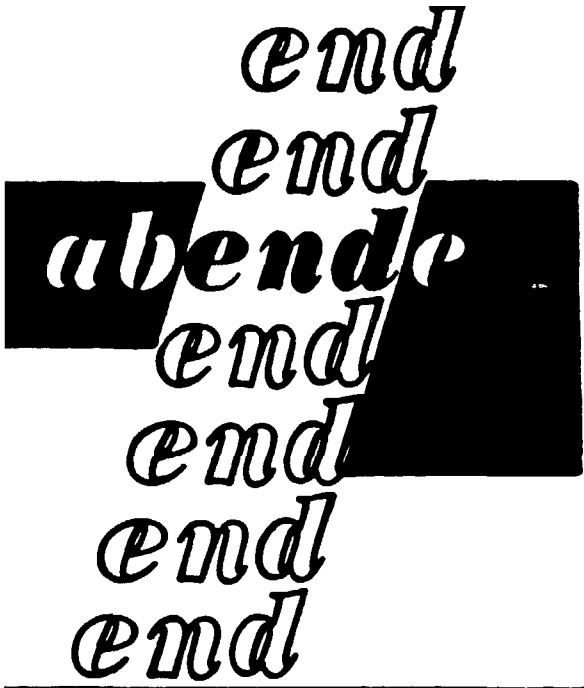


BR 9126735  
INIS - BR - 2479



O EMPREGO DE BLINDAGENS PORTÁTEIS - "GAMMASHIELD"

EM RADIOGRAFIA INDUSTRIAL

Eng. José Anísio de Oliveira e Silva  
CMCQ - CONSTRUÇÃO, MONTAGEM E CONTROLE DE QUALIDADE LTDA.

Eng. José Eduardo Gandara Costas  
CMCQ - CONSTRUÇÃO, MONTAGEM E CONTROLE DE QUALIDADE LTDA.

Trabalho apresentado no X Congresso Anual de Ensaios Não Destrutivos, Salvador, setembro, 1990.

As informações e opiniões contidas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es)

SINÓPSE

Apresentamos neste evento um equipamento de blindagem portátil para utilização em radiografia industrial, denominado "GAMMASHIELD".

Tal equipamento foi idealizado a fim de minimizar os danos ocasionados pela utilização de materiais radioativos em exames radiográficos industriais, e consiste num dispositivo ajustável ao corpo do objeto examinado, que incorpora em sua estrutura um colimador e um escudo, num arranjo geométrico que assegura a absorção da radiação direcionada pelo colimador, após esta atravessar tanto o objeto examinado quanto o filme radiográfico.

## 1. INTRODUÇÃO

O GMMASHIELD é um equipamento prático e funcional para utilização em exames por gamagrafia em tubulações ou assemelhados e se notabiliza pela eficiência com que faz a blindagem das radiações ionizantes empregadas em tais exames, protegendo seus usuários e o público em geral dos danos físicos associados com a exposição a doses elevadas de radiação.

O objetivo deste trabalho é apresentar um modelo de dispositivo de blindagem de radiação com baixo custo de produção industrial, dotado de requisitos de robustez, simplicidade estrutural e praticidade utilitária, que ofereça a seus usuários uma forma mais segura e eficaz de execução de exames por gamagrafia, garantindo, de maneira sistemática e consistente, a manutenção dos níveis de taxas de exposição mais baixas possíveis durante a execução de gamagrafias em zonas urbanas, campo e regiões de alta densidade populacional.

## 2. HISTÓRICO

Como é de conhecimento público, os exames por gamagrafia utilizam os raios gama para mostrar a presença de certas características ou descontinuidades internas dos materiais. Os exames baseiam-se na capacidade apresentada por radiações de pequeno comprimento de onda, emitidas por aparelhos de raio X ou por fontes radicativas, de atravessarem materiais opacos à luz comum. Parte da radiação emitida atravessa o objeto examinado e outra parte é absorvida, dependendo de vários fatores como intensidade e comprimento de onda da radiação, bem como do tipo e da espessura do material.

Onde existe um vazio ou descontinuidade, há menos material para absorver a radiação e assim, a quantidade de radiação que atravessa um objeto pode não ser a mesma em todas as regiões.

