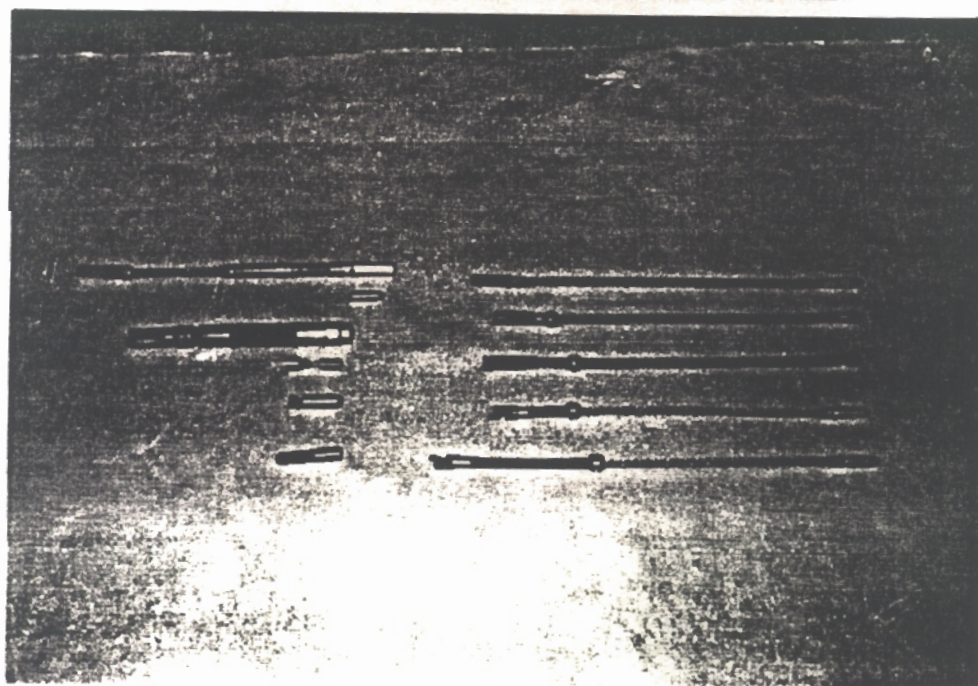
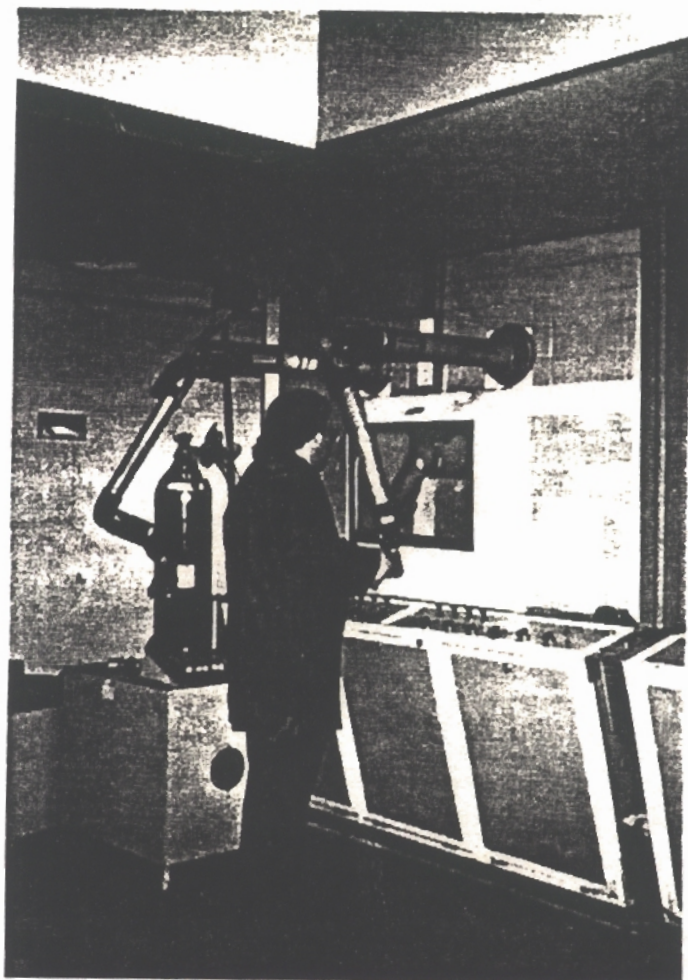


FIGURA 2. HOT CELL PARA PROCESSAMENTO DE FONTES PARA
GAMAGRAFIA - TIPOS DE PORTA-FONTES.

