



Universidade Estadual de Santa Cruz
Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente



AVALIAÇÃO DA POLUIÇÃO AMBIENTAL POR RADIAÇÃO EM EXAMES TOMOGRÁFICOS DE CRÂNIO NAS CIDADES DE ILHÉUS E ITABUNA

1

Mestranda Erlana Veras

Orientador Prof. Dr. Félix Mas Milán

Co-orientador Prof. Dr. Fermin Garcia

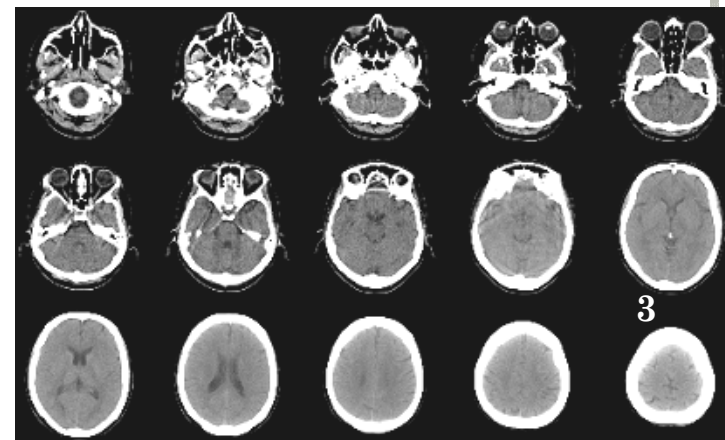
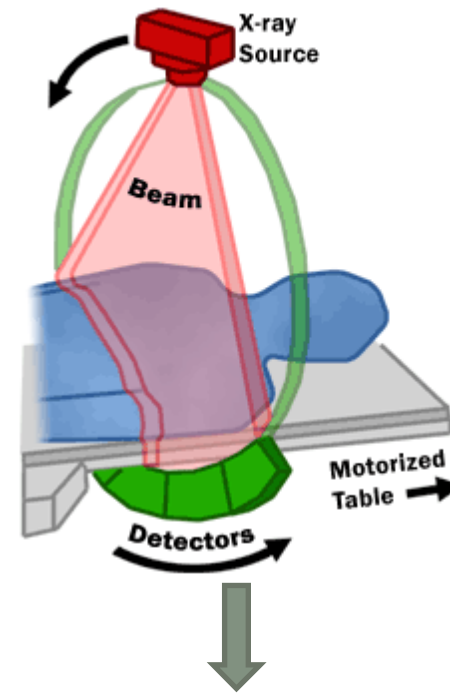


INTRODUÇÃO

- Poluição por radiação ionizante
 - ❖ Braga (2001) conceitua poluição como: “ uma alteração indesejável nas características físicas, químicas ou biológicas da atmosfera, litosfera ou hidrosfera que cause ou possa causar prejuízos à saúde, à sobrevivência ou às atividades dos seres vivos”
 - ❖ Radiação ionizante artificial

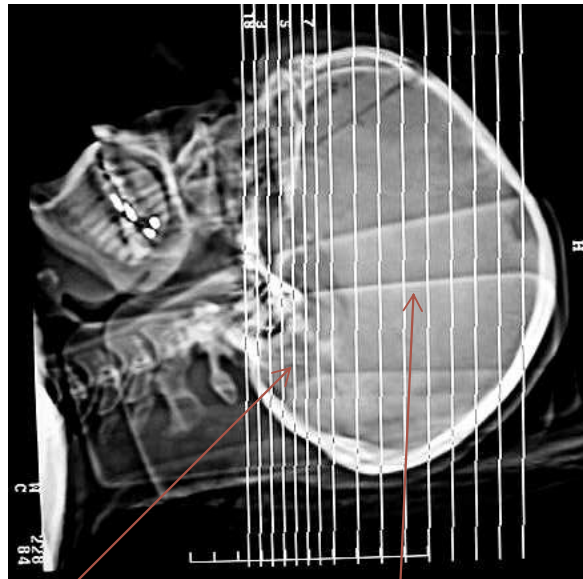
INTRODUÇÃO

- Tomografia Computadorizada (TC)



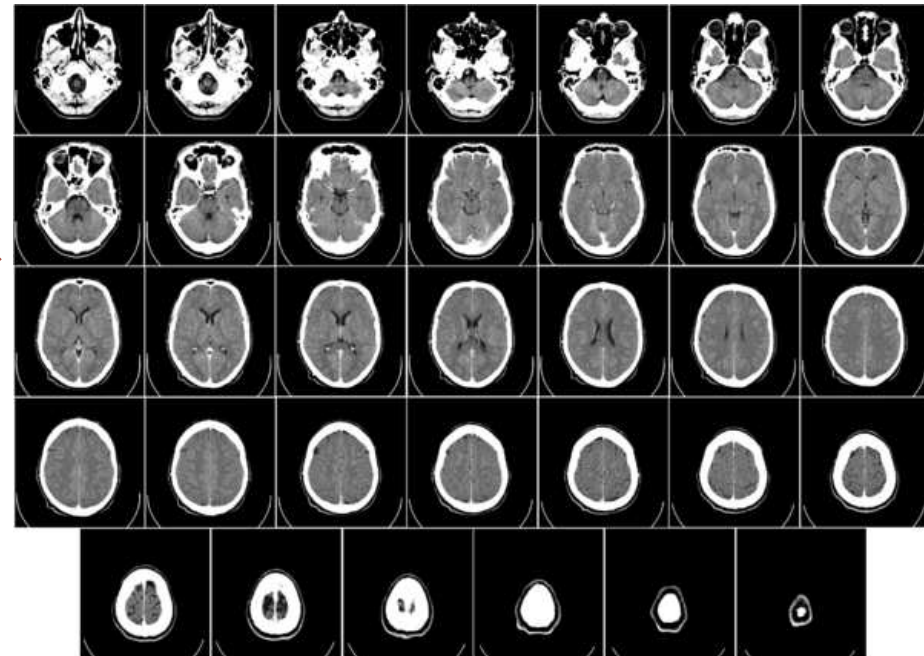
INTRODUÇÃO

- Exame tomográfico de crânio



Fossa posterior

Supratentorial



- Principais parâmetros de aquisição do exame:
 - ❖ Tensão (kV)
 - ❖ Produto corrente pelo tempo de exposição (mAs)
 - ❖ Espessura do corte (mm)

ESTADO ATUAL

- Daros (2002), Mora (2004) e Torunsky (2005) identificaram nos seus estudos técnicas alternativas para exames tomográficos de crânio que oferecessem menor dose de radiação e que atendessem as recomendações de restrição de dose:
 - ❖ Daros e Mora propuseram que o exame de crânio fosse realizado com 100 kV/200 mAs para espessura de corte de 10 mm e com 120 kV/200 mAs para 7 mm
 - ❖ Torunsky concluiu no seu estudo que o exame de crânio pode ser realizado com parâmetros que gerem uma redução de dose de 47% em relação aos níveis de restrição de dose da Portaria 453

OBJETIVO GERAL

- Avaliar a poluição ambiental gerada por radiação ionizante artificial proveniente dos exames tomográficos de crânio nas cidades de Ilhéus e Itabuna e desenvolver uma metodologia para sua minimização

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o nível do poluente nas instituições de TC
- Desenvolver uma metodologia para indicar novos parâmetros para realização dos exames que visem uma minimização das doses de radiação mantendo uma qualidade de imagem satisfatória

OBJETIVO ESPECÍFICO I

Avaliar o nível do poluente nas instituições de TC



8

MATERIAIS E MÉTODOS

- Avaliação do nível do poluente
 - ❖ Levantamento radiométrico
 - ❖ Levantamento de dose absorvida pelo paciente

MATERIAIS E MÉTODOS

- Para estimar o nível do poluente no ambiente foram utilizados:
 - ❖ Objeto simulador de acrílico para crânio
 - ❖ Câmara de ionização tipo bolacha
 - ❖ Monitor de radiação
 - ❖ Tripé



