

# **IMPACTO DA EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NA REDUÇÃO DA RADIAÇÃO IONIZANTE**

**Carlos A.M. Gottschall, MD, PhD, FSCAI**

# IMPACTO DA EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NA REDUÇÃO DA RADIAÇÃO IONIZANTE

**Radiação não é depurada do organismo**  
(**A**s **L**ow **A**s **R**easonably **A**chievable)

- Pacientes somente devem ser expostos à radiação quando inevitável
  - Risco x benefício
- “níveis de radiação devem ser mantidos tão baixos quanto razoavelmente exequíveis”





# IMPACTO DA EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NA REDUÇÃO DA RADIAÇÃO IONIZANTE

EFEITOS ESTOCÁSTICOS  
(Aleatórios)

Não existe relação entre  
dose de radiação ionizante e lesão



Ocorre dano no DNA  
interferência na reprodução celular



# IMPACTO DA EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NA REDUÇÃO DA RADIAÇÃO IONIZANTE

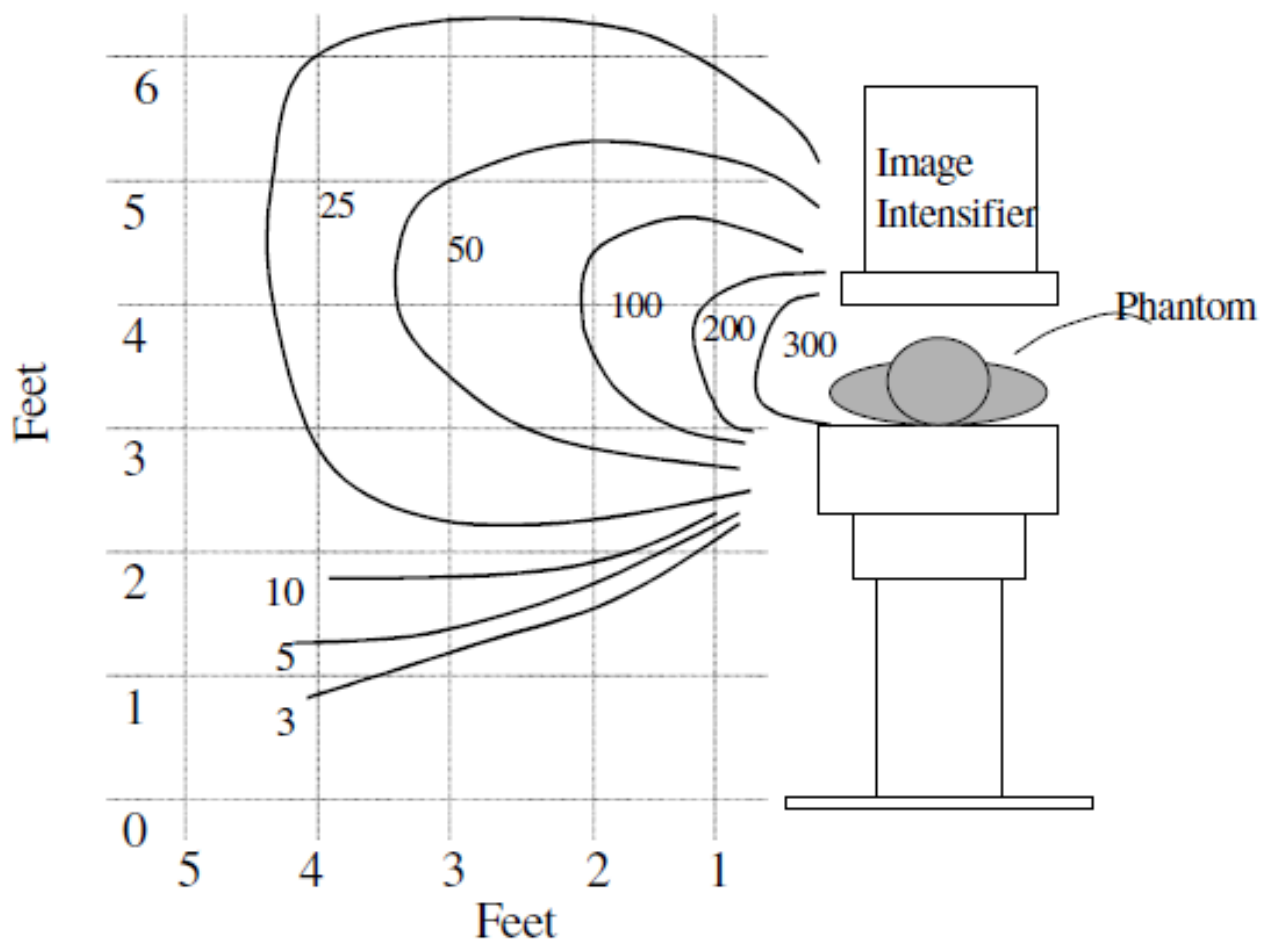
## EFEITOS DETERMINÍSTICOS (Dose dependente)

EFEITO BIOLÓGICO	DOSE LIMIAR	TEMPO DE LATÊNCIA
Eritema temporário	2 Gy	2 – 24h
Eritema prolongado	6 Gy	1,5 semanas
Depilação temporária	3 Gy	3 semanas
Depilação permanente	7 Gy	3 semanas
Descamação seca	14 Gy	4 semanas
Ulcerações secundárias	24 Gy	> 6 semanas
Necrose cutânea	18 Gy	18 semanas
Atrofia cutânea (fase 1)	10 Gy	> 52 semanas
Atrofia cutânea (fase 2)	10 Gy	> 52 semanas
Câncer de pele	desconhecida	> 15 anos