Essa radiação emergente irá impressionar um filme radiográfico, formando uma imagem cujas áreas mais escuras indicam a existência de cavidades internas ou regiões de menor espessura no objeto examinado, nas quais o feixe de radiação foi menos absorvido. De maneira análoga, as áreas mais claras da imagem radiográfica indicam a existência de regiões de maior espessura, ressaltos interiores ou exteriores ao objeto radiografado, nas quais o feixe de radiação foi mais absorvido.

A exposição de organismos vivos a radiações ionizantes produz, em maior ou menor grau, modificações ou destruição de suas células. Esses efeitos, que podem ser somáticos, manifestando-se apenas no indivíduo irradiado ou genéticos, transmitindo-se a seus descendentes, dependem do tipo e da energia da radiação, assim como do tempo de exposição. Provocam a nível celular a inibição da capacidade reprodutiva, alterações morfológicas e funcionais, além da destruição de tecidos. A nível orgânico, seus efeitos mais perigosos incluem as perturbações genéticas, as malformações congênitas, os cânceres e a leucemia.

Por causa dos perigos envolvidos, as fontes radioativas devem ser manidas com cuidado, sendo necessário o emprego de aparelhos irradiadores especialmente projetados para permitir a sua guarda, transporte e utilização em condições aceitáveis de segurança. Para execução de exames por gamagrafia, um dispositivo de comando à distância, acionado pelo operador, provoca a saída de fonte do interior do irradiador e o seu deslocamento, através de um tubo-guia usualmente desprotegido, até o local que se deseja radiografar.

### 3. TÉCNICAS DE REDUÇÃO DE TAXAS DE EXPOSIÇÃO

Apresentamos a seguir uma breve discussão a respeito das técnicas atualmente utilizadas para reduzir as taxas de exposição a radiações durante a execução de exame por gamagrafia em regiões de elevada densidade populacional.

As radiações emitidas por uma fonte radioativa que esteja fora do aparelho irradiador se propagam em todas as direções, mantendo taxas de exposição elevadas num raio de até algumas centenas de metros, como exemplificado na Tabela 1, onde são indicadas as distâncias em que ocorrem as taxas de exposição de  $6,45 \times 10^{-7}$  C/Kgh (2,5 m R/h) e  $1,29 \times 10^{-8}$  C/Kgh (0,05 m R/h), respectivamente associadas aos limites derivados do trabalho admissíveis para exposição de trabalhadores e do público em geral (08 horas/dia, 05 dias/semana).

As dificuldades envolvidas na observância das distâncias de isolamento necessárias aumentam em zonas urbanas, regiões de densidade populacional mais elevada e plantas onde vários equipamentos estão em operação. Os códigos de construção de tubulações de distribuição de fluidos bem como os de construção de equipamentos, exigem a frequente execução de exames por gamagrafia, de maneira a verificar a integridade das soldas realizadas e aumentar o coeficiente de segurança das linhas e equipamentos construídos. Como existe a necessidade de retirar das áreas que apresentam taxas de exposição superiores às admissíveis, todos os indivíduos do público, inclusive aqueles empregados nas atividades de construção e montagem das tubulações e equipamentos em geral, a execução das gamagrafias não pode ser concomitante com aquelas atividades, provocando a necessidade de programação de trabalhos noturnos, dificuldades na coordenação dos serviços, além de outros transtornos.

As técnicas atualmente utilizadas para reduzir as taxas de exposição durante a execução de gamagrafias em zonas urbanas e regiões de elevada densidade populacional são duas: o emprego de colimadores, algumas vezes em conjunto com blindagens de campo (chapas de chumbo montadas em suportes metálicos) e a execução da gamagrafia no interior da vala aberta para assentamento da tubulação, de maneira a utilizar como blindagens os próprios taludes de terra.

O emprego de colimadores, associados ou não a blindagens de campo, apresenta os seguintes problemas:

- . Dificuldade de fixação do colimador na tubulação ou equipamento a ser radiografado.
- . Dificuldade do posicionamento correto das blindagens de campo em relação ao feixe colimado de radiação.
- . Elevado peso das placas de chumbo empregadas como blindagens de campo, acarretando considerável dificuldade em seu manuseio.

Já a utilização da técnica de radiografia no interior da vala, apresenta os seguintes problemas:

- . Ausência completa de proteção na direção paralela ao eixo da vala.
- . Dificuldades adicionais para execução da gamagrafia.
- . Dificuldades para execução dos serviços de construção e montagem das tubulações, uma vez que tanto as soldas quanto os seus reparos devem forçosamente ser executados no interior da vala, o que não somente implica na diminuição do ritmo dos serviços, como também no aumento do risco de acidentes.