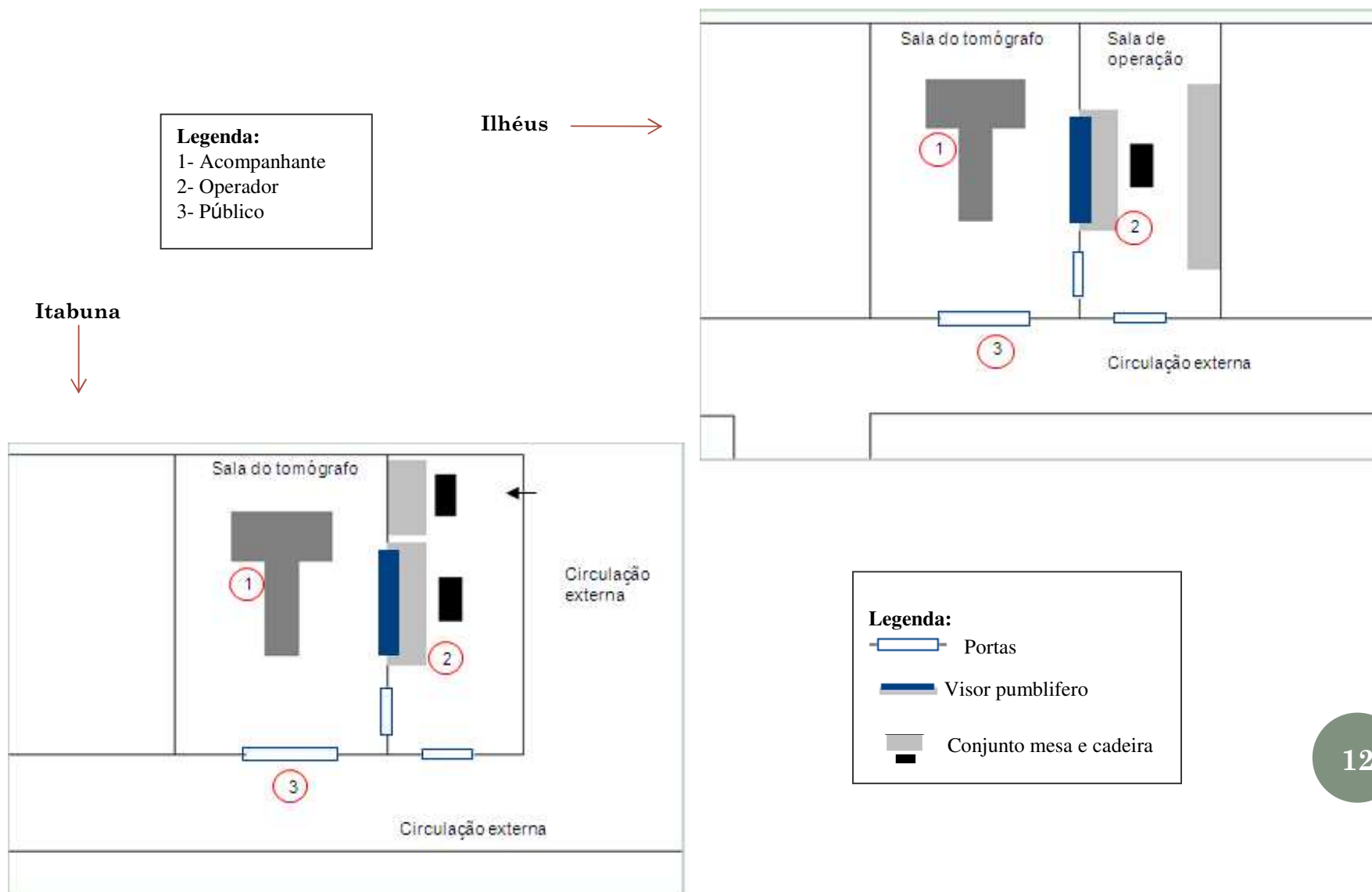
MATERIAIS E MÉTODOS

❖ Programa de monitoração



MATERIAIS E MÉTODOS

- Foram realizadas as medidas das doses em *kerma no ar* dos exames tomográficos de crânio no interior e exterior da sala de exame nas duas instituições, em pontos pré-definidos



MATERIAIS E MÉTODOS

- Especificação das técnicas utilizadas na dosimetria

	Instituição	Condição	Tensão	Corrente x tempo	Espessura do corte	Incremento	
Condição máxima	Ilhéus	1	120 kV	240 mAs	3 mm	5 mm	← Exame do crânio
		2	120 kV	225 mAs	10 mm	10 mm	
		3	135kV	255mAs	10 mm	10 mm	
	Itabuna	1	120 kV	200 mAs	5 mm	5 mm	← Exame do crânio
		2	120 kV	200 mAs	7 mm	7 mm	
		3	140 kV	320mAs	7 mm	7 mm	

MATERIAIS E MÉTODOS

- Os valores de dose em *kerma no ar* foram convertidos em *dose externa* (d_e)

$$d_e = d.T.W$$

Onde:

d_e é a *dose externa*;

d é a dose em mSv.min/mA;

T é a taxa de ocupação do ambiente;

W é a carga de trabalho máxima semanal

MATERIAIS E MÉTODOS

- Carga de trabalho máxima semanal

Nº de pacientes por semana	Exames mais realizados na semana	Corrente por exame (mA)	Tempo de duração dos exames (s)	Média da corrente por paciente (mA/pac.)	Média do tempo por paciente (s/pac.)	Média da carga de trabalho por paciente (mA.min/pac)	Média da carga de trabalho por semana (mA.min/sem)
125	Coluna cervical	170	35	166	33,6	92,96	11.620
	Coluna lombar	170	35				
	Crânio	160	20				
	Abdômen	170	43				
	Tórax	160	35				

Ilhéus



Nº de pacientes por semana	Exames mais realizados na semana	Corrente por exame (mA)	Tempo de duração dos exames (s)	Média da corrente por paciente (mA/pac.)	Média do tempo por paciente (s/pac.)	Média da carga de trabalho por paciente (mA.min/pac)	Média da carga de trabalho por semana (mA.min/sem)
200	Coluna cervical	120	45	132	44,8	98,56	19.712
	Coluna lombar	130	45				
	Crânio	100	29				
	Abdômen	150	55				
	Tórax	160	50				

Itabuna



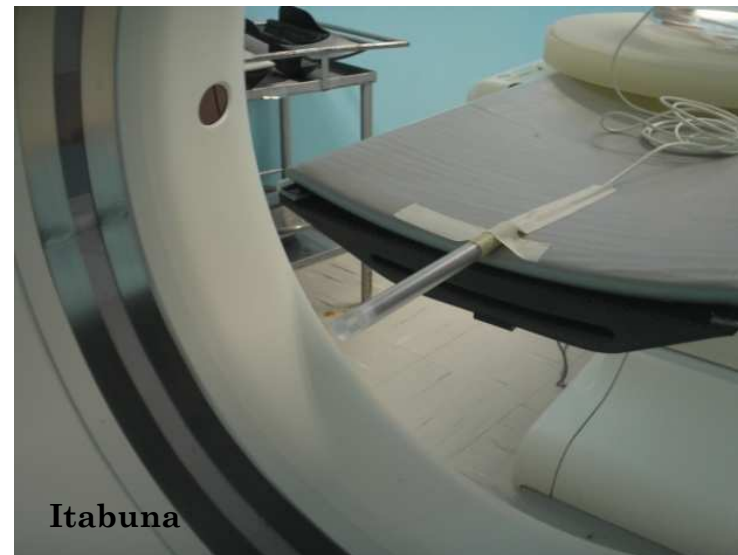
MATERIAIS E MÉTODOS

- Para as medidas de dose absorvida foram utilizados:
 - ❖ Câmara de ionização tipo lápis
 - ❖ Monitor de radiação