# IMPACTO DA EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NA REDUÇÃO DA RADIAÇÃO IONIZANTE

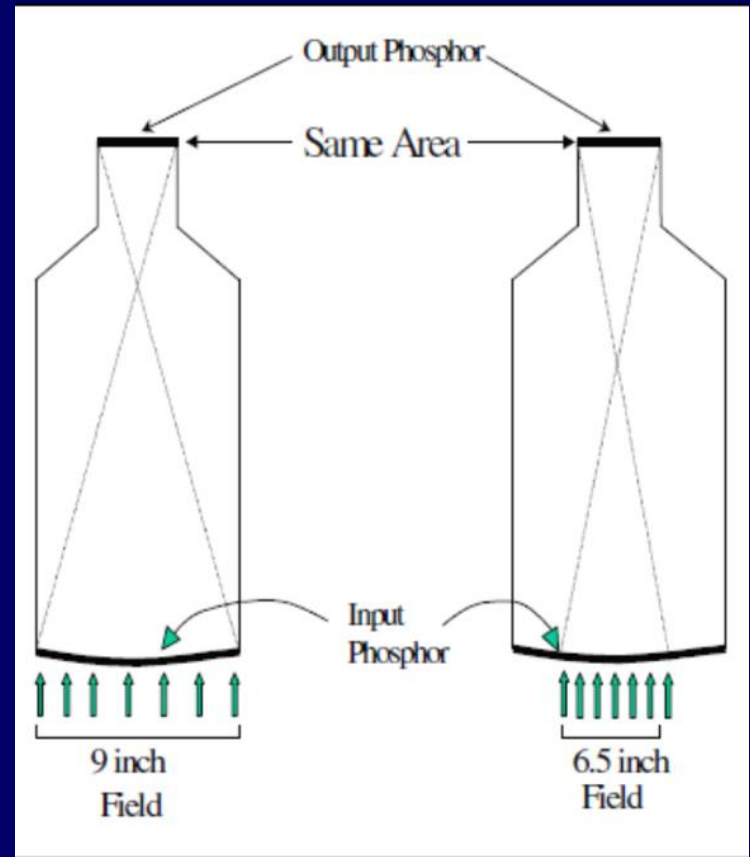
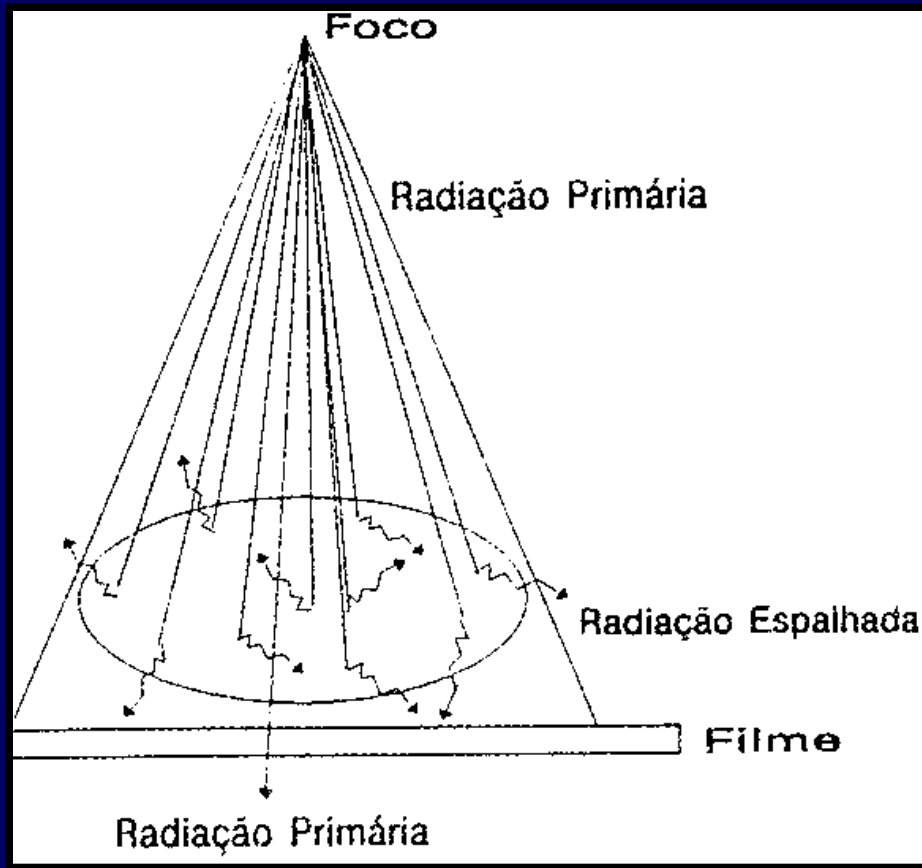
## LEI DA DISTÂNCIA

A dose é inversamente proporcional à raiz quadrada da distância



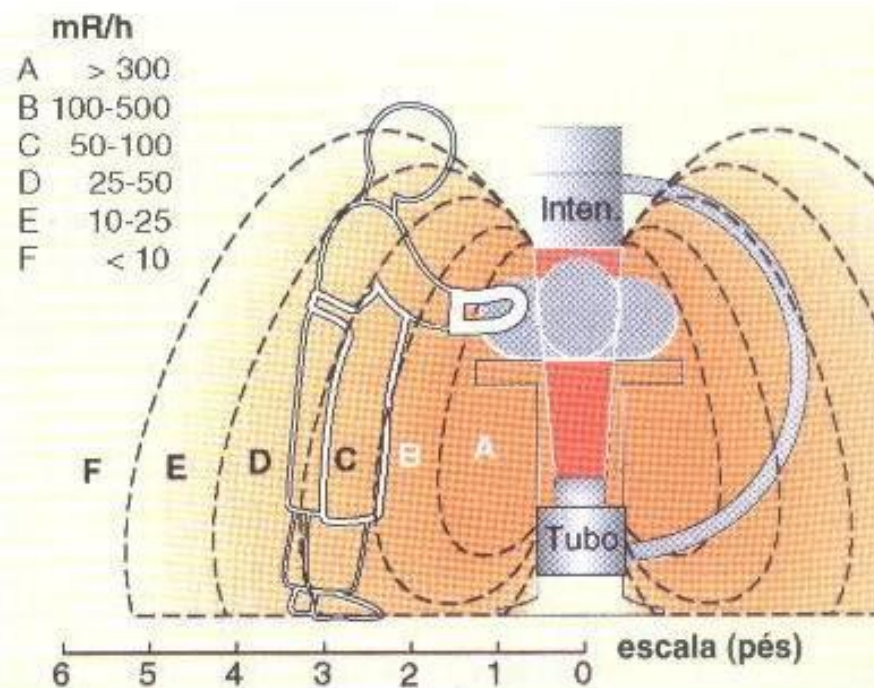
# IMPACTO DA EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NA REDUÇÃO DA RADIAÇÃO IONIZANTE

RADIAÇÃO PRIMÁRIA E SECUNDÁRIA  
CAMPOS DE MAGNIFICAÇÃO COM AJUSTE ÓPTICO

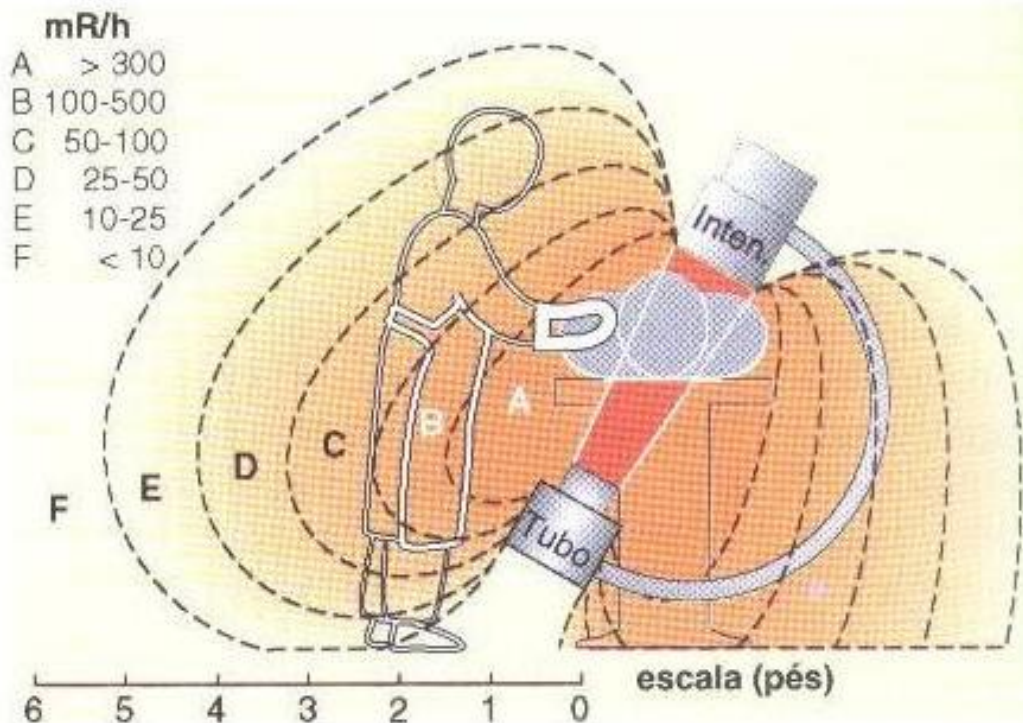


# IMPACTO DA EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NA REDUÇÃO DA RADIAÇÃO IONIZANTE

## Curvas de Isodose ou Isoexposição - Fluoroscopia



**Fig. 19.41** Níveis de exposição — RC vertical, incidência



**Fig. 19.42** Níveis de exposição — RC a 30° da vertical.\*†



# IMPACTO DA EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NA REDUÇÃO DA RADIAÇÃO IONIZANTE

NÍVEIS DE EXPOSIÇÃO

Portaria 453 do MS/MSV de 02/06/1998

## 2.13 Exposições ocupacionais

- (i) a dose efetiva média anual não deve exceder 20 mSv em qualquer período de 5 anos consecutivos, não podendo exceder 50 mSv em nenhum ano.
- (ii) a dose equivalente anual não deve exceder 500 mSv para extremidades e 150 mSv para o cristalino.





# IMPACTO DA EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NA REDUÇÃO DA RADIAÇÃO IONIZANTE

NÍVEIS MÁXIMOS DE EXPOSIÇÃO  
(International Atomic Energy Agency)

## PACIENTE

- $< 2 \text{ Gy}$

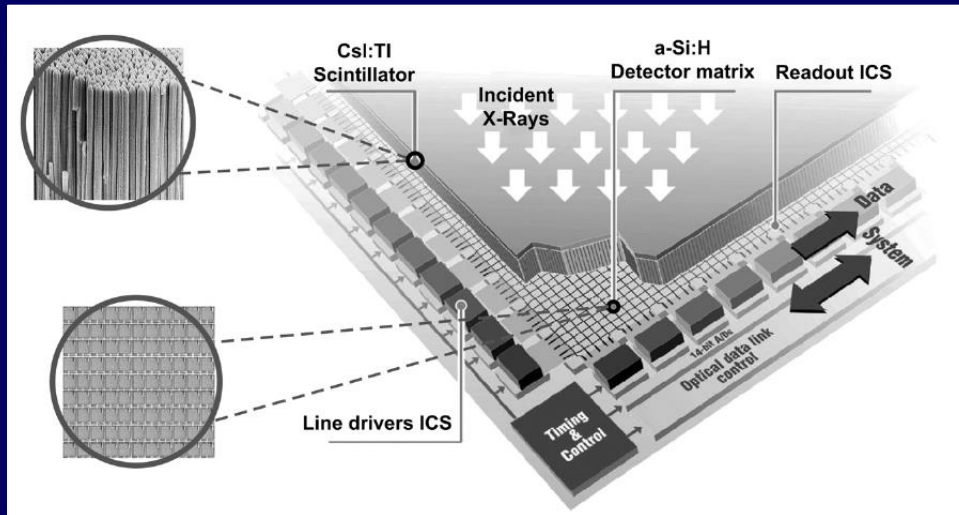
## PROCEDIMENTO

- CAT:  $< 50.000 \text{ mGycm}^2$
- ACTP:  $< 125.000 \text{ mGycm}^2$

# IMPACTO DA EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NA REDUÇÃO DA RADIAÇÃO IONIZANTE

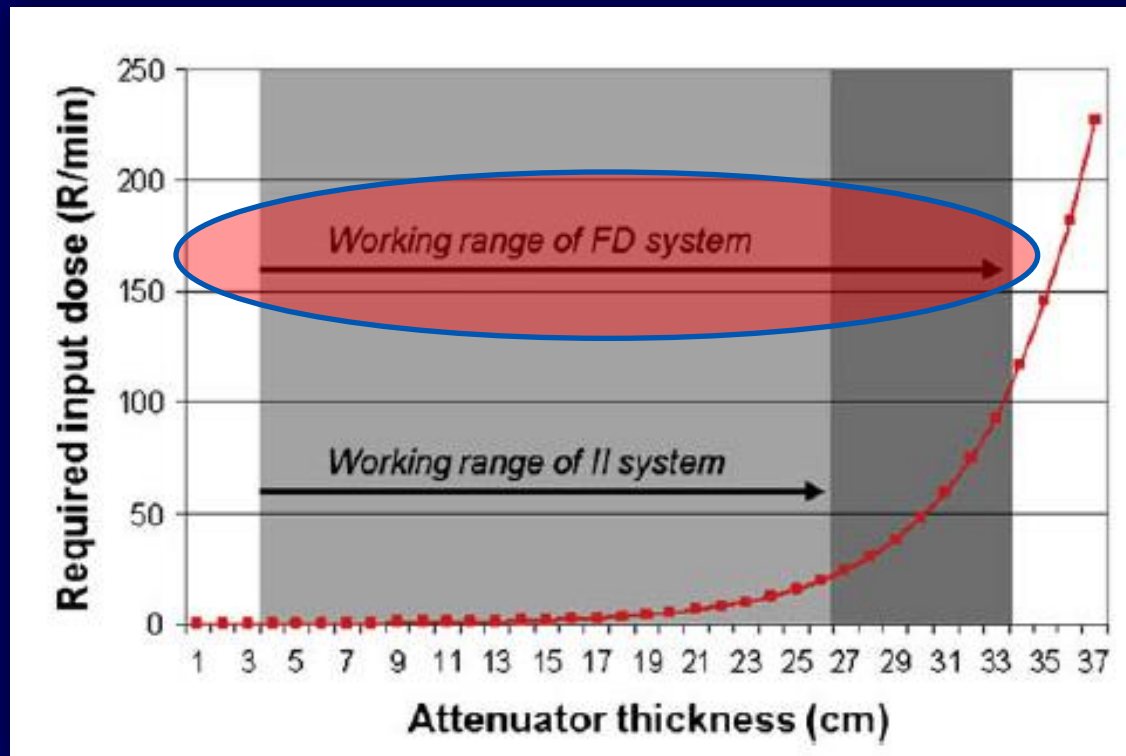
## FLAT DETECTORS (FD)

- ❑ Road mapping
- ❑ Reconstrução 3D
- ❑ Maior definição
- ❑ Menor distorção da imagem na periferia



# IMPACTO DA EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NA REDUÇÃO DA RADIAÇÃO IONIZANTE

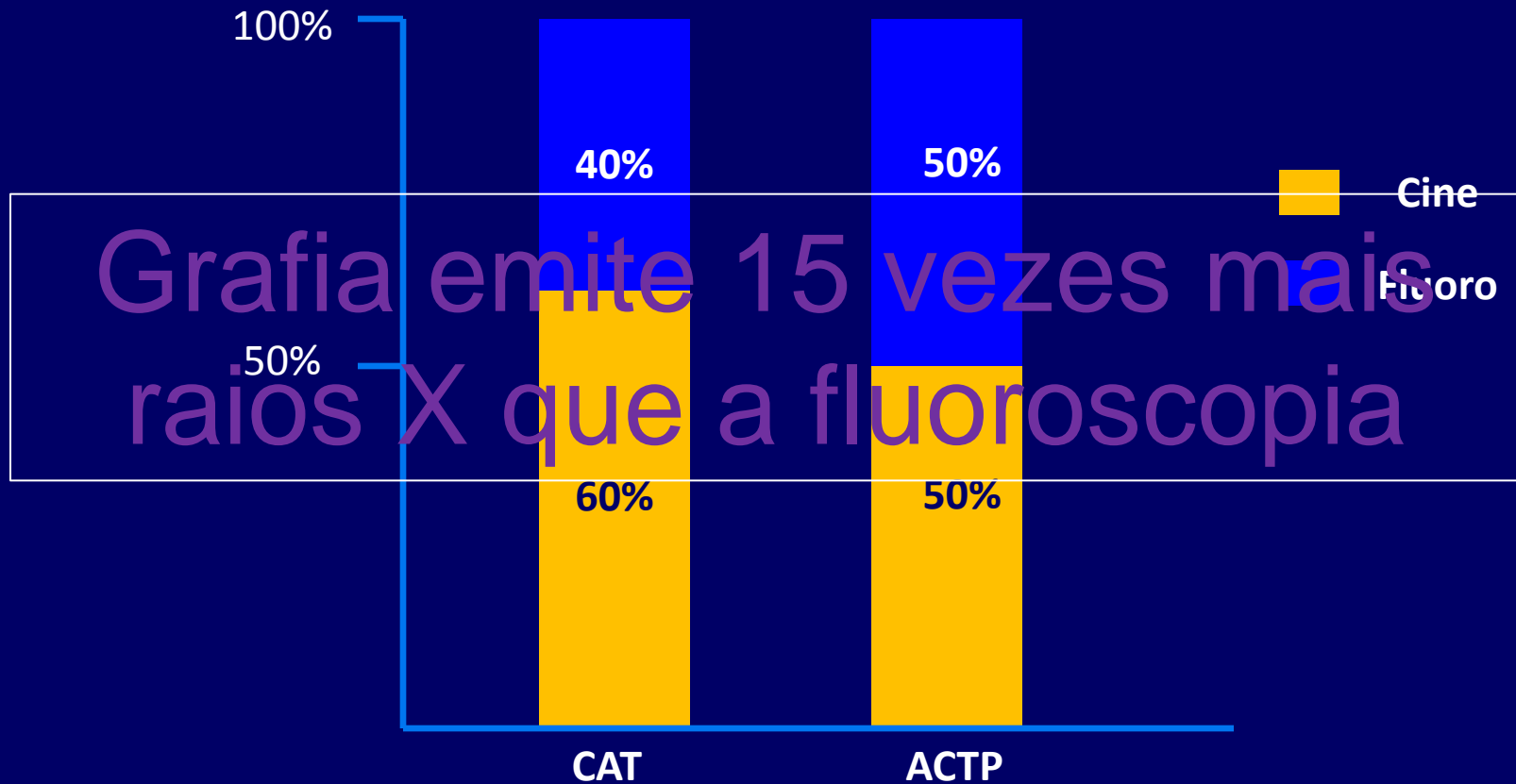
DETECTORES PLANOS x INTENSIFICADOR DE IMAGEM



Gurley JC. *Cardiol Clin* 2009; 27(3):285-94.

# IMPACTO DA EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NA REDUÇÃO DA RADIAÇÃO IONIZANTE

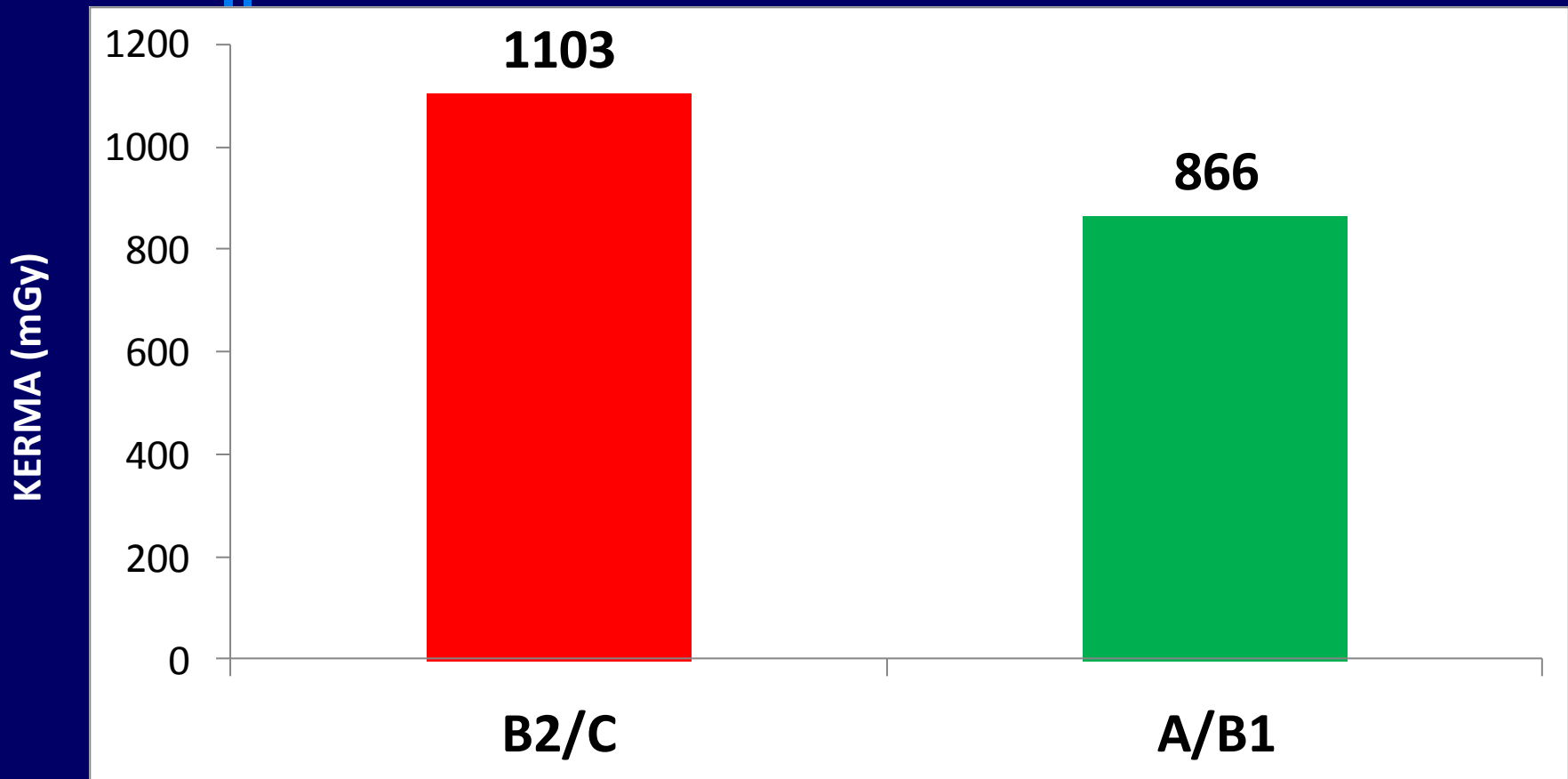
CONTRIBUIÇÃO DA CINE E FLUOROSCOPIA SOBRE A DOSE



Grafia emite 15 vezes mais raios X que a fluoroscopia

# IMPACTO DA EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NA REDUÇÃO DA RADIAÇÃO IONIZANTE

ANGIOPLASTIANEM LESÕES COMPLEXAS





# IMPACTO DA EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NA REDUÇÃO DA RADIAÇÃO IONIZANTE

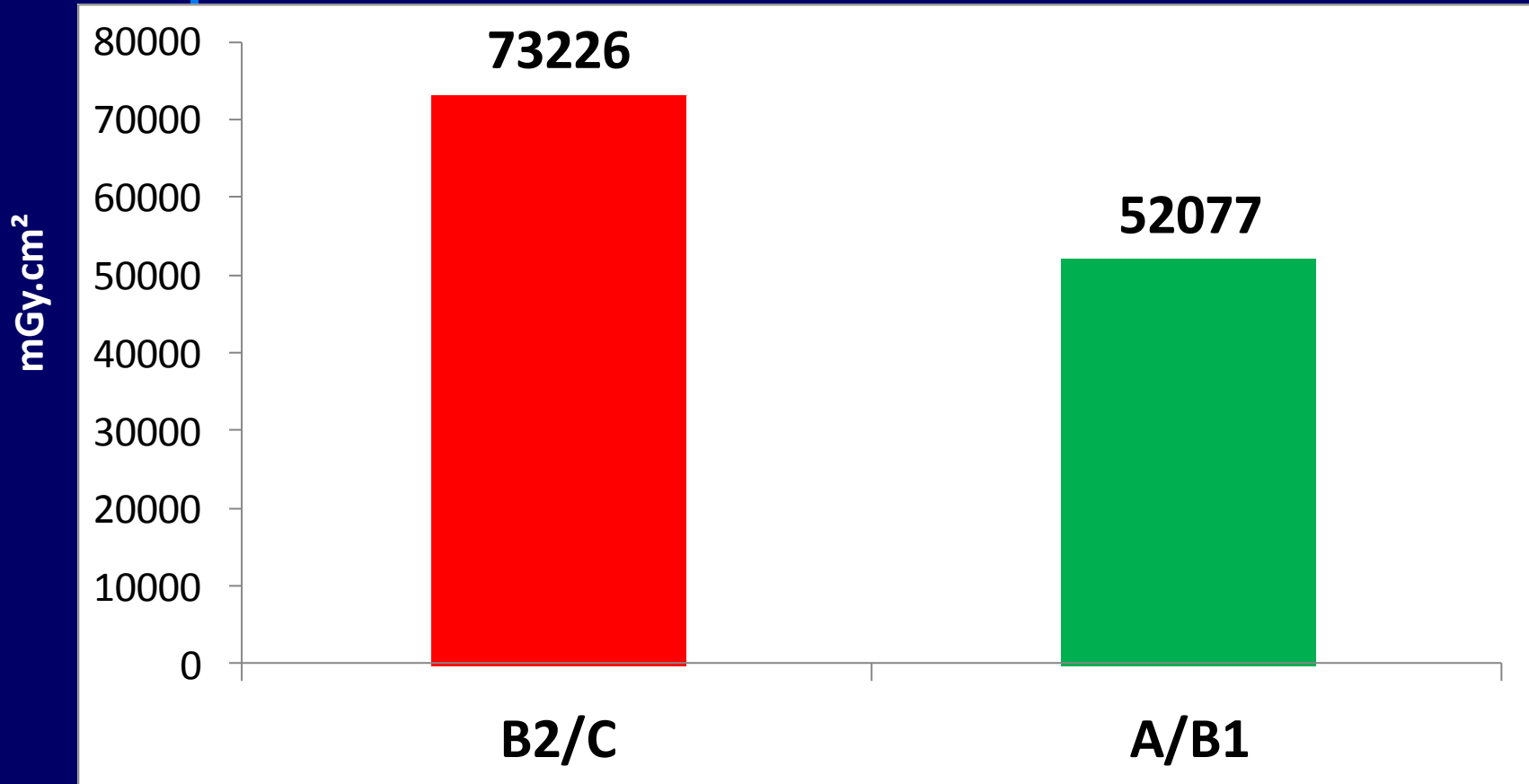
ANGIOPLASTIA EM LESÕES COMPLEXAS

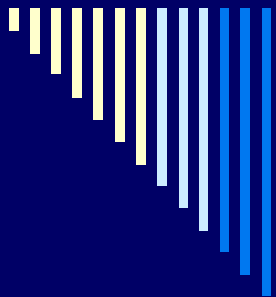
**+ 27%**

**NA DOSE TOTAL**

# IMPACTO DA EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NA REDUÇÃO DA RADIAÇÃO IONIZANTE

ANGIOPLASTIA EM LESÕES COMPLEXAS





**+ 40%**

**NA ÁREA IRRADIADA**

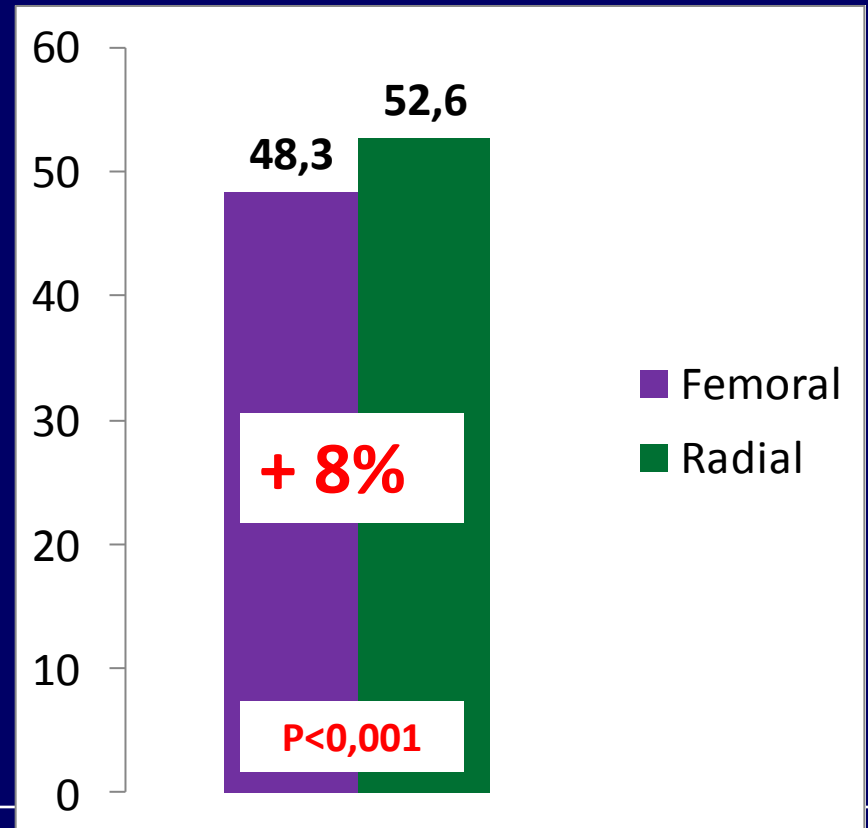
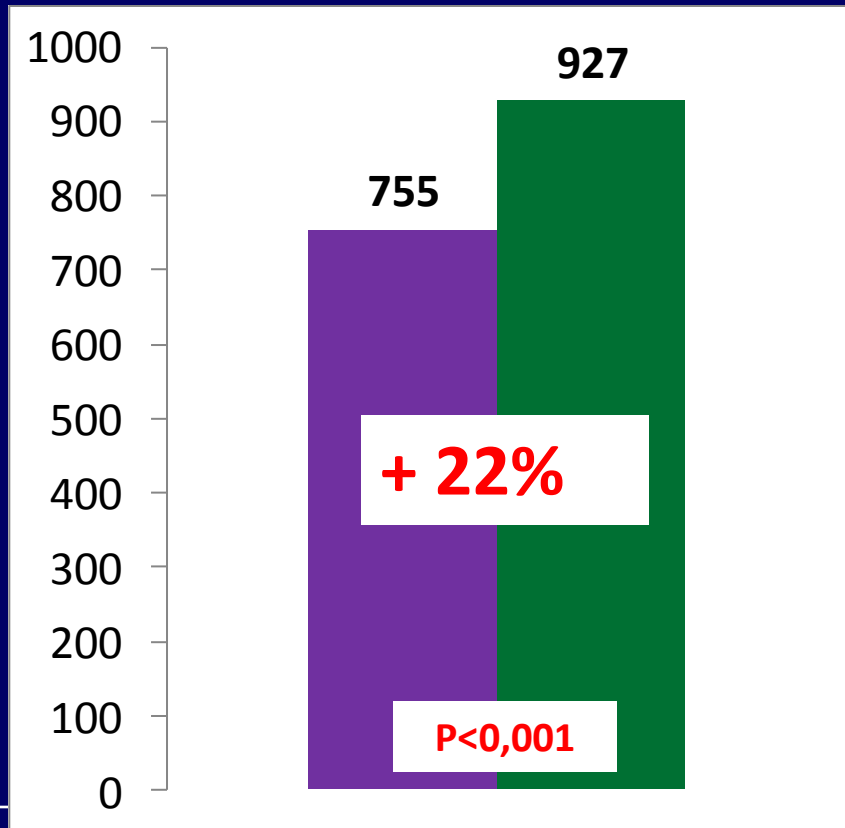


# IMPACTO DA EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NA REDUÇÃO DA RADIAÇÃO IONIZANTE

IMPORTÂNCIA DA VIA DE ACESSO

DOSE TOTAL (mGy)

ÁREA IRRADIADA (Gy.cm<sup>2</sup>)



# IMPACTO DA EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NA REDUÇÃO DA RADIAÇÃO IONIZANTE

ANGIOPLASTIA ELETIVA (n=137)

## Exposição radiológica

*Air Kerma* do paciente, mGy

Quartil inferior ( $Q_{1/4}$ )	489,4
Mediana ( $Q_{2/4}$ )	855,9
Quartil superior ( $Q_{3/4}$ )	1.392,8

Produto dose-área, mGy/cm<sup>2</sup>

Quartil inferior ( $Q_{1/4}$ )	24.694
Mediana ( $Q_{2/4}$ )	43.157
Quartil superior ( $Q_{3/4}$ )	83.976,5

**Dose > 2Gy = 12,4%**

# IMPACTO DA EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NA REDUÇÃO DA RADIAÇÃO IONIZANTE

ANGIOPLASTIA DE URGÊNCIA (N=114)

## Exposição radiológica

*Air Kerma* do paciente, mGy

Quartil inferior ( $Q_{1/4}$ )	708,2
Mediana ( $Q_{2/4}$ )	1.111,2
Quartil superior ( $Q_{3/4}$ )	1.611,9

Produto dose-área, mGy/cm<sup>2</sup>

Quartil inferior ( $Q_{1/4}$ )	42.340,7
Mediana ( $Q_{2/4}$ )	65.675
Quartil superior ( $Q_{3/4}$ )	102.660,7