As dificuldades operacionais associadas com ambas as técnicas correntemente utilizadas, sua eficácia discutível, bem como as pressões da comunidade e da opinião pública, nem sempre pertinentes, mas mesmo assim crescentes e importantes, definem claramente a necessidade de se garantir de maneira sistemática e consistente, a manutenção dos níveis de taxas de exposição mais baixas possíveis durante a execução de gamagrafias em zonas urbanas, campo e regiões de alta densidade populacional.

**TABELA 1**

Atividade TBq (Ci)	Distância na qual $\dot{x} = 6,45 \times 10^{-7}$ C/Kgh ( $\dot{x} = 2,5$ mR/h) (m)	Distância na qual $\dot{x} = 1,29 \times 10^{-8}$ C/Kgh ( $\dot{x} = 0,05$ mR/h) (m)
0,185 (05)	31,62	223,61
0,370 (10)	44,72	316,23
0,555 (15)	54,77	387,30
0,740 (20)	63,25	447,21
0,925 (25)	70,71	500,00
1,110 (30)	77,50	547,72
1,295 (35)	83,66	591,61
1,480 (40)	89,44	632,45
1,665 (45)	94,87	670,82
1,850 (50)	100,00	707,11
2,035 (55)	104,88	741,62
2,220 (60)	109,54	774,60
2,405 (65)	114,01	806,23
2,590 (70)	118,32	836,66
2,775 (75)	122,47	866,02
2,960 (80)	126,49	894,43
3,145 (85)	130,38	921,95
3,330 (90)	134,16	948,68
3,515 (95)	137,84	974,70
3,700 (100)	141,42	1.000,00

#### 4. CRITÉRIOS DE PROJETO

Para emprego em serviços de gamagrafia em zonas urbanas ou regiões de alta densidade populacional, como indústrias, refinarias, plataformas de exploração de petróleo ou barcaças de lançamento de dutos, uma blindagem de radiação deve apresentar, como características principais, eficácia, confiabilidade e facilidade de manuseio.

Com o objetivo de atingir a eficácia desejada, o equipamento apresentado foi dimensionado de modo a apresentar à fonte radioativa, em todas as direções, uma espessura mínima de blindagem de 9 HVL (half value layer), com um fator de redução de ordem de 500.

Comparando-se os valores de taxa de exposição da Tabela I, sem o emprego de blindagem, com aqueles da Tabela II, com a utilização de uma blindagem de 9 HVL, verifica-se para uma determinada atividade de fonte, uma redução de 22 vezes nas distâncias em que ocorrem as taxas de exposição de .....  $6,45 \times 10^{-7}$  C/Kgh (2,5 mR/h) e  $1,29 \times 10^{-8}$  C/Kgh (0,05 mR/h), respectivamente associadas aos limites derivados de trabalho citados anteriormente, admissíveis para exposição de trabalhadores e do público em geral. As distâncias de isolamento assim obtidas são de uma ordem de grandeza plenamente compatível com os espaços disponíveis para isolamento de zonas urbanas, partindo-se do pressuposto de se utilizar fontes com atividades máximas em torno de 1,11TBq (30 Ci).

Para atingir a confiabilidade desejada, o equipamento apresentado foi projetado de maneira a assegurar a manutenção do arranjo geométrico entre as partes constituintes de sua blindagem, além de eliminar a necessidade de emprego de tubos-guia nas operações de gamagrafia, ao permitir a conexão e o travamento dos irradiadores diretamente à sua própria estrutura. Essa última característica, reduzindo o percurso da fonte a apenas alguns centímetros, e mantendo-a sempre no âmbito de uma blindagem adequada, virtualmente elimina a possibilidade de ocorrência de acidentes no recolhimento da fonte, infelizmente rotineiros nos equipamentos convencionais.

Para atingir a facilidade de manuseio desejada, o equipamento apresentado foi projetado de maneira a incorporar o mínimo peso de blindagem e a possuir, nos casos de gamagrafia em tubulações uma estrutura que permite sua fixação ajustada envolvendo a junta a ser gamagrafada, sendo ainda possível a montagem gradativa de seus componentes em locais de acesso difícil. Nos casos de gamagrafia em equipamentos como tanques e vasos de aço carbono, além das características já citadas, o GAMMASHIELD possui um sistema de posicionamento por meio de ímãs permanentes que garantem seu correto posicionamento, rigidez e segurança.