MATERIAIS E MÉTODOS

- A câmara de ionização foi posicionada livre no ar e as doses, em *kerma no ar*, foram obtidas para os parâmetros do exame de crânio



MATERIAIS E MÉTODOS

- Foi determinada a grandeza tomográfica $CTDI_{100,ar}$

$$CTDI_{ar} = \frac{1}{NT} \int_{-50mm}^{+50mm} D(z) dz$$

Onde:

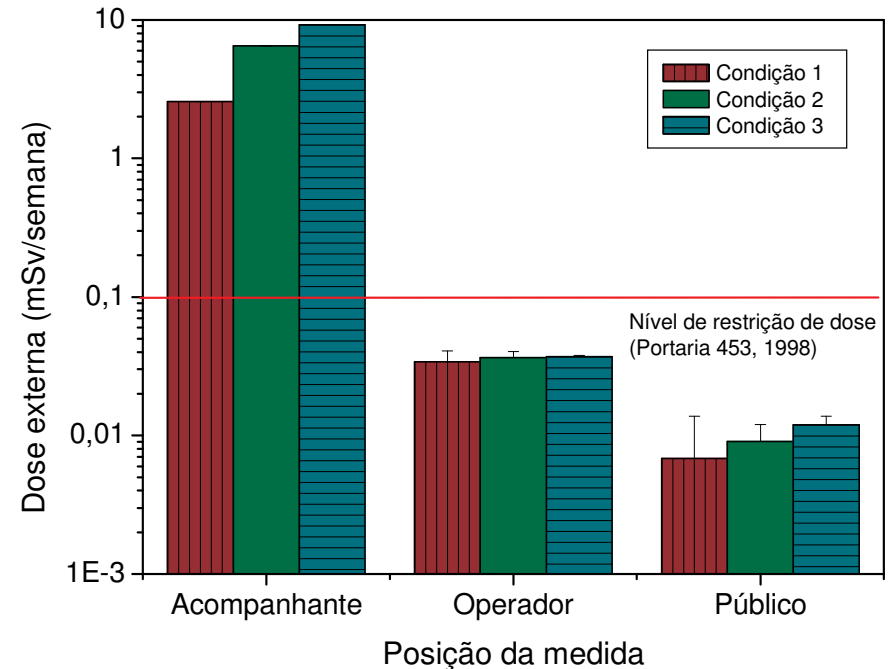
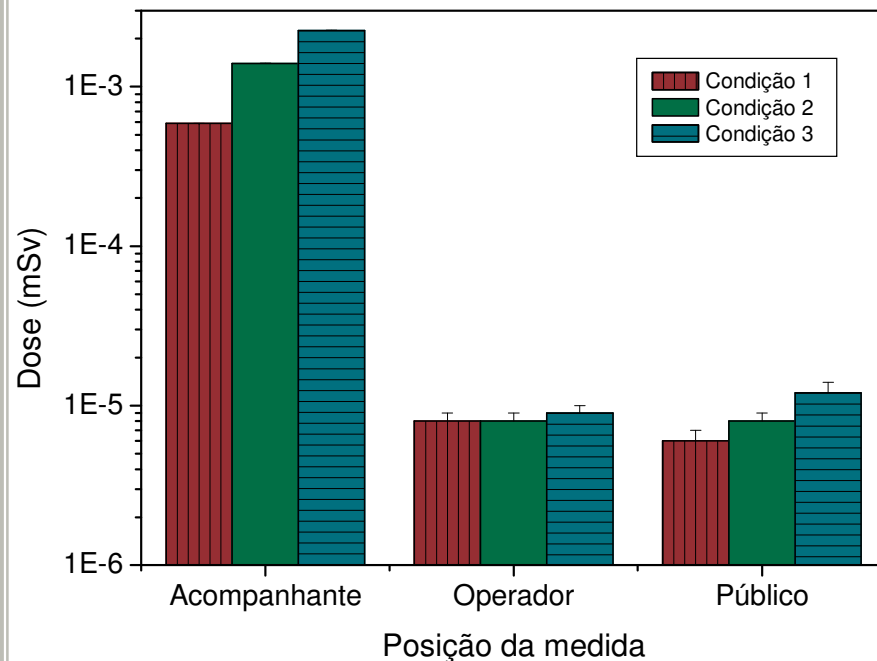
N é o número de cortes por revolução

T é a espessura do corte

$D(z)dz$ é a dose em *kerma no ar*

RESULTADOS E DISCUSSÕES

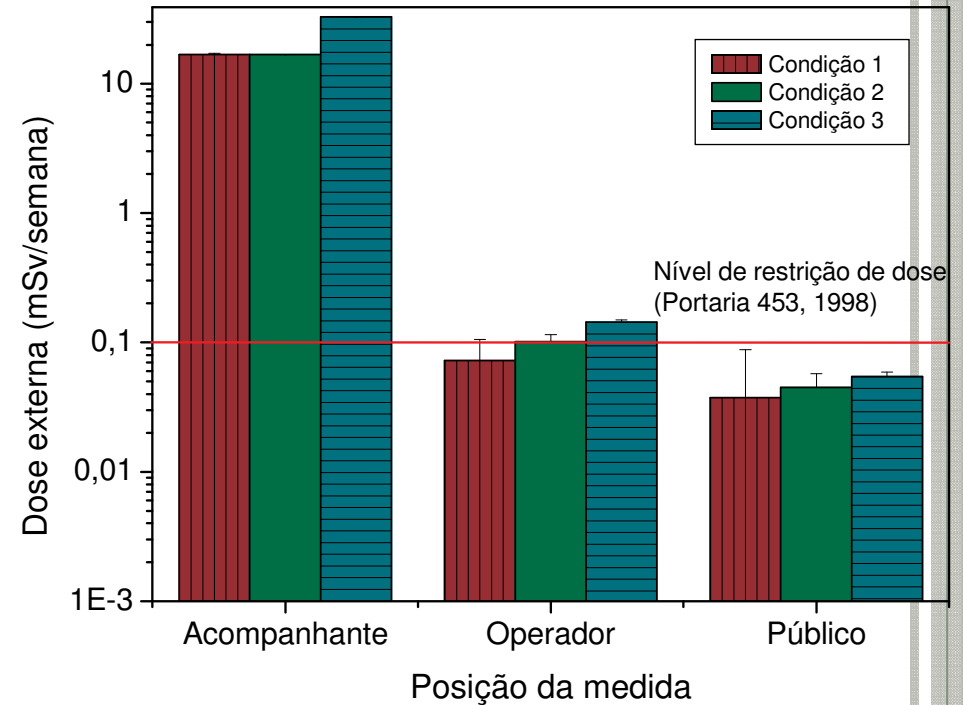
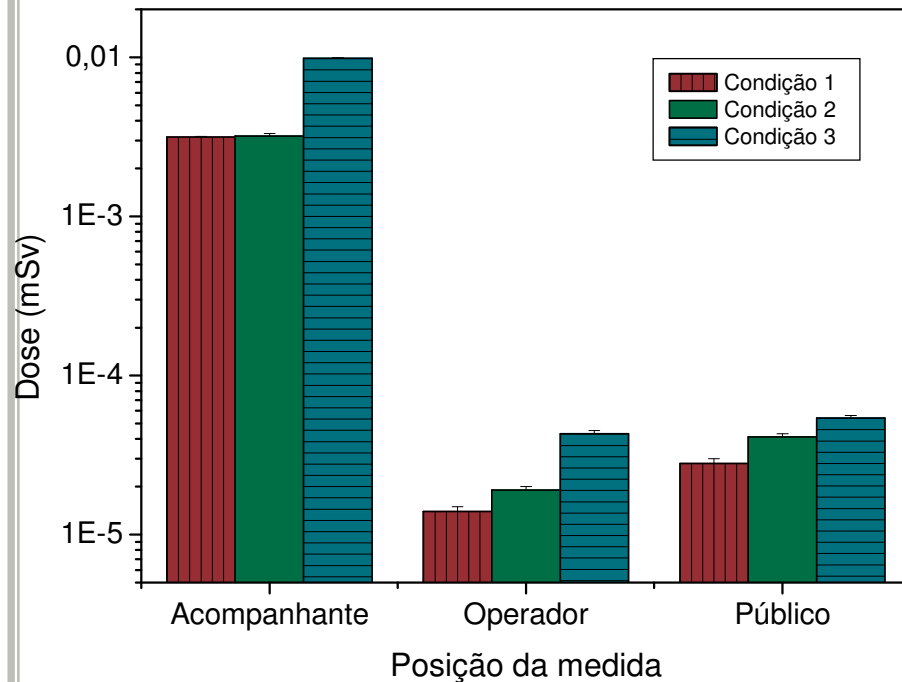
Ilhéus



- Sala do tomógrafo x sala do operador x zona do público
- Exame dentro dos níveis permissíveis
- Barreira primária
- O enfermeiro só poderá acompanhar aproximadamente:
 - ❖ Condição 1 → 5 exames
 - ❖ Condição 2 → 2 exames
 - ❖ Condição 3 → 1 exame

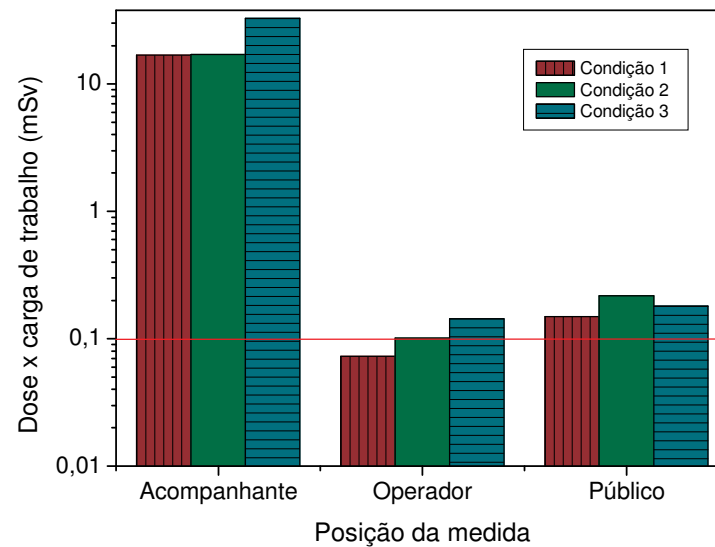
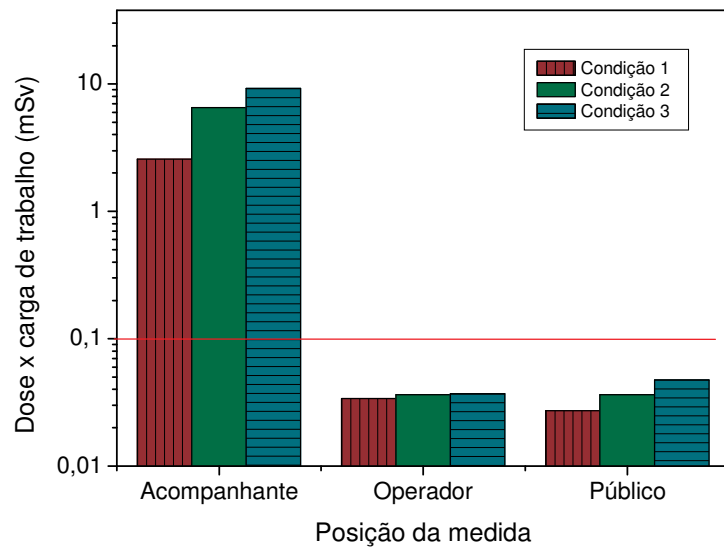
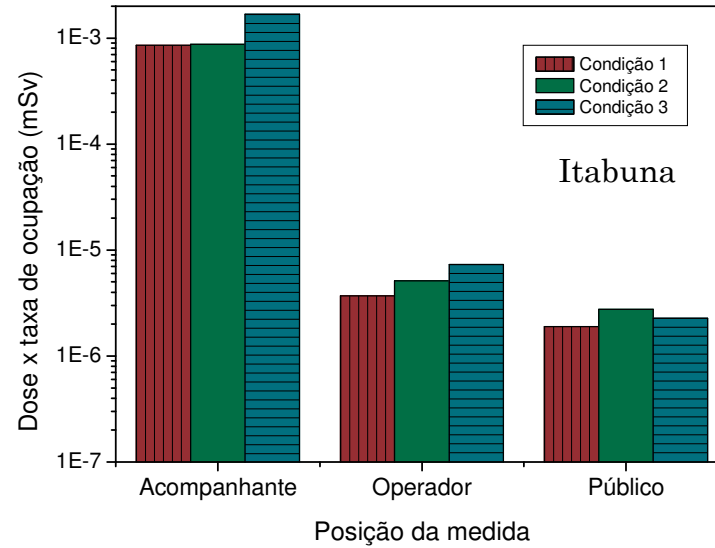
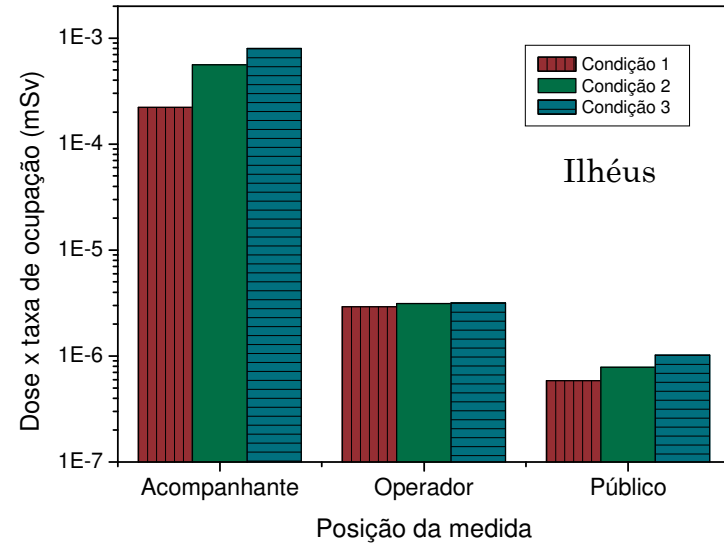
RESULTADOS E DISCUSSÕES

Itabuna



- Exame fora dos níveis permissíveis para o operador
- O enfermeiro só poderá acompanhar aproximadamente 1 exame nas três condições

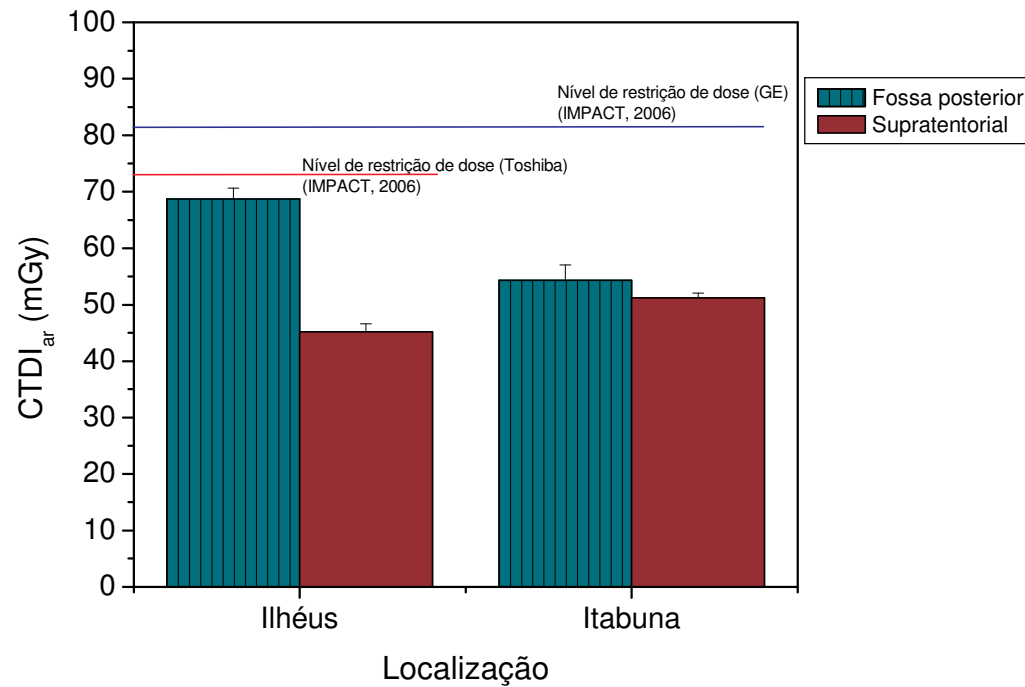
○ Comparação entre as instituições



○ A carga de trabalho semanal é alta:

- ❖ Condição 2 → 19.455
- ❖ Condição 3 → 13.663

RESULTADOS E DISCUSSÕES



Instituição	Região Anatômica do exame	Média das leituras em Kerma no ar (mGy)	CTDI _{ar} (mGy)
Ilhéus	Fossa posterior	2,06±0,06	68,68±2,01
	Supratentorial	4,52±0,07	45,19±1,40
Itabuna	Fossa posterior	2,72±0,03	54,32±2,73
	Supratentorial	3,58±0,06	51,23±0,85

- Ilhéus x Itabuna
- Fossa posterior x região supratentorial

OBJETIVO ESPECÍFICO II

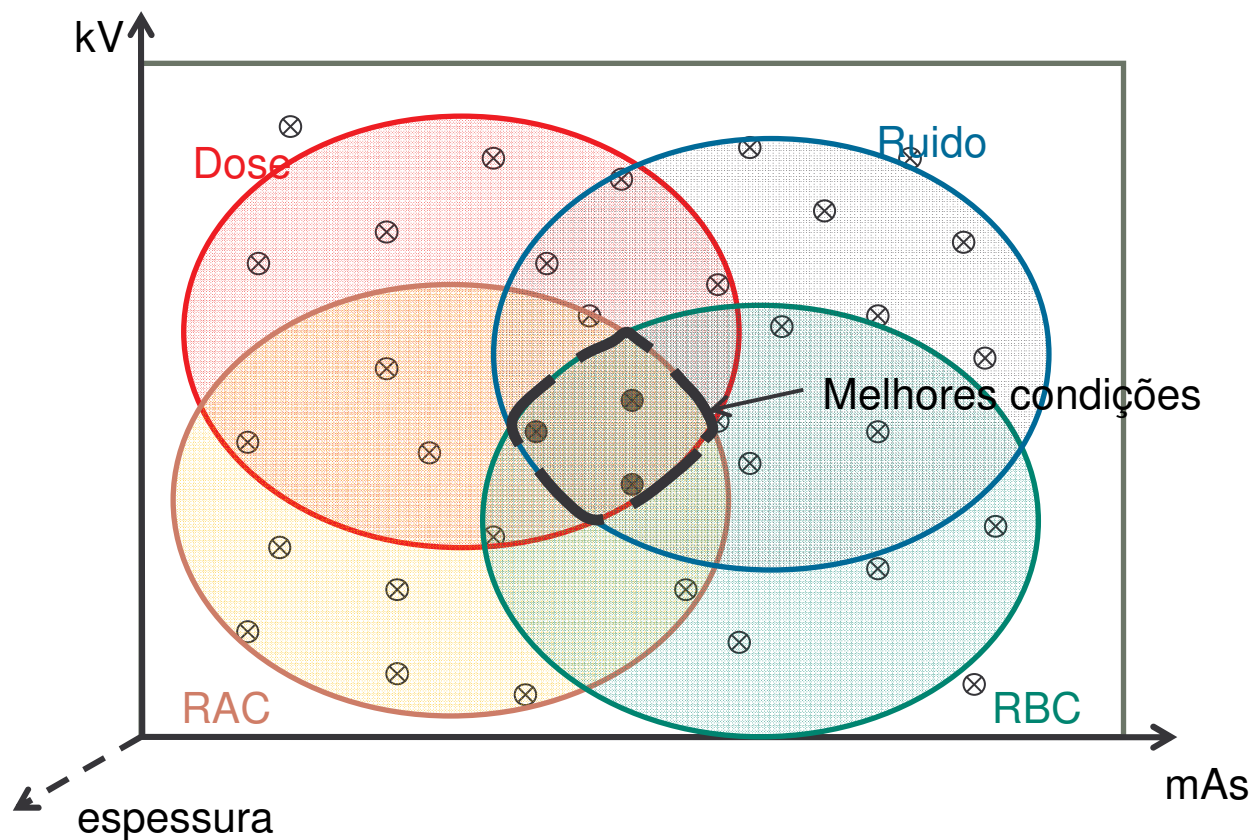
Desenvolver uma metodologia para indicar novos parâmetros para realização dos exames que visem uma minimização das doses de radiação mantendo uma qualidade de imagem satisfatória

MATERIAIS E MÉTODOS

- Para minimizar o nível do poluente durante a aquisição do exame de crânio, foi desenvolvida uma metodologia denominada “Redução à melhor”

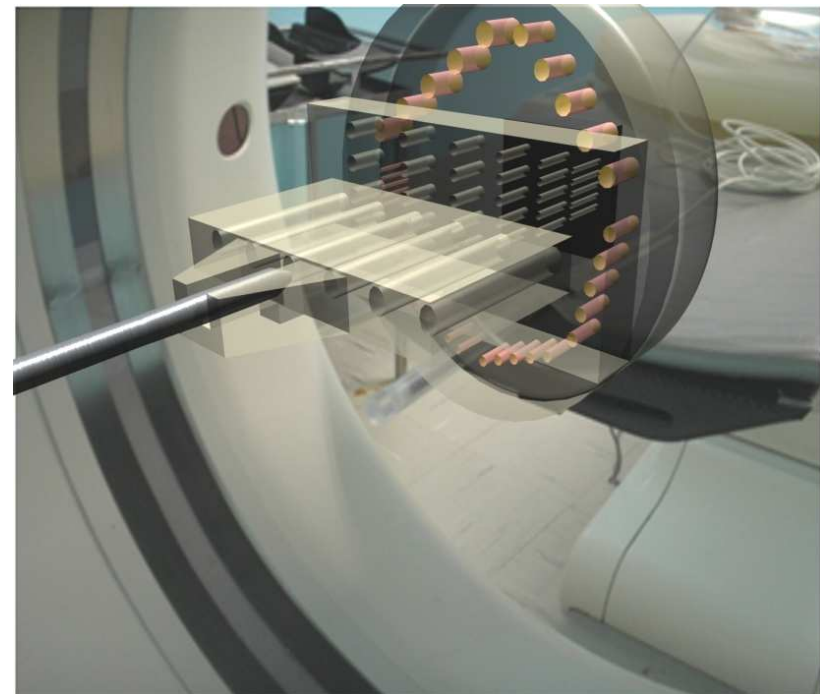
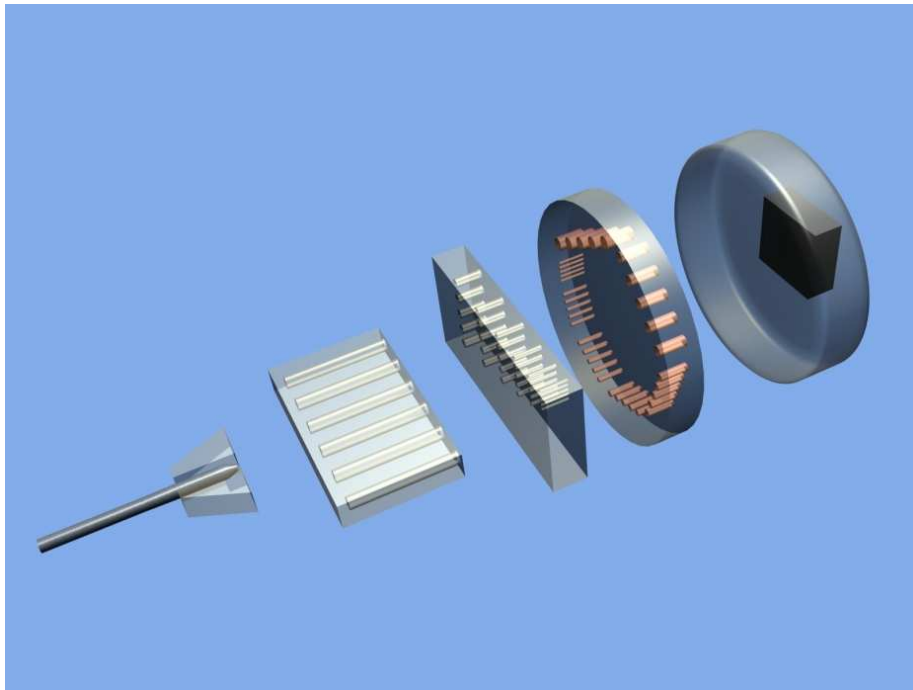
MATERIAIS E MÉTODOS

- Estudo das relações do $CTDI_{ar}$, Ruído, Resolução de alto contraste (RAC) e baixo contraste (RBC) obtidas através da variação dos parâmetros de aquisição do exame
- Eliminação das configurações acima dos níveis de referência
- Escolha da melhor configuração baseando em entrevista com os radiologistas



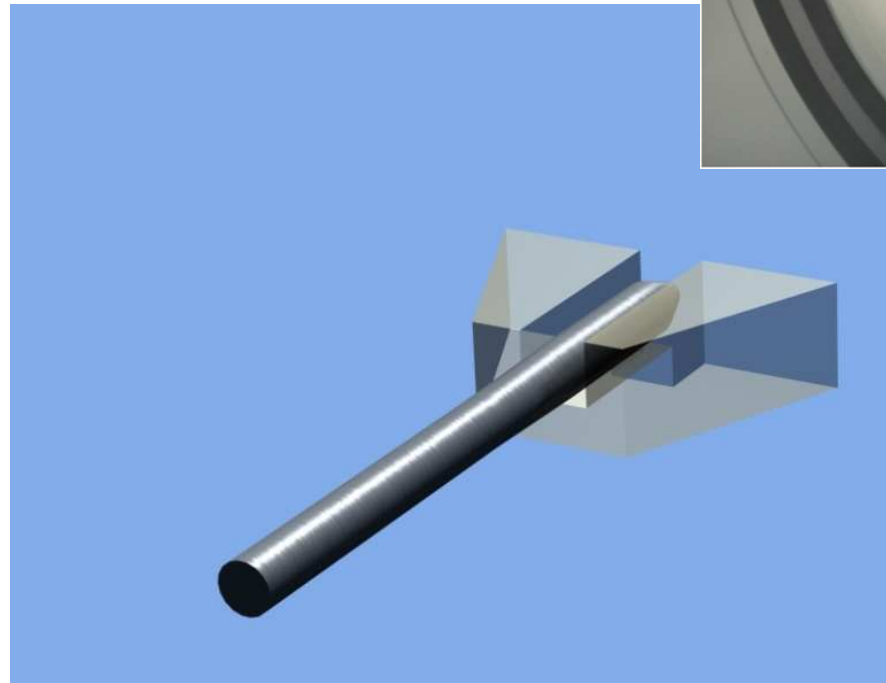
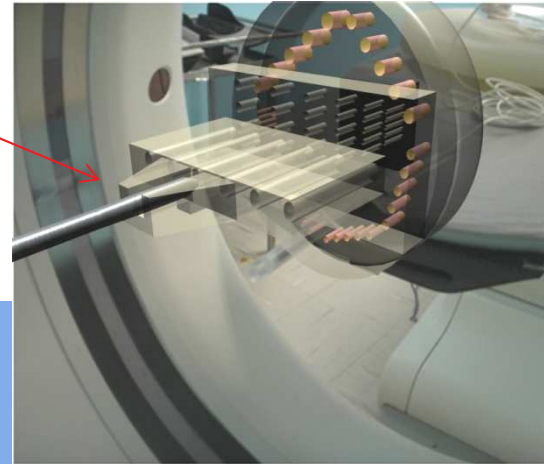
MATERIAIS E MÉTODOS

- Para realizar as medidas nas diversas configurações este trabalho está desenvolvendo um phantom que permite realizá-las de forma rápida e fácil



MATERIAIS E MÉTODOS

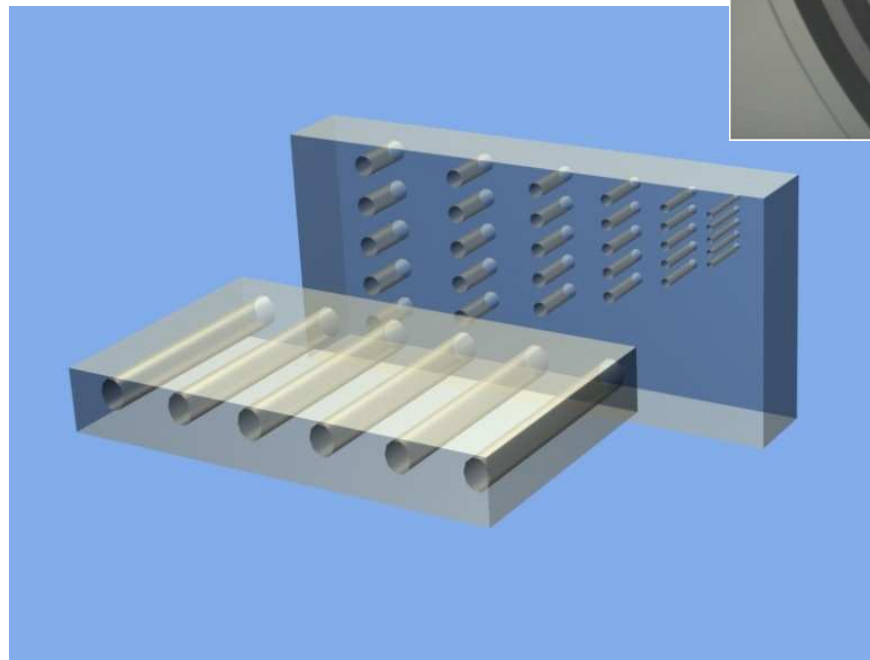
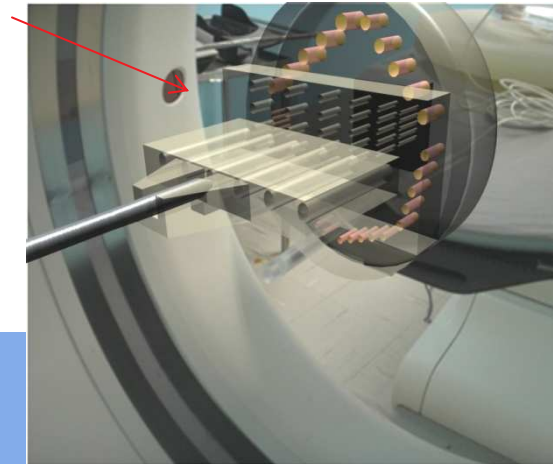
- Medidas de dose



MATERIAIS E MÉTODOS

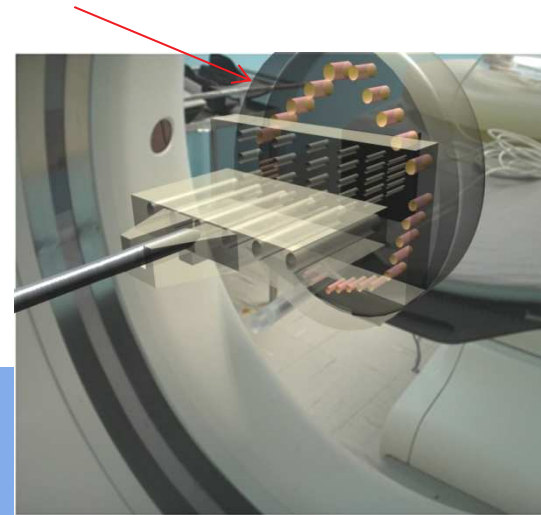
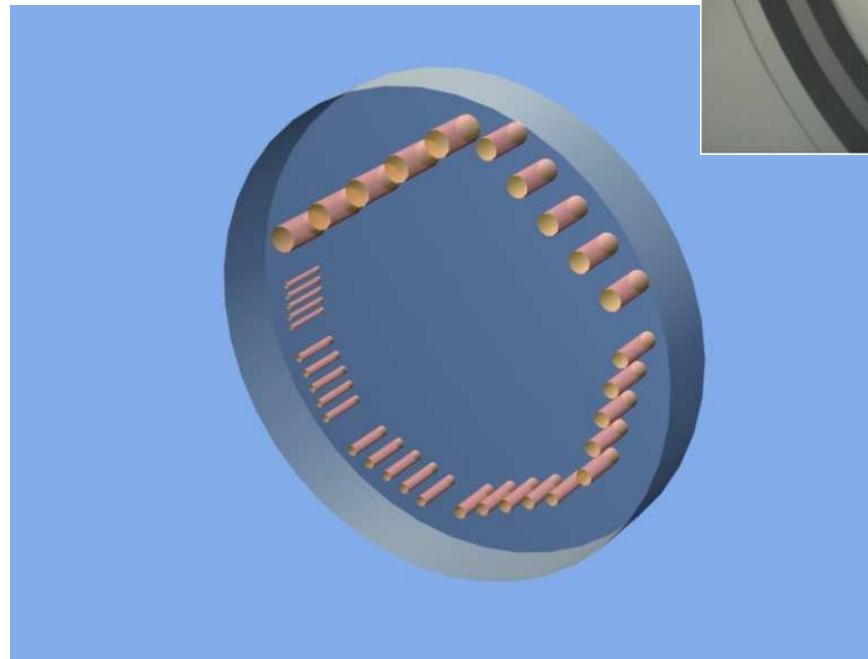
- Medidas de Resolução de alto contraste:

- ❖ Teste de alinhamento de reconstrução
- ❖ Teste de resolução



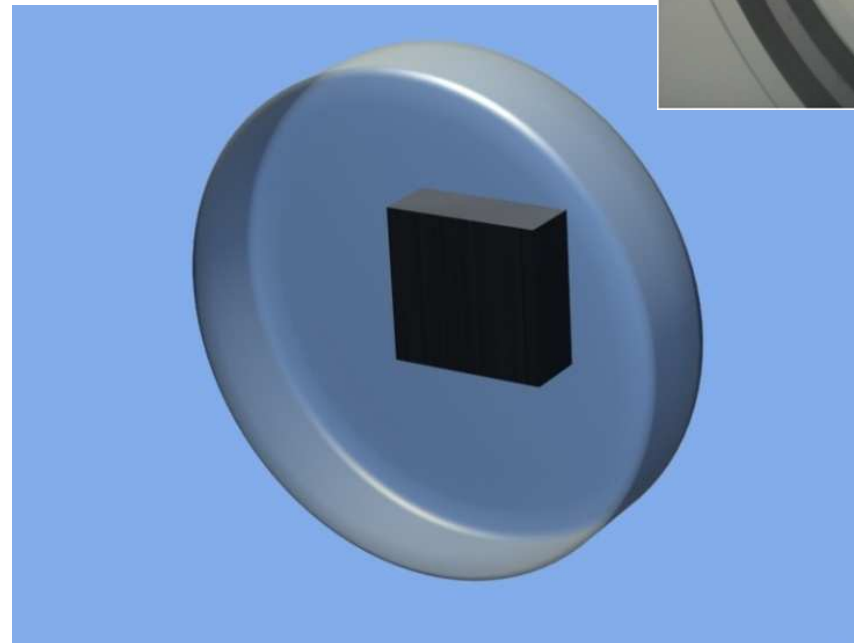
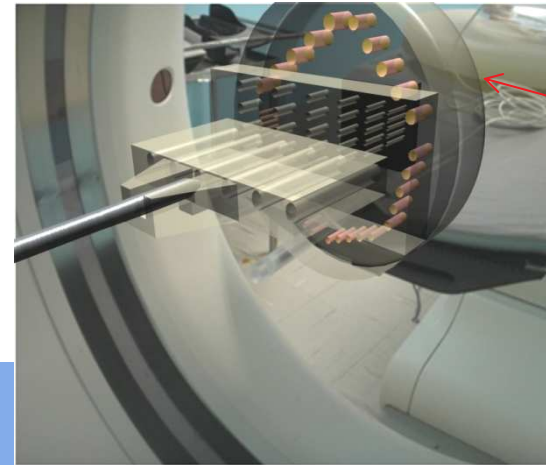
MATERIAIS E MÉTODOS

- Medidas de Resolução de baixo contraste



MATERIAIS E MÉTODOS

- Medidas de Ruído da imagem



MATERIAIS E MÉTODOS

- Para o estudo realizado até o momento:
 - ❖ Técnicas utilizadas nas medidas

Ilhéus

Tensão (kV)	Espessura do corte (mm)	Corrente x tempo (mAs)
100	3	180
		210
		225
		240
		255
	10	180
		210
		225
		240
		255
120	3	180
		210
		225
		240
		255
	10	180
		210
		225
		240
		255
135	3	180
		210
		225
		240
		255
	10	180
		210
		225
		240
		255

Itabuna

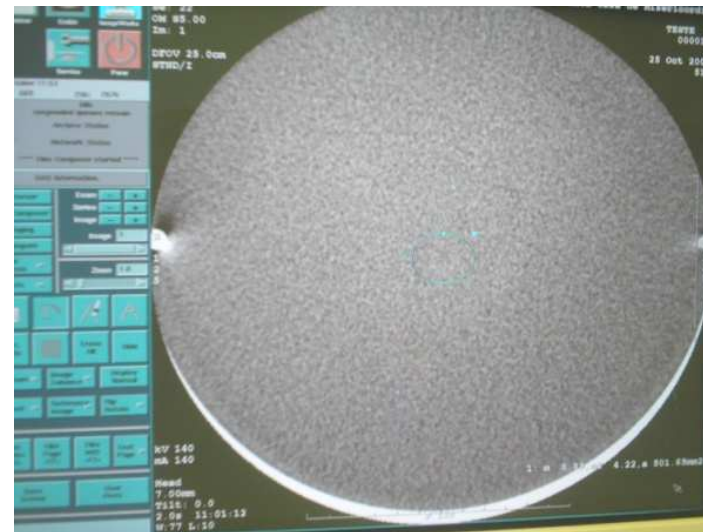
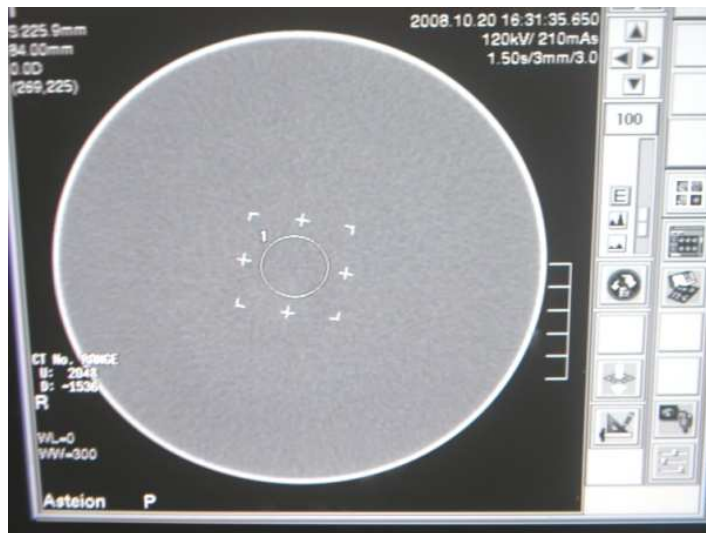
Tensão (kV)	Espessura do corte (mm)	Corrente x tempo (mAs)
100	5	180
		200
		240
		280
		320
	7	180
		200
		240
		280
		320
120	5	180
		200
		240
		280
		320
	7	180
		200
		240
		280
		320
140	5	180
		200
		240
		280
		320
	7	180
		200
		240
		280
		320