**Dose > 2Gy = 5,7%**



# IMPACTO DA EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NA REDUÇÃO DA RADIAÇÃO IONIZANTE

**2 Gy**



**1 SESSÃO DE RADIOTERAPIA**



# IMPACTO DA EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NA REDUÇÃO DA RADIAÇÃO IONIZANTE

INFLUÊNCIA DO PESO

## Impacto do Peso Corporal dos Pacientes na Exposição Radiológica Durante Procedimentos Cardiológicos Invasivos


Francine Gonçalves Vargas<sup>1</sup>, Bruna Santos da Silva<sup>1</sup>, Cristiano de Oliveira Cardoso<sup>2</sup>, Natalia Leguisamo<sup>1</sup>,  
Cláudio Antônio Ramos de Moraes<sup>2</sup>, Cláudio Vasques de Moraes<sup>2</sup>, Júlio Vinícius de Souza Teixeira<sup>2</sup>,  
La Hore Correa Rodrigues<sup>2</sup>, Alexandre Schaan de Quadros<sup>2</sup>, Carlos Antonio Mascia Gottschall<sup>2</sup>

*Vargas FG et al. Rev Bras Cardiol Invas 2012; 20 (1): 63-8*

# IMPACTO DA EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NA REDUÇÃO DA RADIAÇÃO IONIZANTE

## INFLUÊNCIA DO PESO

<i>Increase in Tissue Thickness, cm</i>	<i>Expected Input Dose, %</i>
+ 1	25
+ 2	56
+ 3	95
+ 4	244
+ 5	305
+ 6	381
+ 7	477
+ 8	596





# IMPACTO DA EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NA REDUÇÃO DA RADIAÇÃO IONIZANTE

PREDITORES DE SUPEREXPOSIÇÃO RADIOLÓGICA (>2 Gy)

## Padrão de Exposição Radiológica e Preditores de Superexposição dos Pacientes Submetidos a Procedimentos Cardiológicos Invasivos em Equipamentos com Detectores Planos

Cristiano de Oliveira Cardoso<sup>1</sup>, Juliana Cañedo Sebben<sup>1</sup>, Leandro Fischer<sup>1</sup>, Milena Vidal<sup>1</sup>,  
Gabriel Garcia Broetto<sup>1</sup>, Bruna Santos da Silva<sup>2</sup>, Francine Gonçalves Vargas<sup>2</sup>, Norton Ramos Fontella<sup>2</sup>,  
Wagner Kaufmann<sup>2</sup>, Guilherme Oberto Rodrigues<sup>2</sup>, Rogério Fachel de Medeiros<sup>2</sup>,  
Carlos Roberto Cardoso<sup>1</sup>, Rogério Sarmiento-Leite<sup>1</sup>, Carlos Antônio Mascia Gottschall<sup>1</sup>

*Cardoso CO et al. Rev Bras Cardiol Invas 2011; 19(1):84-9.*

# IMPACTO DA EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NA REDUÇÃO DA RADIAÇÃO IONIZANTE

PREDITORES DE SUPEREXPOSIÇÃO RADIOLÓGICA (> 2Gy)

Análise multivariada para determinação dos preditores de exposição radiológica aumentada

Variável	RC	IC	P
Peso, kg	1,03	1,01-1,05	0,003
Angioplastia eletiva	11,9	4,3-33,2	< 0,001
Angioplastia <i>ad hoc</i>	15,5	5,4-43,9	< 0,001

IC = intervalo de confiança; RC = razão de chance.

Cardoso CO et al. Rev Bras Cardiol Invas 2011; 19(1):84-9.





# IMPACTO DA EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NA REDUÇÃO DA RADIAÇÃO IONIZANTE

PREDITORES DE SUPEREXPOSIÇÃO RADIOLÓGICA (> 2Gy)

