



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO



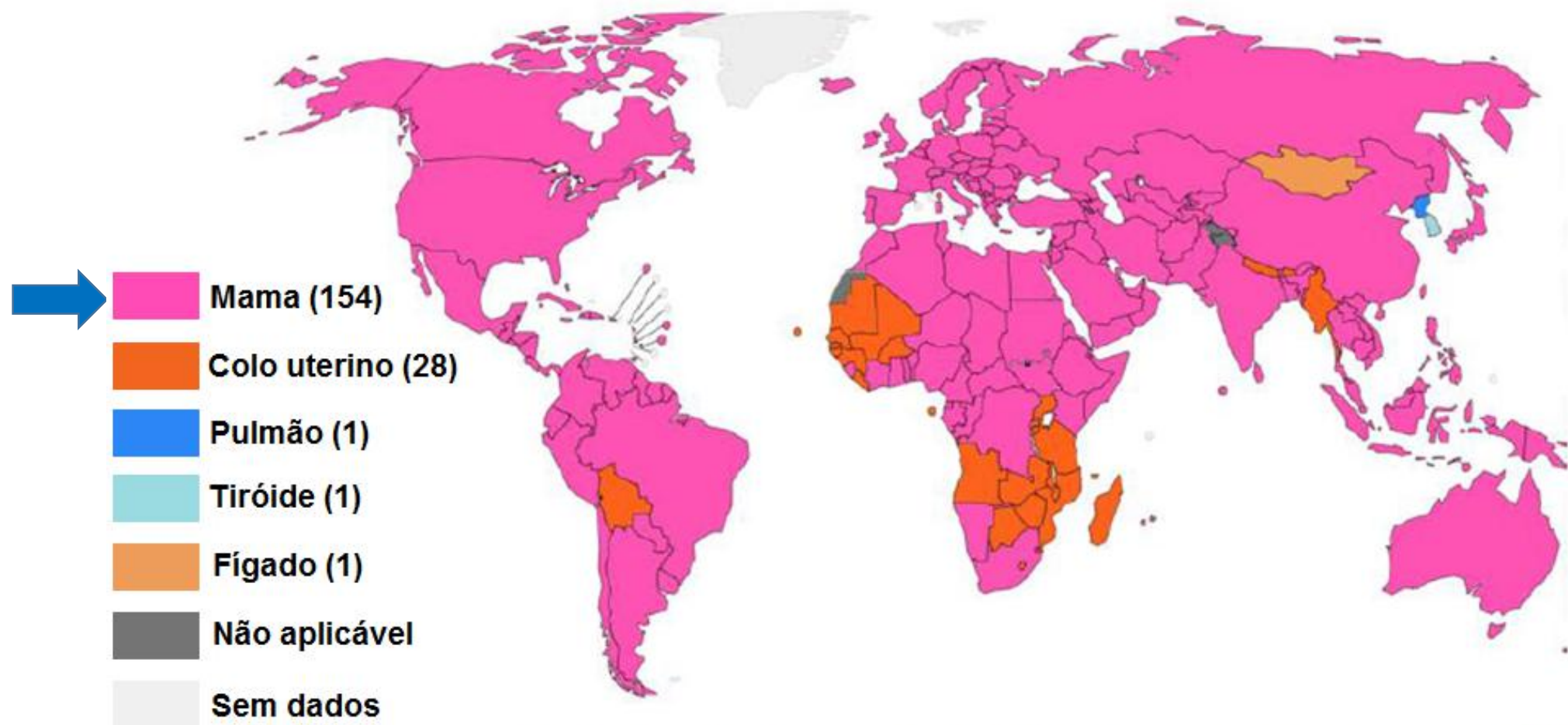
A Física Nuclear Aplicada no benefício da Medicina

OTIMIZAÇÃO DA MAMOGRAFIA DIGITAL VARIANDO A GLANDULARIDADE

Orientador: Prof. Dr. Fermin Garcia Velasco
Co-Orientador(es): Prof^a Dra. Agnes Fausto
Prof. Dr. Felix Mas Milian

Brasil 2020

O câncer de mama no mundo segundo GLOBOCAN 2018



Tipo de câncer mais incidente por países no ano 2018

Fonte: Globocan 2018

Quantas mulheres adoecem e morrem no Brasil?

| Localização Primária | Casos Novos | % |
|------------------------------------|-------------|-------|
| Mama feminina | 59700 | 29,5% |
| Colo do Útero | 16370 | 8,1% |
| Traqueia, Brônquio e Pulmão | 12530 | 6,2% |
| Cólon e Reto | 18980 | 9,4% |
| Estômago | 7750 | 3,8% |
| Ovário | 6150 | 3,0% |
| Glândula Tireoide | 8040 | 4,0% |
| Outras Localizações | 36230 | 17,9% |
| | | |

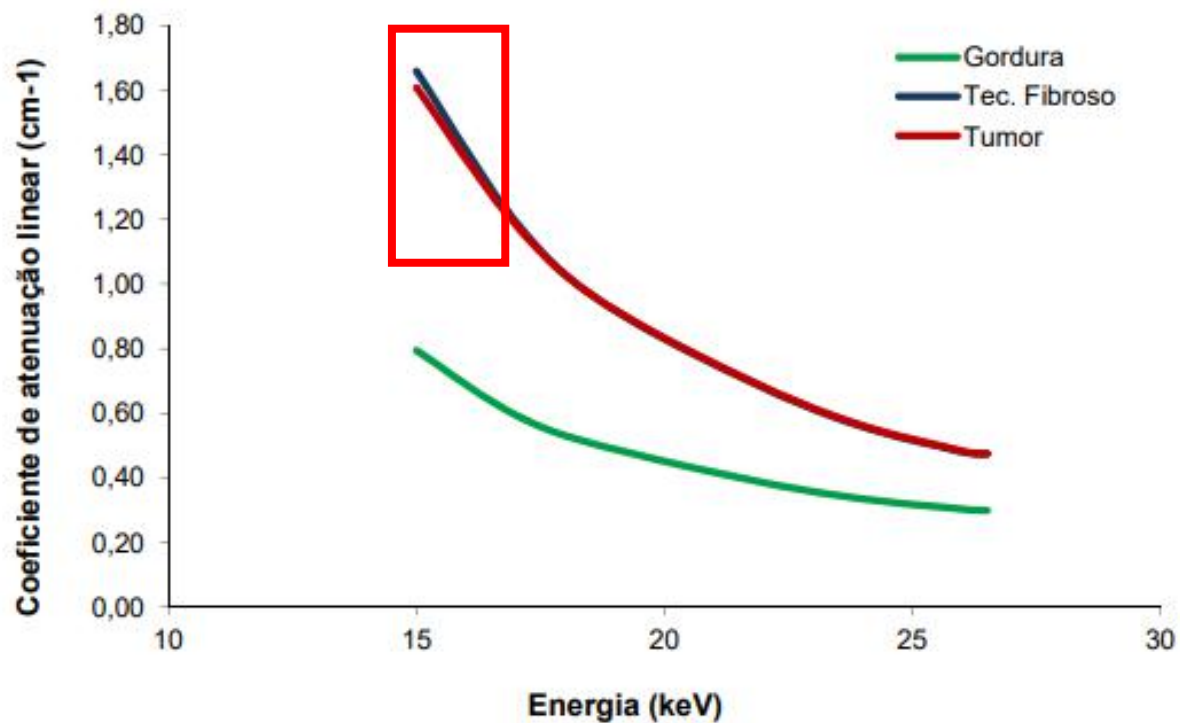


| Localização Primária | Óbitos | % |
|------------------------------------|--------|--------|
| Mama feminina | 15.403 | 16,2 % |
| Colo do Útero | 5727 | 6 % |
| Traqueia, Brônquio e Pulmão | 10978 | 11,5 % |
| Cólon e Reto | 8533 | 9 % |
| Estômago | 5132 | 5,4 % |
| Ovário | 3536 | 3,7 % |
| Pâncreas | 4808 | 5,1 % |
| Sistema Nervoso Central | 4315 | 4,5 % |
| | | |