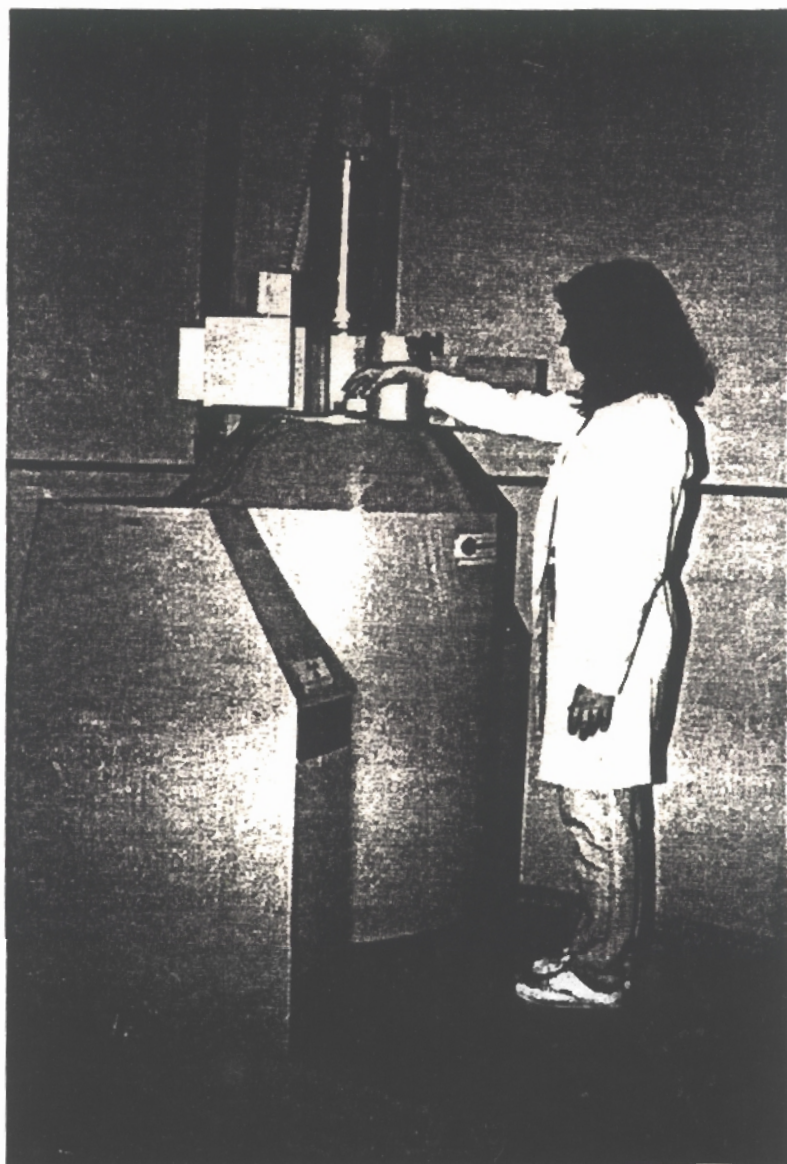
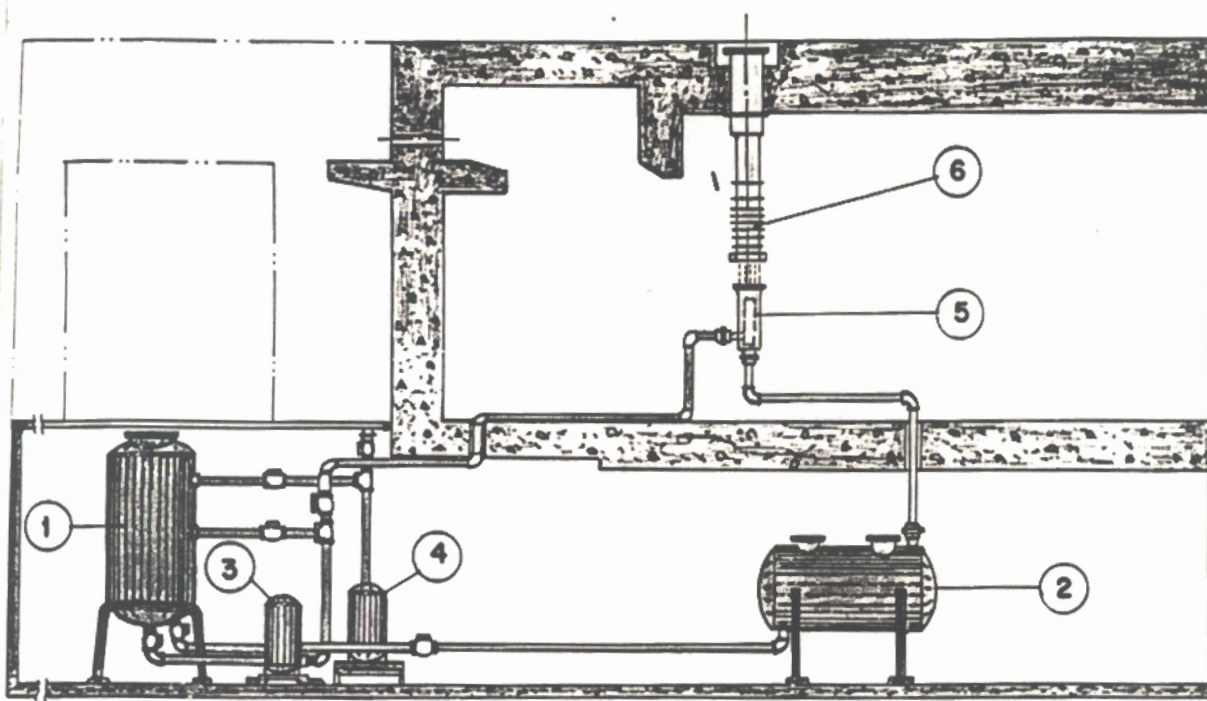


FIGURA 3. IRRADIADOR DE COBALTO - 60.



FIGURA 4. EXEMPLO DE APLICAÇÃO DE FIOS DE
IRÍDIO-192 EM BRAQUITERAPIA.



LEGENDA

- 1 - TANQUE DE ESTOCAGEM
- 2 - TANQUE DE COLETA
- 3 - BOMBA DE HOMOGENEIZAÇÃO
- 4 - BOMBA DE ALIMENTAÇÃO
- 5 - CAIXA DE IRRADIAÇÃO
- 6 - ACELERADOR DE ELÉTRONS

TÍTULO:
DESENHO ESQUEMÁTICO DA PLANTA PILOTO

FIGURA 5. DIAGRAMA DA PLANTA PILOTO INSTALADA NO IPEN
PARA TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS