



TÉCNICO
LISBOA

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

POLO DE LOURES

LABORATÓRIO DE PROTECÇÃO E SEGURANÇA RADIOLÓGICA

ESTRADA NACIONAL 10 (AO KM 139,7); 2695-066 BOBADELA LRS

TEL: 21 994 6292; E-MAIL: dprsn.secretariado@ctn.ist.utl.pt

LABORATÓRIO DE METROLOGIA DAS RADIAÇÕES IONIZANTES

Certificado nº.: 2016/096

Cliente: Tabal Sepor

Morada: Estrada da Serração n.º 3, 2125/316 Muge

Assunto:

A informação contida neste certificado resulta dos testes de atenuação realizados a placas de material Sepor Barita, com diferentes espessuras, de acordo com a metodologia descrita na norma IEC 61331-1:1994, utilizando para o efeito as qualidades de radiação N-80, N-100, N-120 e N-150, descritas na norma ISO 4037-1:1996.

1. INTRODUÇÃO

Foram determinadas as propriedades de atenuação de placas, com diferentes espessuras, de material SEPOR BARITA, utilizando para o efeito as qualidades de radiação N-80, N-100, N-120 e N-150, descritas na norma ISO 4037-1:1996. Neste estudo foi utilizada a metodologia experimental “narrow beam” de medição descrita na norma IEC 61331-1:1994. Dos resultados obtidos foi determinado o coeficiente de atenuação mássico e a espessura equivalente de chumbo deste material.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

De acordo com o fabricante o material Sepor Barita é um reboco de protecção radiológica, que pode ser substituído na utilização de chumbo para atenuação de feixes de radiação ionizante de utilização em diagnóstico. De acordo com o fabricante, a densidade deste material é de 2,2 kg/dm³. As placas utilizadas neste estudo foram no total seis com as espessuras descritas na tabela 1.

Tabela 1: Espessuras das placas de Sepor Barita utilizadas neste estudo.

| | Placa_1 | Placa_2 | Placa_3 | Placa_4 | Placa_5 | Placa_6 |
|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Espessura (mm) | 14,9 | 16,9 | 22,8 | 19,5 | 28,3 | 32,0 |
| Desvio padrão (mm) | 0,4 | 0,3 | 1,0 | 0,8 | 0,6 | 1,4 |

A geometria experimental utilizada na determinação das propriedades de atenuação deste material é a descrita na norma IEC 61331-1:1994, denominada de “Geometria de feixe estreito (narrow beam)”, apresentada na figura 1.

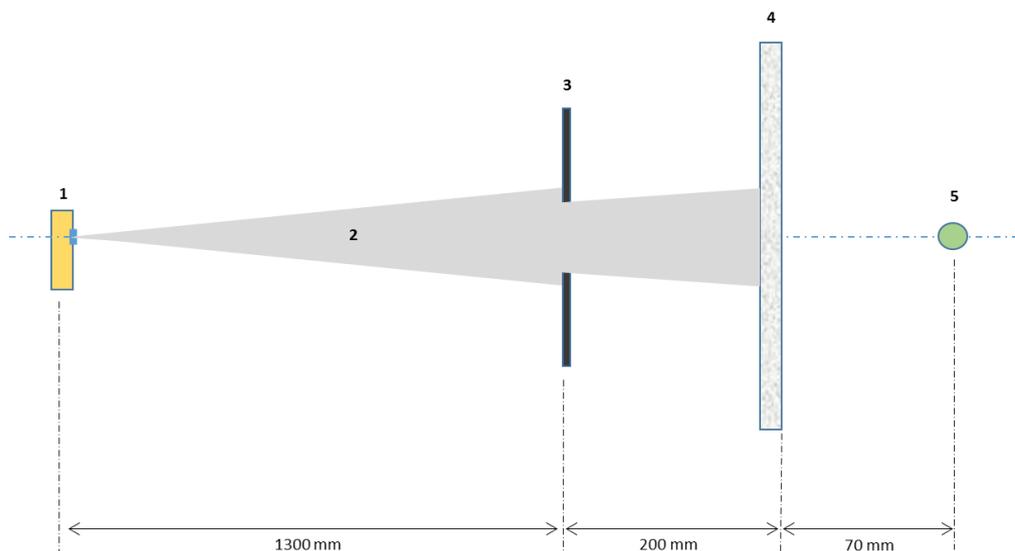


Figura 1: Esquema da geometria de feixe estreito, de irradiação das placas de Sepor Barita, onde 1 é o sistema de radiação X, 2 é o feixe de radiação X, 3 é a colimação intermédia. 4 é a placa de material em teste e 5, o detector.

As qualidades de radiação utilizadas para este estudo e as suas características são descritas na tabela 2.

Tabela 2: Características das qualidades de radiação, descritas na ISO 4037 -1:1996, utilizadas neste estudo.

| | Potencial no tubo (kV) | Energia média (keV) | Filtração adicional (mm) | 1º HVL |
|-------|------------------------|---------------------|--------------------------|---------|
| N-80 | 80 | 65 | 4,0 Al + 2,0 Cu | 0,58 Cu |
| N-100 | 100 | 83 | 4,0 Al + 5,0 Cu | 1,11 Cu |
| N-120 | 120 | 100 | 4,0 Al + 5,0 Cu + 1,0 Sn | 1,71 Cu |
| N-150 | 150 | 118 | 4,0 Al + 2,5 Sn | 2,36 Cu |

Para a realização das medições foi utilizada uma câmara de ionização PTW M23331 com 1 cm³ de volume sensível conectada a um electrómetro PTW UNIDOS E.

A metodologia de medição aplicada consistiu na realização de cinco medições iniciais sem placa de atenuação e de seguida cinco medições com cada uma das placas disponibilizadas para teste. Adicionalmente foram feitas medições das condições ambientais de modo a normalizar as medições às condições ambientais padrão, nomeadamente à temperatura de 20 °C, pressão de 1013,25 hPa e humidade relativa de 50 %.

Foi calculado, a partir dos resultados experimentais, o coeficiente de atenuação mássico, μ/ρ , deste material Sepor Barita, e ainda a espessura equivalente de chumbo deste material, para

cada uma das qualidades de radiação utilizadas, utilizando para o efeito os dados do coeficiente de atenuação mássico do chumbo publicados pelo National Institute of Standards and Technology (NIST).

3. RESULTADOS

3.1. Resultados para N-80

Os resultados experimentais obtidos são apresentados na tabela 3. Nesta tabela constam os resultados das medições da câmara de ionização sem material atenuador (espessura 0 mm) e com as diferentes placas fornecidas para a execução deste estudo.

Tabela 3: Resultados experimentais com as placas de Sepor Barita utilizadas neste estudo.

| Espessura (mm) | 0 | 14,9 | 16,9 | 19,5 | 22,8 | 28,3 | 32,0 |
|------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|
| Medição (pC/min) | 27,10 | 0,06 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| Desvio padrão (pC/min) | 0,13 | 0,06 | 0,04 | 0,08 | 0,06 | 0,05 | 0,05 |

A partir dos resultados obtidos e constantes na tabela 3, obtém-se a relação de atenuação (I/I_0) das diferentes espessuras do material atenuador. Estes resultados são representados na figura 2.

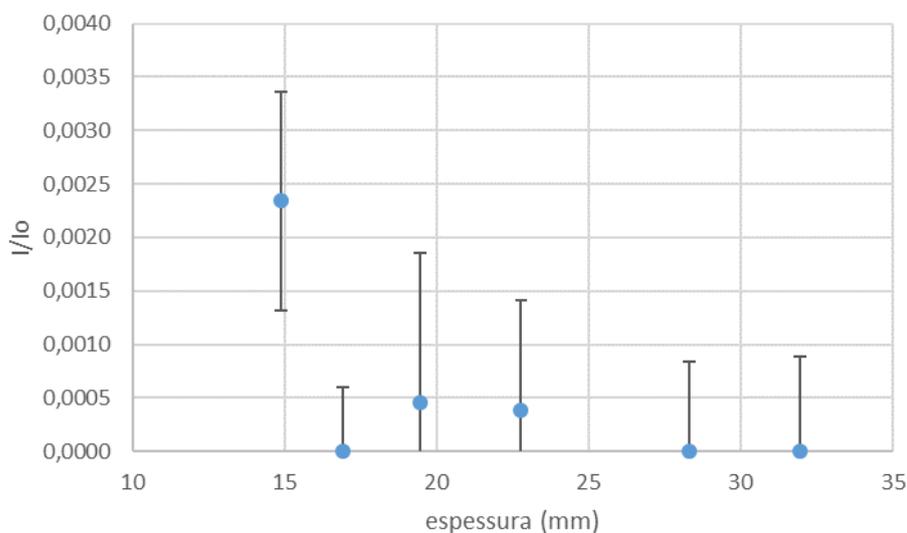


Figura 2: Resultados da razão de atenuação, I/I_0 , para a qualidade de radiação N-80.

Dos resultados obtidos para a razão de atenuação é calculado o coeficiente de atenuação mássico, μ/ρ , para este material e para a qualidade de radiação analisada. Para a qualidade de radiação este resultado é,
 μ/ρ (cm^2/g) = $1,91 \pm 0,17$.

A espessura equivalente de chumbo foi calculada considerando a energia média da qualidade de radiação utilizada e os dados do coeficiente de atenuação mássico do chumbo, disponíveis no site do NIST. Para esta qualidade de radiação somente se calculou uma espessura equivalente, para o ponto estatisticamente significativo, ou seja, para a espessura de 14,9 mm de Sepor Barita. A espessura equivalente de chumbo para esta placa é de 1,3 mm.

3.2. Resultados para N-100

Os resultados experimentais obtidos são apresentados na tabela 4. Nesta tabela constam os resultados das medições da câmara de ionização sem material atenuador (espessura 0 mm) e com as diferentes placas fornecidas para a execução deste estudo.

Tabela 4: Resultados experimentais com as placas de Sepor Barita utilizadas neste estudo.

| Espessura (mm) | 0 | 14,9 | 16,9 | 19,5 | 22,8 | 28,3 | 32,0 |
|------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|
| Medição (pC/min) | 15,95 | 0,54 | 0,20 | 0,22 | 0,13 | 0,02 | 0,00 |
| Desvio padrão (pC/min) | 0,06 | 0,07 | 0,05 | 0,05 | 0,07 | 0,06 | 0,07 |

A partir dos resultados obtidos e constantes na tabela 4, obtém-se a relação de atenuação (I/I_0) das diferentes espessuras do material atenuador. Estes resultados são representados na figura 3.

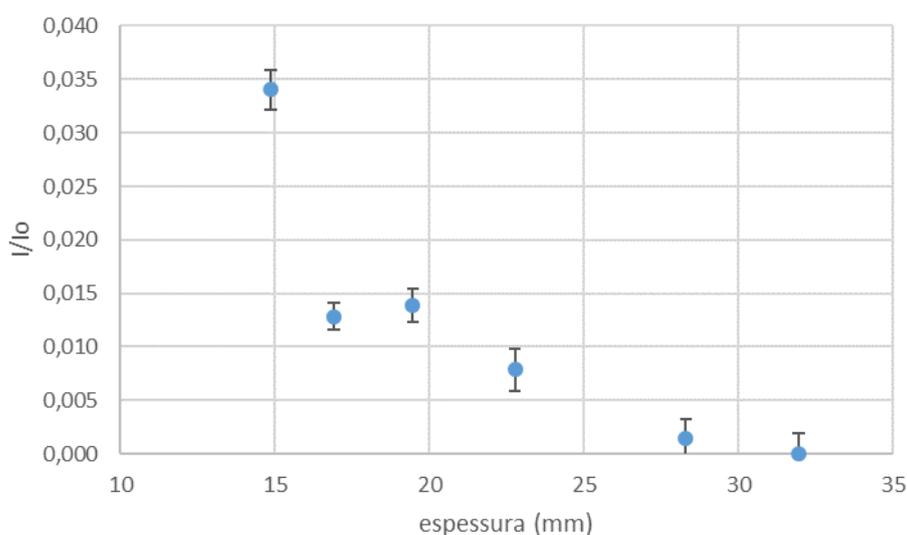


Figura 3: Resultados da razão de atenuação, I/I_0 , para a qualidade de radiação N-100.

Dos resultados obtidos para a razão de atenuação é calculado o coeficiente de atenuação mássico, μ/ρ , para este material e para a qualidade de radiação analisada. Para a qualidade de radiação este resultado é,
 μ/ρ (cm^2/g) = $1,15 \pm 0,09$.

A espessura equivalente de chumbo foi calculada considerando a energia média da qualidade de radiação utilizada e os dados do coeficiente de atenuação mássico do chumbo, disponíveis no site do NIST. Para esta qualidade de radiação não foi calculado a espessura equivalente de chumbo, para a espessura de 32,0 mm de Sepor Barita, por não ser estatisticamente significativo. Os resultados obtidos para a espessura equivalente de chumbo são apresentados na tabela 5.

Tabela 5: Espessura equivalente de chumbo das placas em estudo.

| Espessura da placa (mm) | 14,9 | 16,9 | 19,5 | 22,8 | 28,3 |
|----------------------------|------|------|------|------|------|
| Equivalente de chumbo (mm) | 1,4 | 1,8 | 1,8 | 2,0 | 2,7 |

3.3. Resultados para N-120

Os resultados experimentais obtidos são apresentados na tabela 6. Nesta tabela constam os resultados das medições da câmara de ionização sem material atenuador (espessura 0 mm) e com as diferentes placas fornecidas para a execução deste estudo.

Tabela 6: Resultados experimentais com as placas de Sepor Barita utilizadas neste estudo.

| Espessura (mm) | 0 | 14,9 | 16,9 | 19,5 | 22,8 | 28,3 | 32,0 |
|------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|
| Medição (pC/min) | 19,89 | 2,15 | 1,28 | 1,13 | 0,75 | 0,53 | 0,18 |
| Desvio padrão (pC/min) | 0,09 | 0,07 | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,08 | 0,07 |

A partir dos resultados obtidos e constantes na tabela 6, obtém-se a relação de atenuação (I/I_0) das diferentes espessuras do material atenuador. Estes resultados são representados na figura 4.

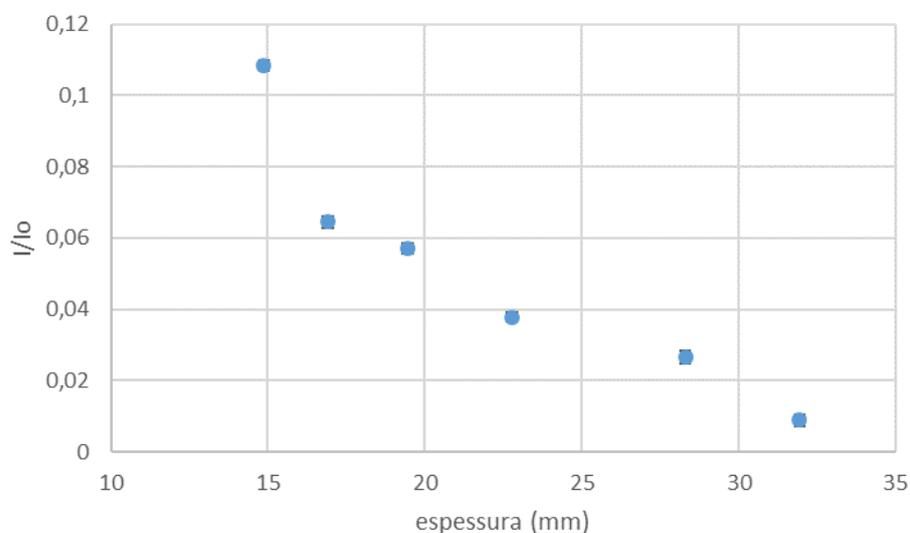


Figura 4: Resultados da razão de atenuação, I/I_0 , para a qualidade de radiação N-120.

Dos resultados obtidos para a razão de atenuação é calculado o coeficiente de atenuação mássico, μ/ρ , para este material e para a qualidade de radiação analisada. Para a qualidade de radiação este resultado é, μ/ρ (cm^2/g) = $0,73 \pm 0,05$.

A espessura equivalente de chumbo foi calculada considerando a energia média da qualidade de radiação utilizada e os dados do coeficiente de atenuação mássico do chumbo, disponíveis no site do NIST. Os resultados obtidos para a espessura equivalente de chumbo são apresentados na tabela 7.