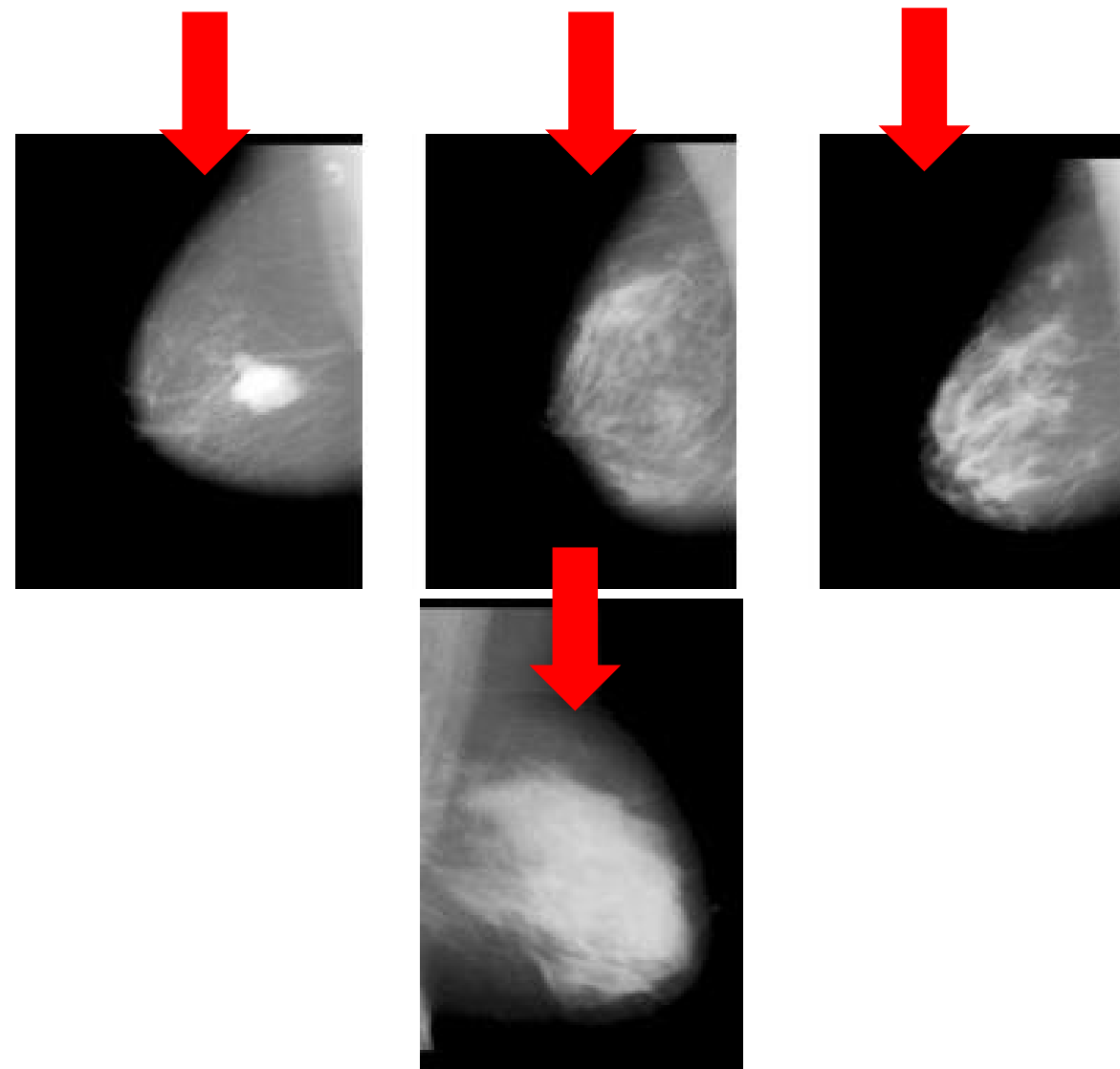
Fonte: (INCA, 2019)

Mortalidade conforme a localização primária do tumor para mulheres, Brasil, 2015

Desafios da mamografia:

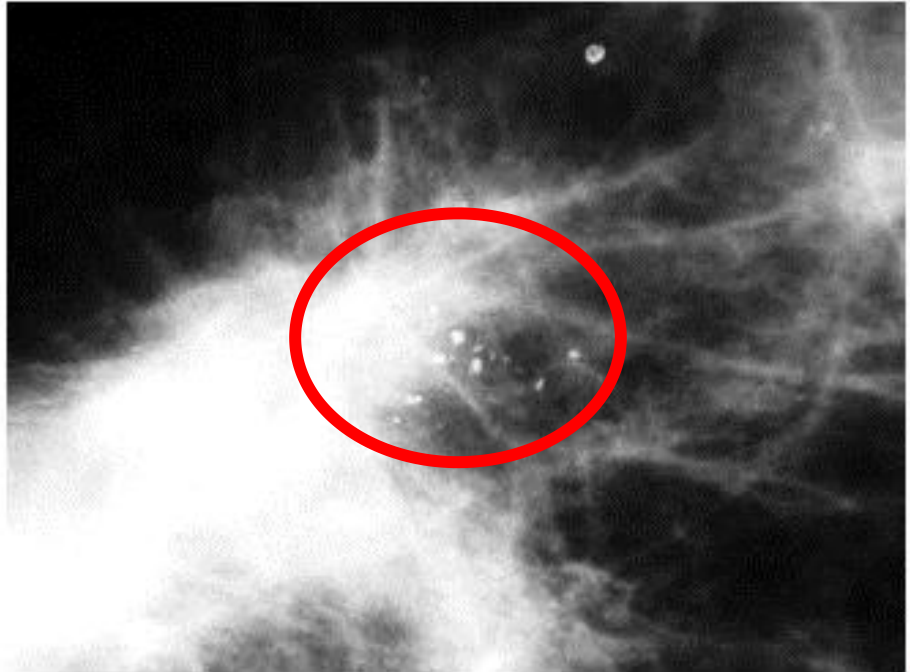


Varição do coeficiente de atenuação linear em função da energia dos fótons empregados em mamografia
Fonte: (Bushberg, 2012)