**EQUIPAMENTOS COM DETECTORES PLANOS**

**↑ 60% NA DOSE DE RADIAÇÃO**

**MANUTENÇÃO SUPERVISIONADA**

**↓ 42% NA DOSIMETRIA**

*De Medeiros RF et al. Rev Bras Cardiol Invas 2010; 18(3):316-20.*



# IMPACTO DA EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NA REDUÇÃO DA RADIAÇÃO IONIZANTE

## RECURSOS DOS EQUIPAMENTOS

### SALVAMENTO ESCOPIA

- Permite salvar os últimos 10-60 segundos de fluoroscopia

### SINGLE SHOOT EXPOSURE

- Grafia de apenas 1 frame

# IMPACTO DA EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NA REDUÇÃO DA RADIAÇÃO IONIZANTE

## PROJEÇÃO DE EXAMES HEMODINÂMICOS

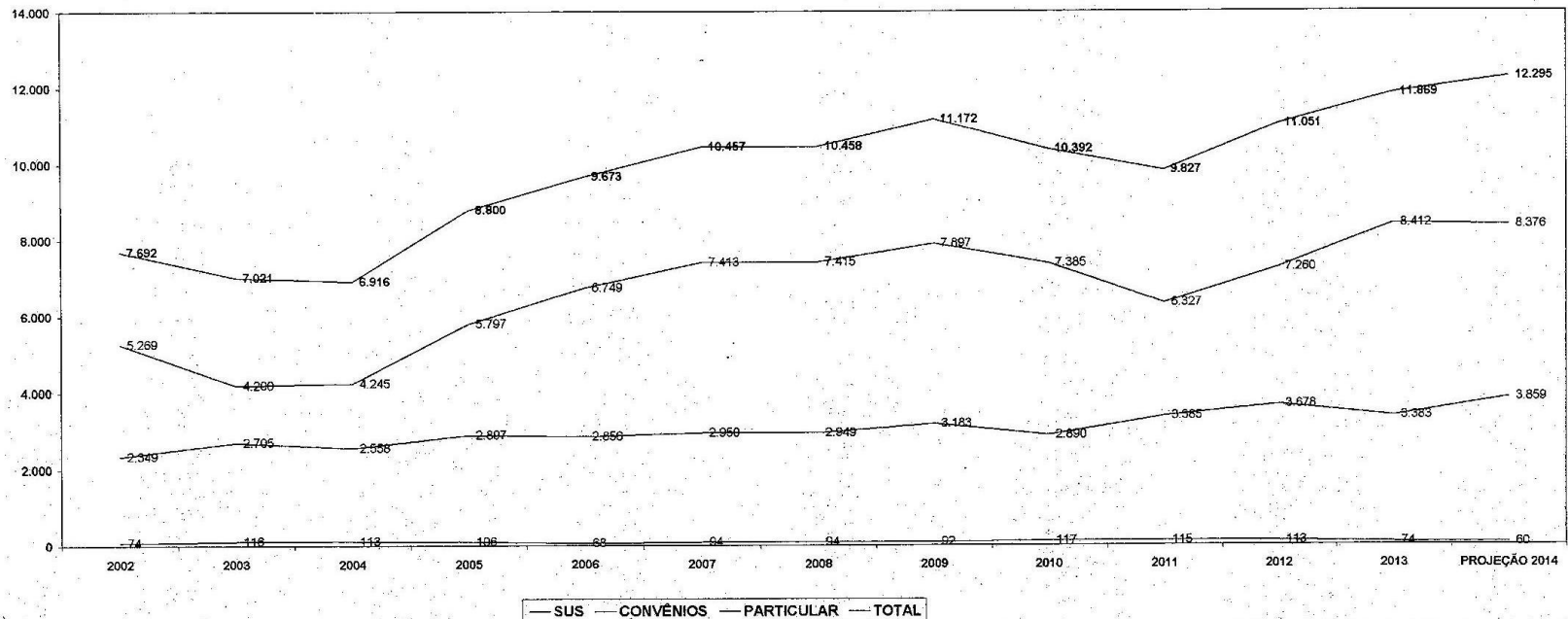


INSTITUTO DE CARDIOLOGIA - FUNDAÇÃO UNIVERSITÁRIA DE CARDIOLOGIA  
COORDENAÇÃO DO SERVIÇO DE ENFERMAGEM

### PROJEÇÃO DE EXAMES HEMODINÂMICOS ANO 2014

	2002			2003			2004			2005			2006			2007			2008			2009			2010			2011			2012			2013			2014			Projeção 2014		
	Total	Média	%	Total	Média	%	Total	Média	%	Total	Média	%	Total	Média	%	Total	Média	%	Total	Média	%	Total	Média	%	Total	Média	%	Total	Média	%	Total	Média	%	Total	Média	%						
SUS	5.269	439	68,5	4.200	350	59,8	4.245	386	61,4	5.797	483	65,9	6.749	564	70,0	7.413	618	70,9	7.415	674	70,8	7.897	716	70,7	7.385	672	71,1	6.327	575	64,4	7.260	660	65,7	8.412	701	70,9	8.376	686,0	71,9	8.376		
CONVÊNIOS	2.349	196	30,5	2.705	225	38,5	2.558	233	37,0	2.897	241	32,9	2.850	241	29,9	2.950	246	28,2	2.949	288	28,2	3.183	289	28,5	2.890	263	27,8	3.985	306	34,4	3.678	334	33,3	3.383	292	28,5	3.216	321,6	27,6	3.859		
PARTICULAR	74	6	1,0	116	10	1,7	113	10	1,6	106	9	1,2	68	1	0,1	94	8	0,6	84	8	0,9	92	8	0,8	117	9	1,1	115	10	1	113	10	1,0	74	6	0,6	60	5,0	0,5	60		
TOTAL	7.692	641	100	7.021	585	100	6.916	629	100	8.390	733	100	9.673	805	100	10.457	871	100	10.458	951	100	11.172	1.016	100	10.382	866	100	9.827	999	100	11.051	1.018	100	11.865	969	100	11.892	971	100	11.892		

COMPARATIVO ANUAL DE PROCEDIMENTOS



# IMPACTO DA EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NA REDUÇÃO DA RADIAÇÃO IONIZANTE

## AJUSTE DE DOSES MONITORADAS

Instituto de cardiologia do Rio Grande do Sul - Fundação Universitária de Cardiologia  
Proteção Radiológica

### Total de Exposições Ocupacionais / Exame - 2006/2016

Mês	Total (mSv) / Número de Exames	Ações de controle de qualidade e padronizações	
2006	0,091	1 . Início do controle das calibração em 50 mGy/min	OBS: Antes desta data os equipamento eram calibrados no parâmetro Europeu de 80 mGy/min
2007	0,084	1	
2008	0,087	1	OBS: Treinamento para otimização de dose
2009	0,065	1; 2.Início do Treinamento da Residência	
2010	0,064	1;2	OBS: Automaticamente ao "criar o paciente" o protocolo fica: baixa dose sem magnificação e 10 Q/s FLUORO/CINE
2011	0,055	1;2	
2012	0,053	1;2; 3. Início das programações tecnológicas - Dos Protocolos	
2013	0,032	1;2;3	OBS: Exames assentados mensalmente / Emissão de um rela com a % de procediemntos que passaram dos 2 Gy
2014	0,035	1;2;3	
2015	0,027	1;2;3; 4. Assentamentos de doses dos pacientes	
2016	0,024	1;2;3;4	



# IMPACTO DA EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NA REDUÇÃO DA RADIAÇÃO IONIZANTE

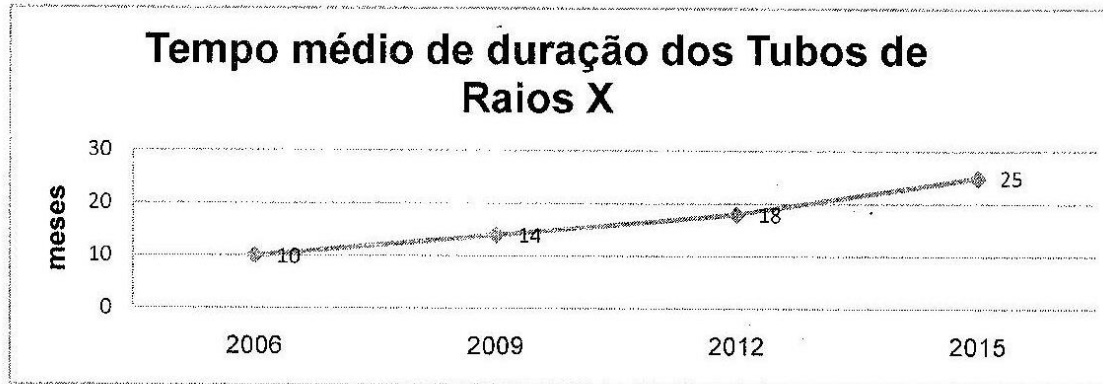
## AJUSTE DE DOSES MONITORADAS



Instituto de cardiologia do Rio Grande do Sul - Fundação Universitária de Cardiologia  
Proteção Radiológica

### Durabilidade dos tubos de Raios X relacionada com as ações de controle de qualidade e padronizações

Ano	Tempo médio de Duração Tubo RX - Meses	Ações de controle de qualidade e padronizações
2006	10	1. Início do controle de das calibração em 50 mGy/min e validações das manutenções
2009	14	1; 2. Início do Treinamento da Residência
2012	18	1;2; 3. Início das programações tecnológicas - Dos Protocolos
2015	25	1;2;3; 4. Assentamentos de doses dos pacientes





# IMPACTO DA EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NA REDUÇÃO DA RADIAÇÃO IONIZANTE

## AJUSTE DE DOSES MONITORADAS

- Utilize os raios X apenas quando necessário
- Minimize o número de grafias
- Minimize a angulação do tubo/detector
- Minimize a magnificação das “lentes”
- Minimize a taxa de frames por segundo
- Mantenha o tubo o mais próximo possível do paciente
- Utilize a colimação o máximo possível
- Monitore os níveis de radiação durante o procedimento