Tabela 7: Espessura equivalente de chumbo das placas em estudo.

| Espessura da placa (mm) | 14,9 | 16,9 | 19,5 | 22,8 | 28,3 | 32,0 |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Equivalente de chumbo (mm) | 0,36 | 0,45 | 0,47 | 0,53 | 0,59 | 0,77 |

3.4. Resultados para N-150

Os resultados experimentais obtidos são apresentados na tabela 8. Nesta tabela constam os resultados das medições da câmara de ionização sem material atenuador (espessura 0 mm) e com as diferentes placas fornecidas para a execução deste estudo.

Tabela 8: Resultados experimentais com as placas de Sepor Barita utilizadas neste estudo.

| Espessura (mm) | 0 | 14,9 | 16,9 | 19,5 | 22,8 | 28,3 | 32,0 |
|------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| Medição (pC/min) | 110,39 | 24,34 | 17,02 | 15,63 | 12,35 | 9,71 | 5,60 |
| Desvio padrão (pC/min) | 0,14 | 0,08 | 0,13 | 0,08 | 0,06 | 0,07 | 0,08 |

A partir dos resultados obtidos e constantes na tabela 8, obtém-se a relação de atenuação (I/I_0) das diferentes espessuras do material atenuador. Estes resultados são representados na figura 5.

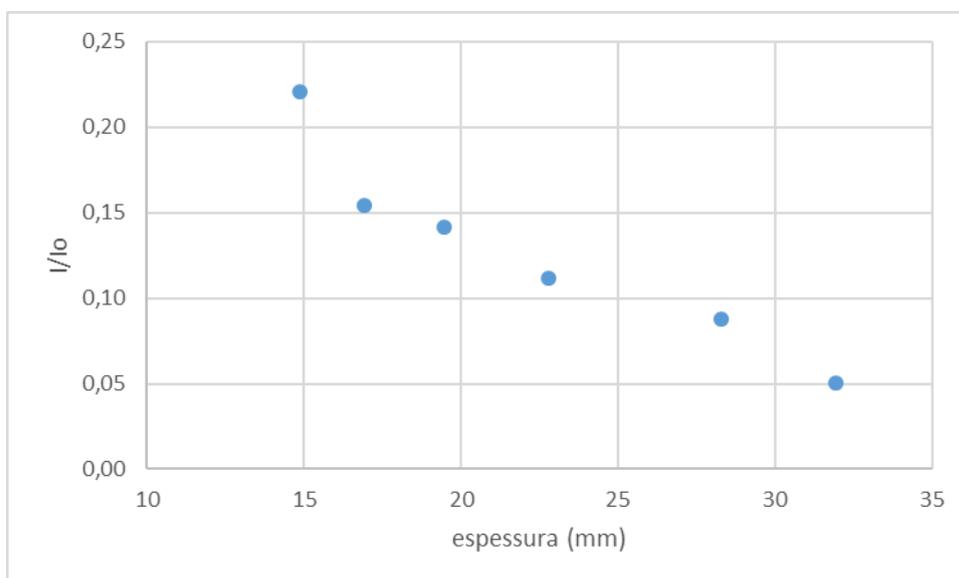


Figura 5: Resultados da razão de atenuação, I/I_0 , para a qualidade de radiação N-150.

Dos resultados obtidos para a razão de atenuação é calculado o coeficiente de atenuação mássico, μ/ρ , para este material e para a qualidade de radiação analisada. Para a qualidade de radiação este resultado é,
 μ/ρ (cm²/g) = 0,49 ± 0,04.

A espessura equivalente de chumbo foi calculada considerando a energia média da qualidade de radiação utilizada e os dados do coeficiente de atenuação mássico do chumbo, disponíveis no site do NIST. Os resultados obtidos para a espessura equivalente de chumbo são apresentados na tabela 9.

Tabela 9: Espessura equivalente de chumbo das placas em estudo.

| Espessura da placa (mm) | 14,9 | 16,9 | 19,5 | 22,8 | 28,3 | 32,0 |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Equivalente de chumbo (mm) | 0,34 | 0,42 | 0,44 | 0,49 | 0,55 | 0,67 |

Trabalho realizado por:

João Cardoso



(Técnico)

Luís Santos



(Técnico)

Gonçalo Carvalho



(Técnico)

Certificado aprovado por:



Responsável Técnico do LMRI

(João Cardoso)

LMRI, 12 de Outubro de 2016