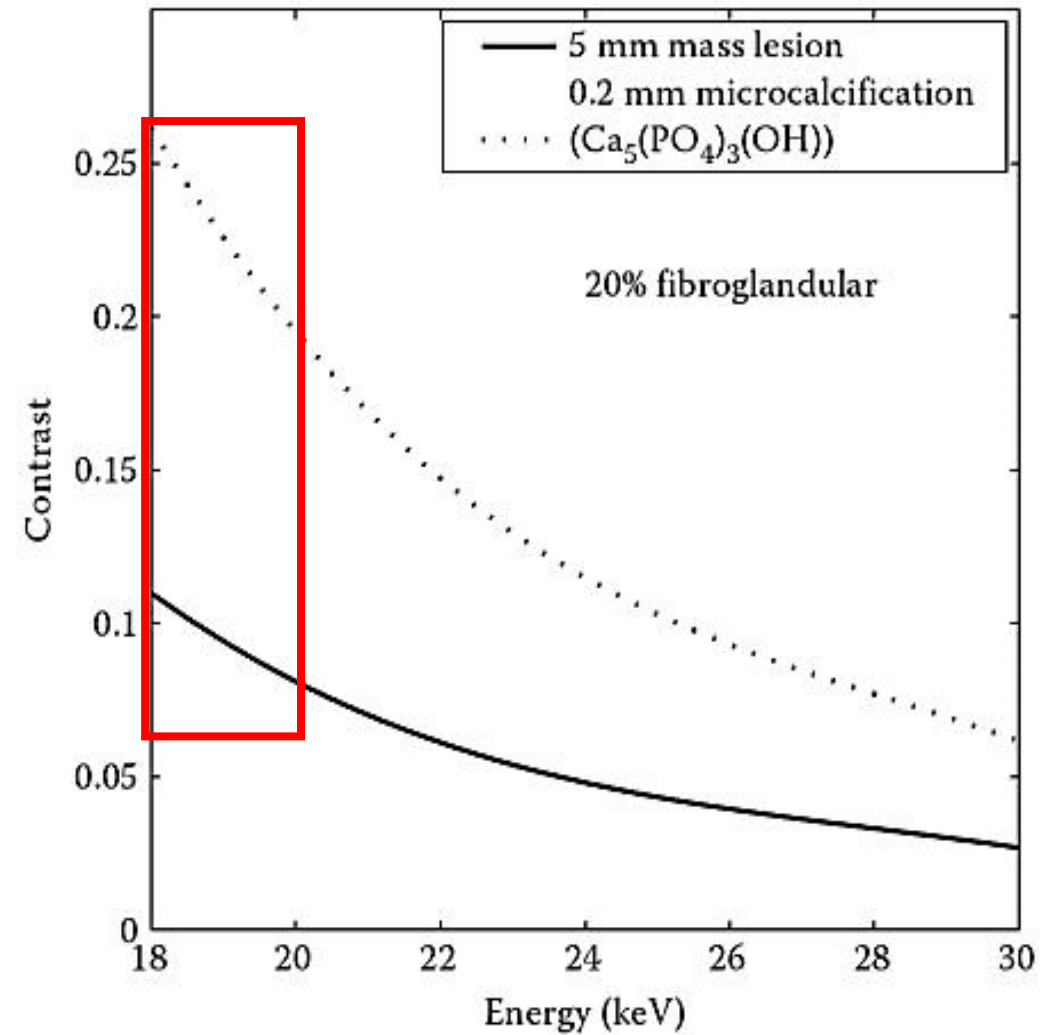


Fonte: (Rita Teixeira, 2013)

Microcalcificações



Fonte: (Noguera, 2007)



(Yaffe, 2013)

A Figura de Mérito (FOM) como métrica de otimização:

Quantidade usada para caracterizar o desempenho de um dispositivo, um sistema ou um método, com respeito a suas alternativas

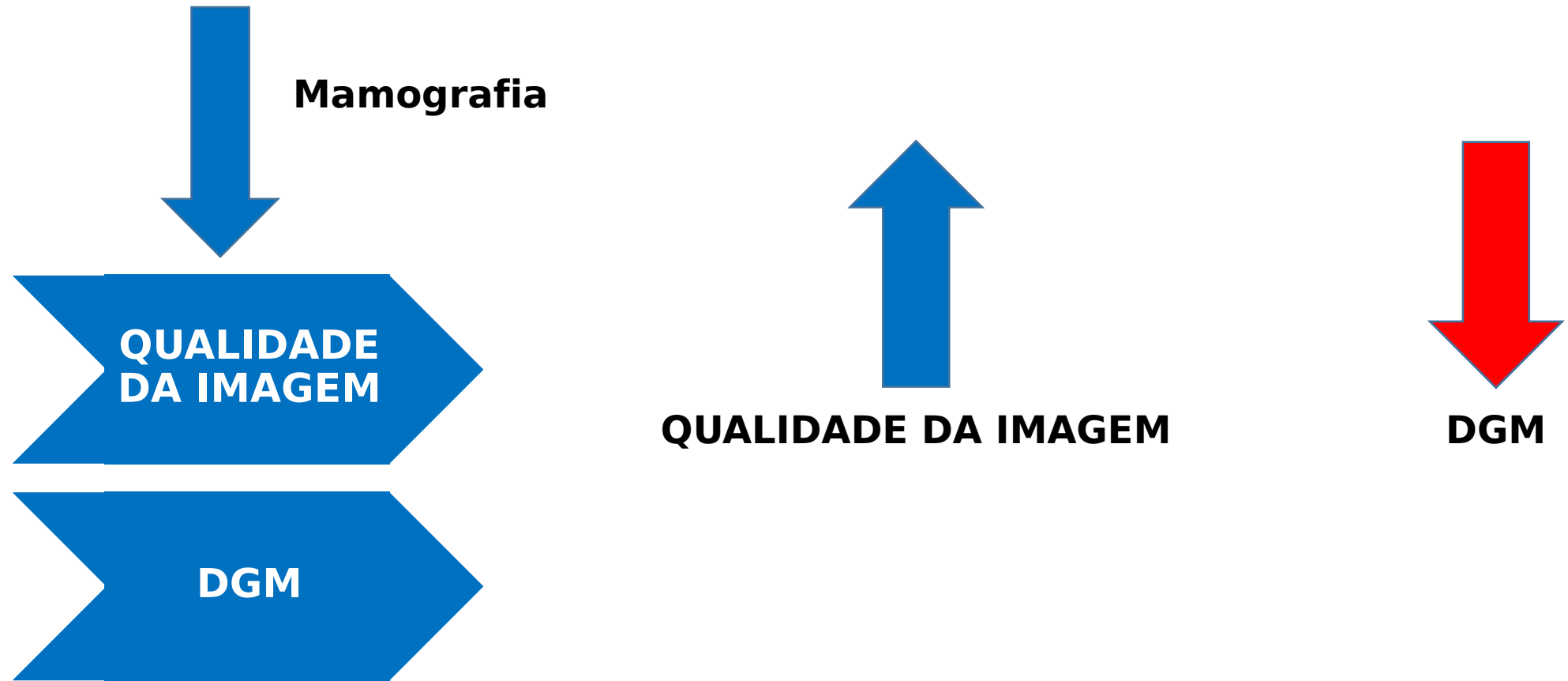


Figura de Mérito:

QUALIDADE
DA IMAGEN

IQF_{INV}

RISCO
RADIOINDUZI
DO

DGM

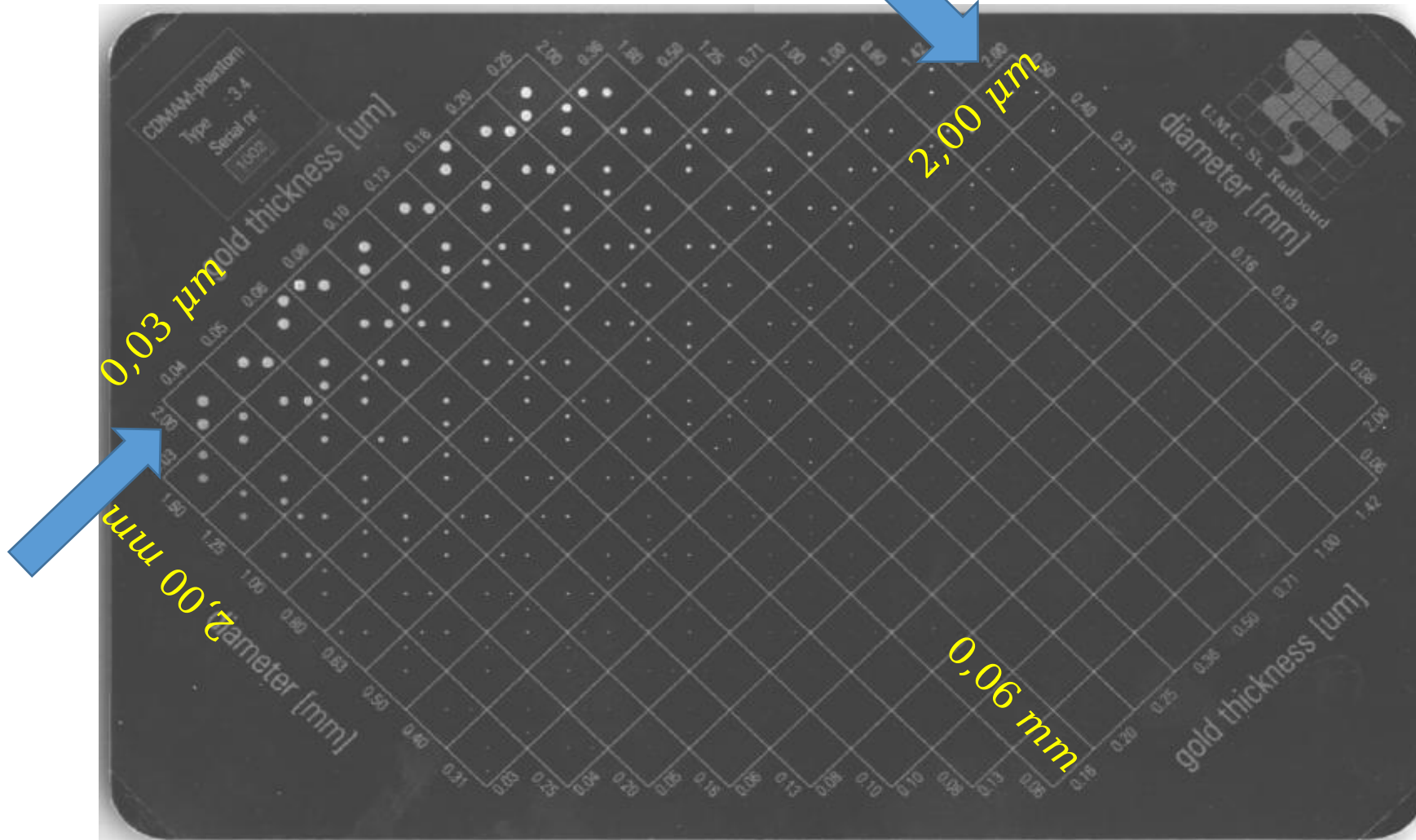
$$FOM = \frac{IQF_{inv}^2}{DGM}$$

Características do equipamento utilizado em esta investigação:



Mamógrafo modelo Selenia da Hologic

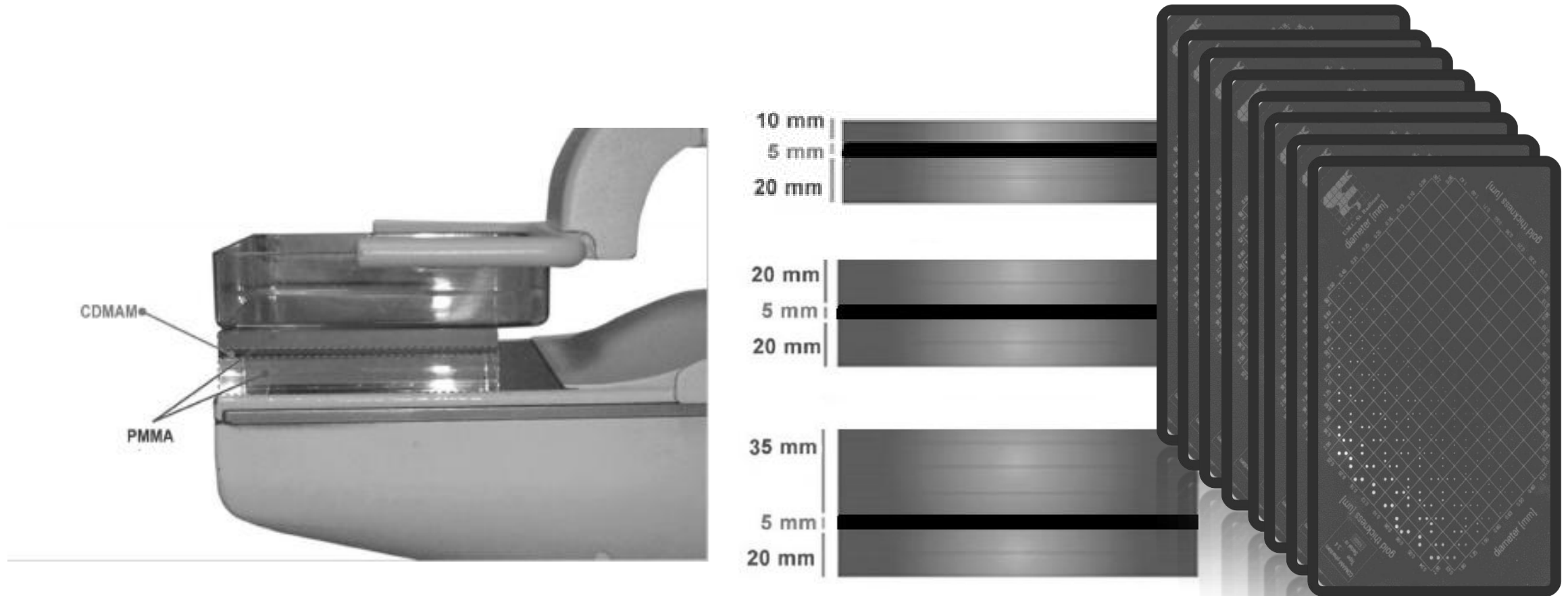
Objeto de Teste CDMAM 3.4



- **Material:** Alumínio (99,5%)
- **Espessura:** 0.5 cm
- **Dimensões:** 180 x 240 mm
- **Material da Convertura:** PMMA

$$IQF_{inv} = \frac{100}{\sum_{i=1}^{16} C_i^{th} D_i}$$

Arranjo experimental para o CDMAM:

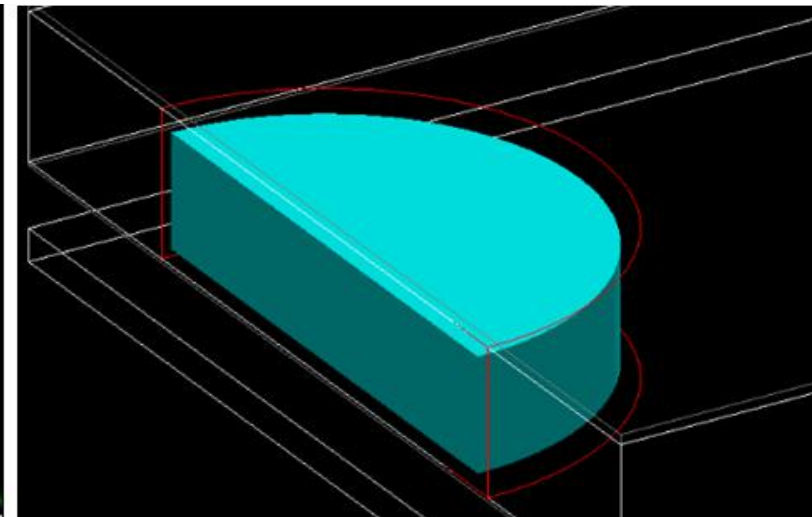
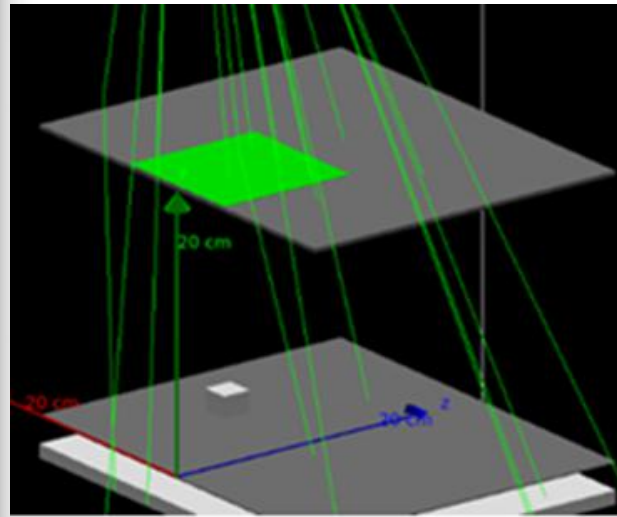
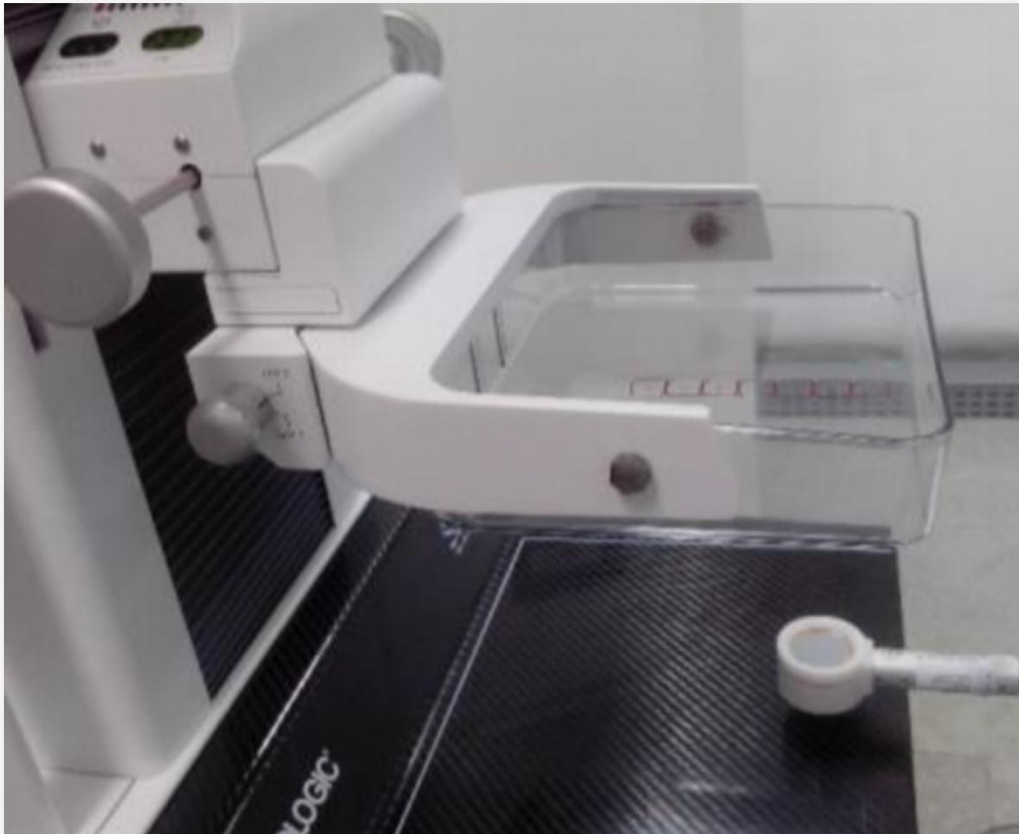


Arranjo para o CDMAM.
Fonte: (Fausto, 2017)

CÁLCULO DA DGM

Simulação por Monte Carlo em GATE 8.0

$$DGM_{exp} = K_{exp} D_g N$$



PARÂMETROS AEC

PARÂMETROS AUTOMÁTICOS DE AQUISIÇÃO DA IMAGEM (AEC)

TERCEIRA ETAPA:

6.0 cm de
ESPESSURA



PHANTOM
CIRS
20/80

PHANTOM
CIRS
30/70

PHANTOM
CIRS
50/50

- T₀
- Mo/Mo
 - 31 kV_P
 - 68 mAs

- T₁
- Mo/Mo
 - 29 kV_P
 - 106 mAs

- T₂
- Mo/Rh
 - 32 kV_P
 - 61 mAs

- T₃
- Mo/Rh
 - 31 kV_P
 - 67 mAs

- T₀
- Mo/Mo
 - 31 kV_P
 - 78 mAs

- T₁
- Mo/Mo
 - 29 kV_P
 - 121 mAs

- T₂
- Mo/Rh
 - 32 kV_P
 - 69 mAs

- T₃
- Mo/Rh
 - 31 kV_P
 - 76 mAs

- T₀
- Mo/Mo
 - 31 kV_P
 - 93 mAs

- T₂
- Mo/Rh
 - 32 kV_P
 - 80 mAs

- T₁
- Mo/Mo
 - 29 kV_P
 - 149 mAs

- T₃
- Mo/Rh
 - 31 kV_P
 - 93 mAs

PARÂMETROS AUTOMÁTICOS DE AQUISIÇÃO DA IMAGEM (AEC)

6.0 cm de
ESPESSURA



PHANTOM
TORMAM
50/50

PHANTOM ACR
50/50

T₀

- Mo/Rh
- 32 kV_P
- 86.2 mAs

T₁

- Mo/Mo
- 29 kV_P
- 174.2 mAs

T₀

- Mo/Rh
- 32 kV_P
- 79.7 mAs

T₁

- Mo/Mo
- 29 kV_P
- 151.7 mAs

T₂

- Mo/Rh
- 32 kV_P
- 90 mAs

T₃

- Mo/Rh
- 31 kV_P
- 104.1 mAs

T₂

- Mo/Rh
- 32 kV_P
- 80.7 mAs

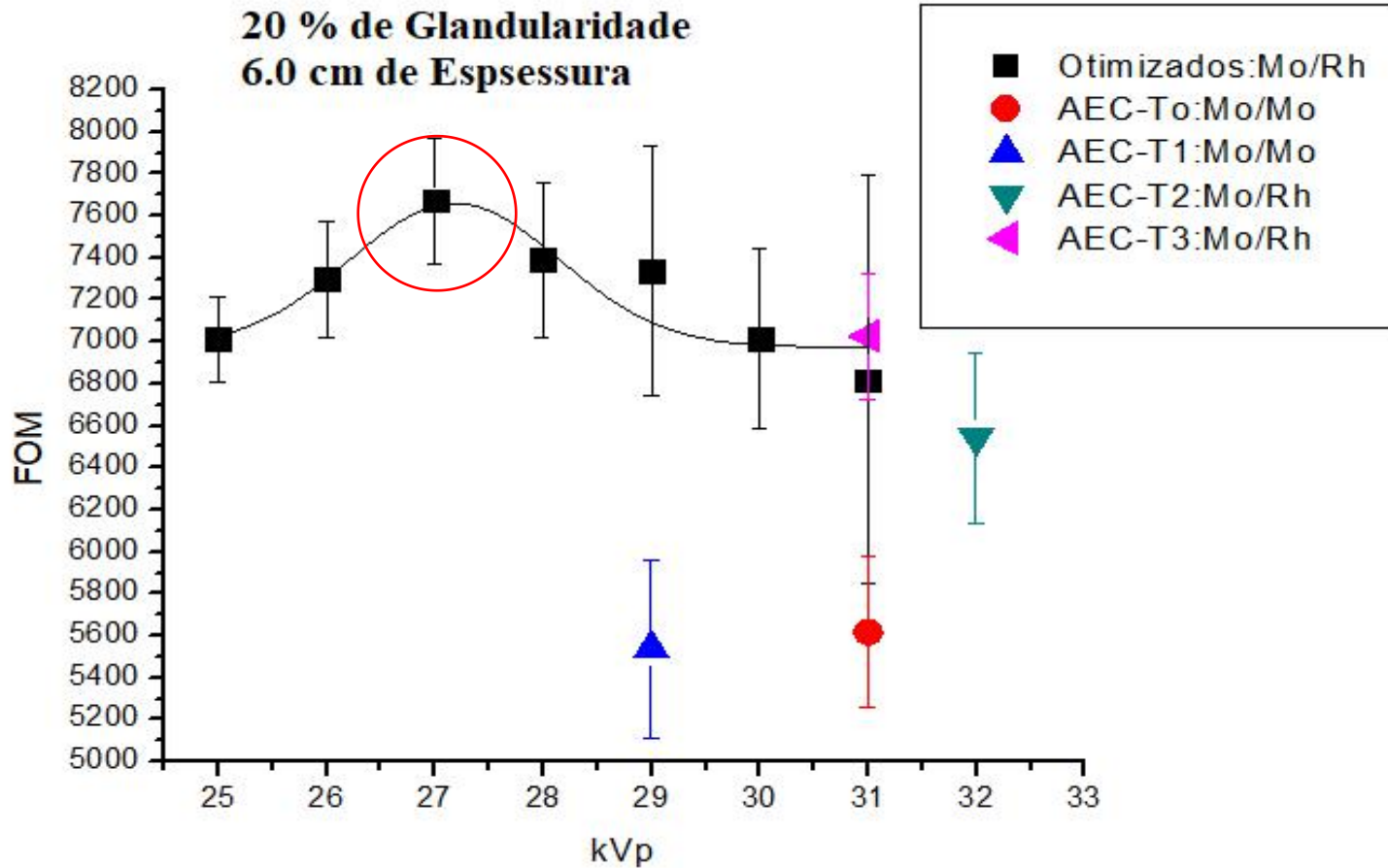
T₃

- Mo/Rh
- 31 kV_P
- 93.4 mAs

**OTIMIZAÇÃO DOS
PARÂMETROS PARA CADA
PHANTOMS CIRS**

Resultados:

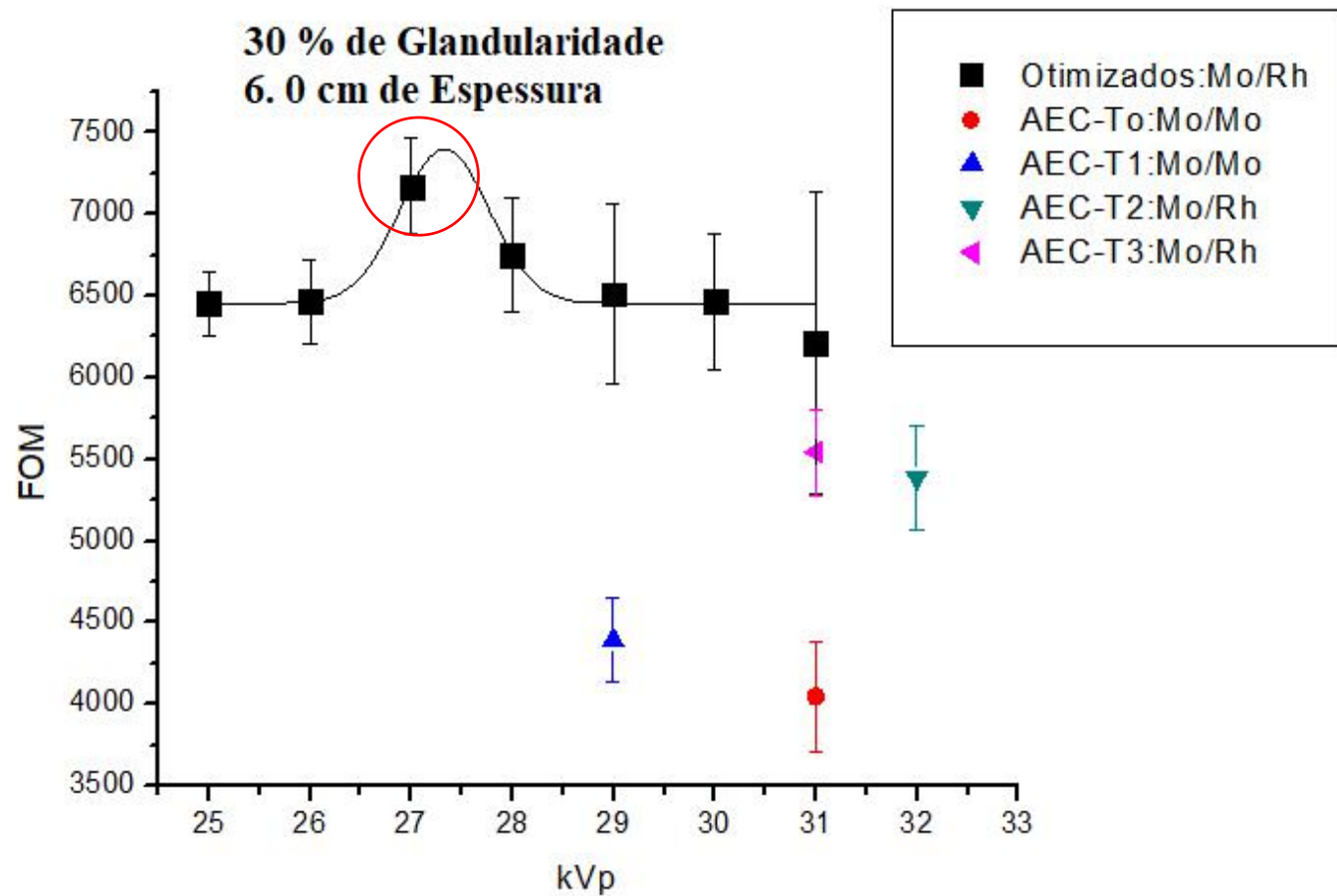
FOM para cada kV_p e 6.0 cm de espessura