TABELA 11

Atividade TBq (Ci)	Distância na qual $\dot{x} = 6,45 \times 10^{-7}$ C/Kgh ( $\dot{x} = 2,5$ mR/h) (m)	Distância na qual $\dot{x} = 1,29 \times 10^{-8}$ C/Kgh ( $\dot{x} = 0,05$ mR/h) (m)
0,185 (05)	1,41	9,88
0,379 (10)	2,00	13,97
0,555 (15)	2,45	17,11
0,740 (20)	2,83	19,76
0,925 (25)	3,16	22,10
1,100 (30)	3,46	24,20
1,295 (35)	3,74	26,15
1,480 (40)	4,00	27,95
1,665 (45)	4,24	29,64
1,850 (50)	4,47	31,25
2,035 (55)	4,69	32,77
2,220 (60)	4,90	34,23
2,405 (65)	5,10	35,63
2,590 (70)	5,29	36,97
2,775 (75)	5,48	38,27
2,960 (80)	5,66	39,53
3,145 (85)	5,83	40,75
3,330 (90)	6,00	41,92
3,515 (95)	6,16	43,08
3,700 (100)	6,32	44,19

## 5. DESCRIÇÃO DO EQUIPAMENTO

O GAMMASHIELD consiste de um dispositivo ajustável ao corpo do objeto a ser examinado, incorporando um colimador e um escudo dimensionados e geometricamente arranjados de tal maneira que as radiações se limitem a impressionar o filme radiográfico empregado no exame, sem atingir de forma danosa pessoas ou objetos que estejam nas proximidades.

O equipamento de blindagem de radiação se compõe essencialmente de uma armação articulada, de um colimador e de um escudo, ambos construídos de material capaz de absorver radiações.

A armação articulada é construída com dimensões tais que permitem o seu ajuste em torno da junta soldada de um determinado diâmetro nominal de tubulação. O sistema de fecho e trava de que é dotada, possibilita sua fixação em torno da junta, de maneira que fique assegurada a manutenção das posições relativas entre o colimador e o escudo.

O colimador é dotado de um sistema de engate tipo macho e fêmea destinado a permitir a conexão de um poço receptor projetado para se fixar num aparelho irradiador convencional e de um conduto de colimação cuidadosamente dimensionado de maneira que toda a radiação emitida pela fonte seja absorvida, com exceção daquela que está direcionada para atingir o filme radiográfico.

O escudo é dimensionado de maneira a ter tanto o comprimento quanto a largura ligeiramente superiores às mesmas dimensões dos filmes empregados no exame radiográfico de juntas de um determinado diâmetro nominal de tubulação. Dessa maneira, a radiação que não é absorvida no colimador, e atravessa tanto a junta examinada quanto o filme radiográfico, é absorvida pelo escudo.

O funcionamento do equipamento pode ser descrito como segue:

A armação articulada é colocada ajustadamente envolvendo a junta a radiografar. Com o filme radiográfico colocado em posição, o sistema de fecho e trava é acionado, travando o equipamento na tubulação. O poço receptor é fixado ao aparelho irradiador e em seguida conectado ao colimador, por meio do sistema de engate tipo macho e fêmea. Acionada pelo operador, a fonte radioativa se desloca para o interior do poço receptor, adequadamente blindado pelo material absorvente colimador, até atingir a extremidade do poço receptor, onde fica posicionada.

A radiação emitida pela fonte é colimada, num feixe piramidal, diretamente em direção ao escudo, que a absorve após ter atravessado tanto o objeto a ser gamagrafado quanto o filme. Como o arranjo geométrico e a dispo-

sição relativa do colimador e do escudo são tais que a radiação emitida pela fonte tem que atravessar as camadas de material absorvente, quer do colimador, quer do escudo, o efeito é o da criação de condições adequadas de segurança, tanto para os operadores quanto para os indivíduos do público situado nas proximidades.

## 6. CONCLUSÃO

O GAMMASHIELD é um equipamento que garante o perfeito ato de colimação e direcionamento do feixe de radiação contra um escudo dimensionado para sua absorção, disposto de tal maneira que as radiações se limitem a impressionar o filme radiográfico empregado no exame, sem atingir de forma danosa pessoas, objetos ou seres vivos que estejam nas proximidades.