- 20/80
- Mo/Rh
- 27 kV_p/100 mAs

Resultados:

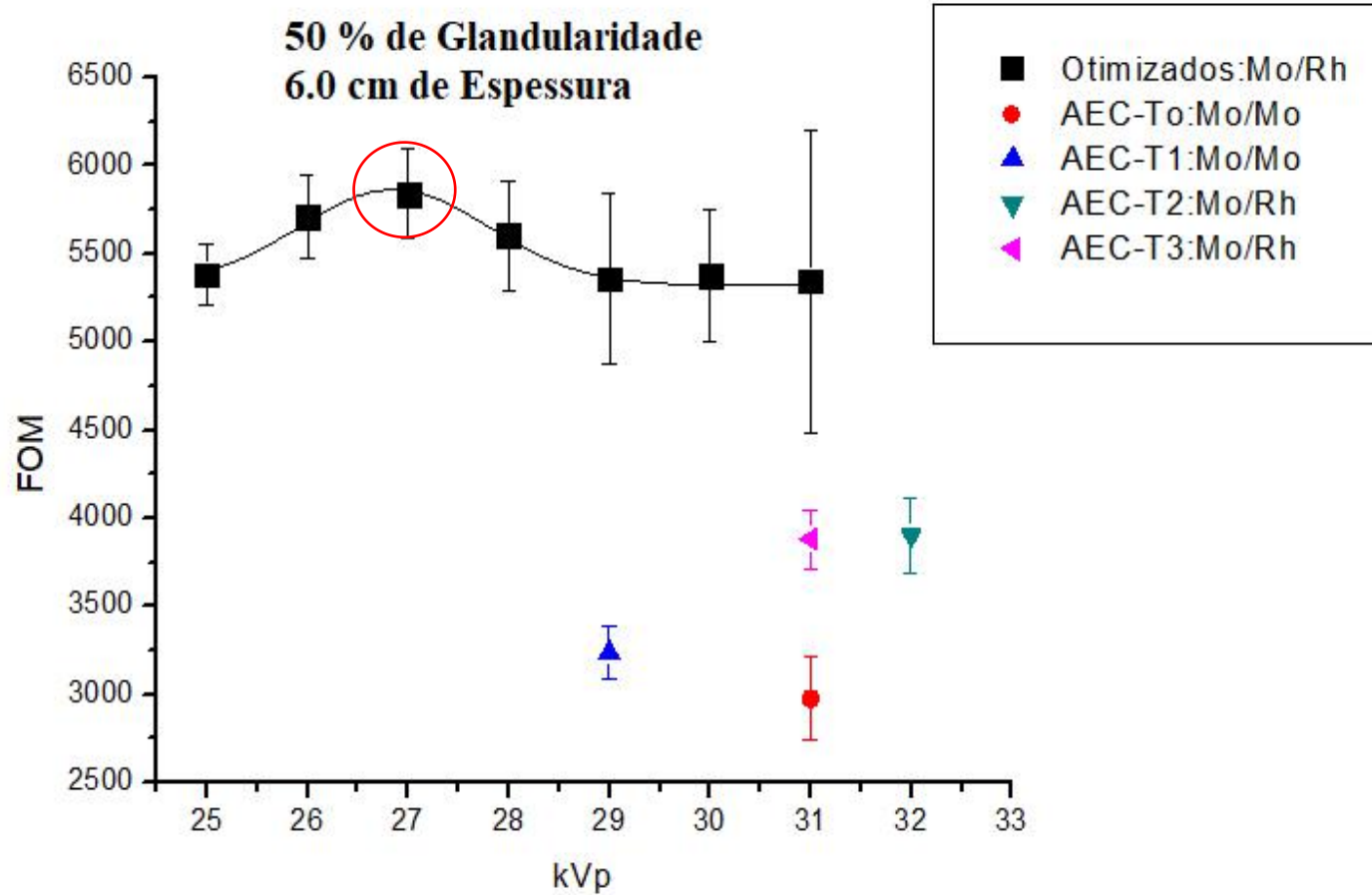
FOM para cada kV_p e 6.0 cm de espessura



- 30/70
- Mo/Rh
- 27 kV_p/120 mAs

Resultados:

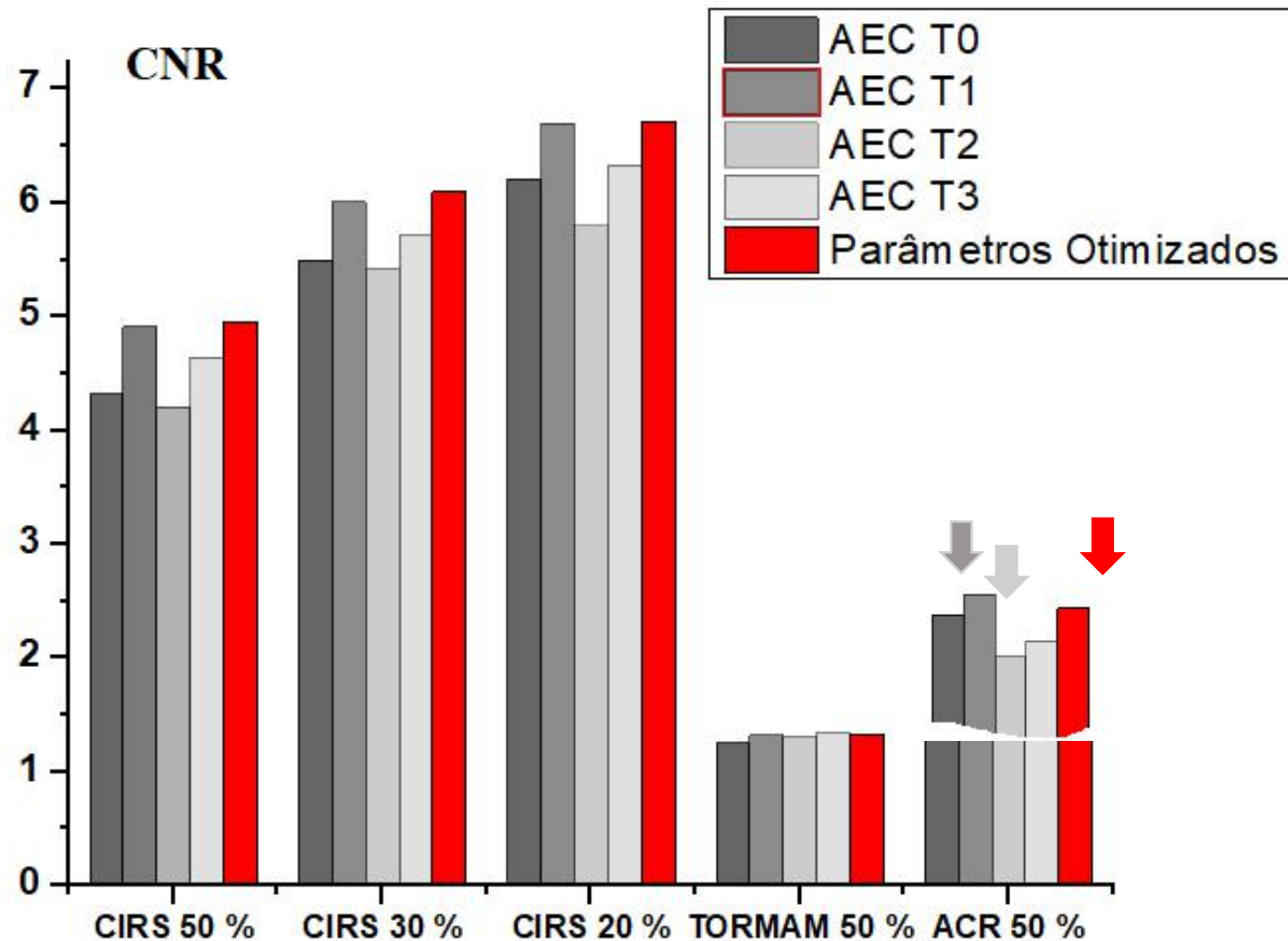
FOM para cada kV_p e 6.0 cm de espessura



- 50/50
- Mo/Rh
- 27 kV_p/140 mAs

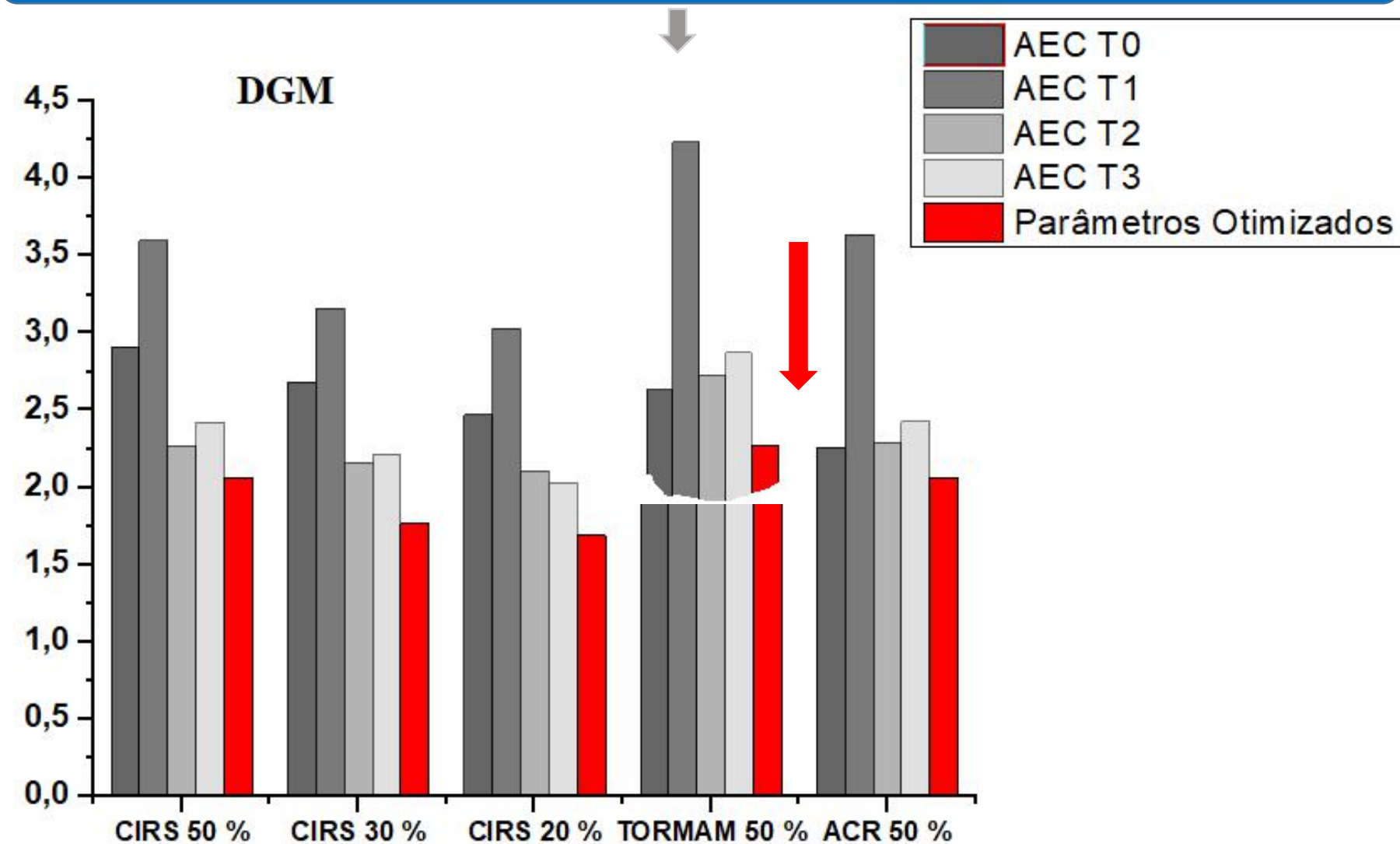
Resultados:

Teste de validação do A/F, kV_p e mAs otimizado vs. AEC



Resultados:

Teste de validação do A/F, kV_p e mAs otimizado vs. AEC



- 20/80
- Mo/Rh
- 27 kV_p/100 mAs

- 30/70
- Mo/Rh
- 27 kV_p/120 mAs

- 50/50
- Mo/Rh
- 27 kV_p/140 mAs

Conclusões:

Parâmetros Otimizados

6 cm de espessura

20 % de glandularidade

30 % de glandularidade

50 % de glandularidade

$$FOM = \frac{IQF_{inv}^2}{DGM}$$

A/F^{T0} kVp^{T0} mAs^{T0}

A/F^{T1} kVp^{T1} mAs^{T1}

A/F^{T2} kVp^{T2} mAs^{T2}

A/F^{T3} kVp^{T3} mAs^{T3}

Qualidade das imagens

DGM





Muito Obrigado