MATERIAIS E MÉTODOS

- ❖ Estudo de comportamento dosimétrico
 - Mesma metodologia utilizada no primeiro objetivo específico
- ❖ Estudo da qualidade de imagem através do teste de ruído

MATERIAIS E MÉTODOS

- Para aquisição das imagens, foi posicionado, na mesa do exame, o *phantom* de densidade uniforme e realizado um corte
- Foi selecionada uma ROI localizada na zona central da imagem com 500 mm^2 para encontrar o desvio padrão dos números CT



MATERIAIS E MÉTODOS

- O nível de ruído pôde ser avaliado dividindo-se o valor de desvio dos números CT pela diferença dos números CT na água e no ar

$$N = \frac{\sigma_{ROI}}{1000} \cdot 100$$

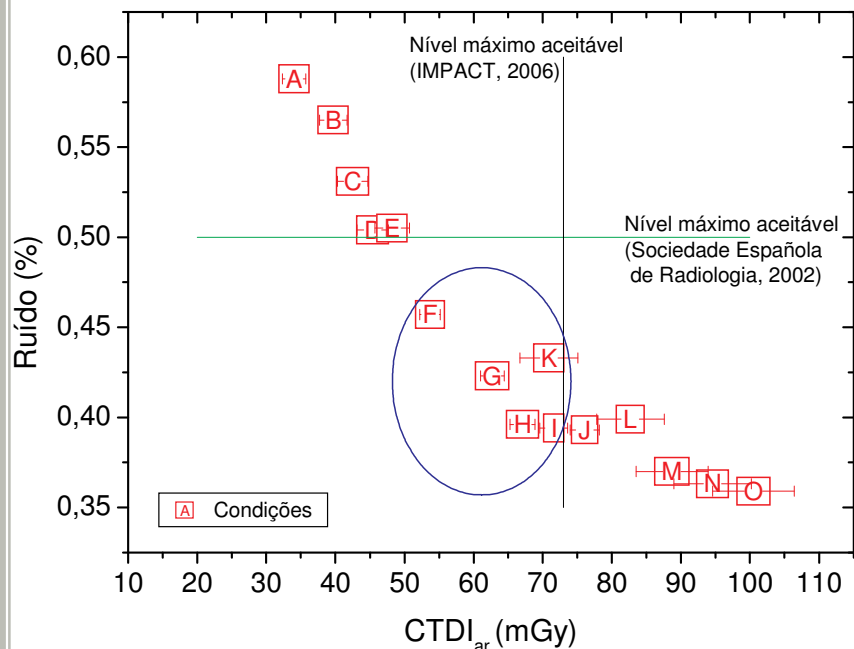
Onde:

σ_{ROI} é o desvio padrão dos número CT encontrados

1000 é a diferença entre os números CT da água (0HU) e do ar (-1000HU)

100 é para expressar o valor em %

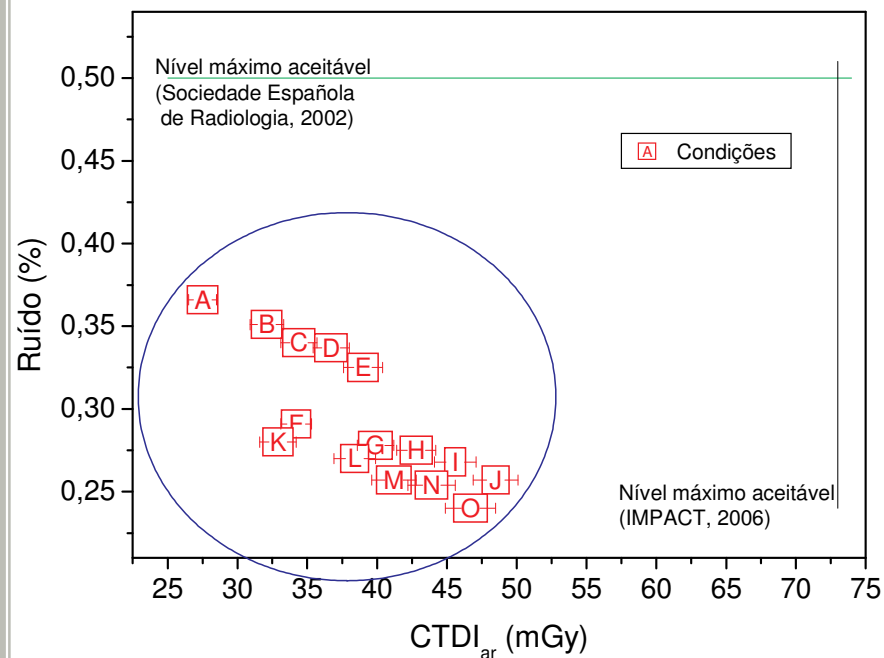
RESULTADOS E DISCUSSÕES



← 3 mm

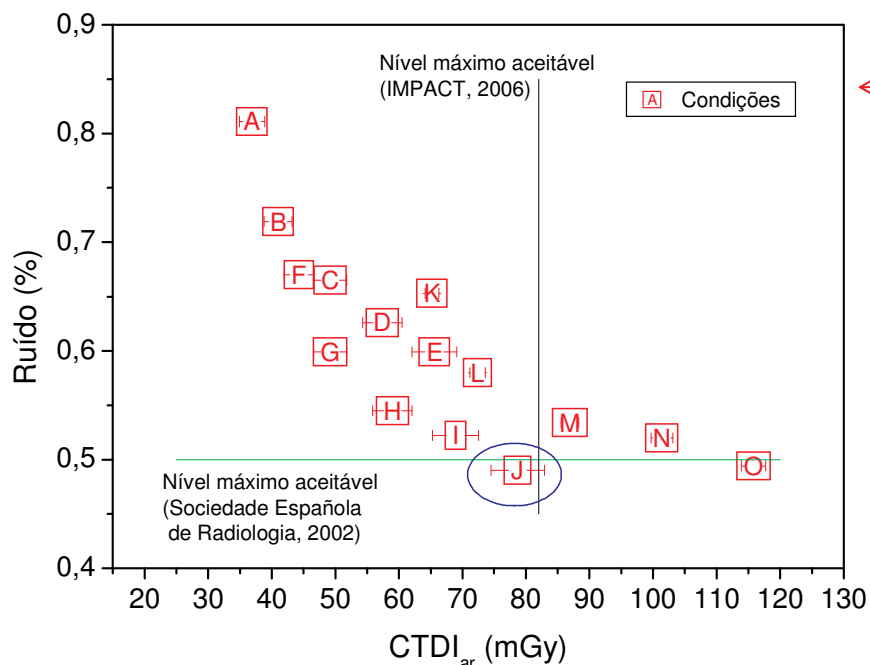
Pontos	Tensão (kV)	Corrente x tempo (mAs)
A	100	180
B		210
C		225
D		240
E		255
F	120	180
G		210
H		225
I		240
J		255
K	135	180
L		210
M		225
N		240
O		255

Exame atual



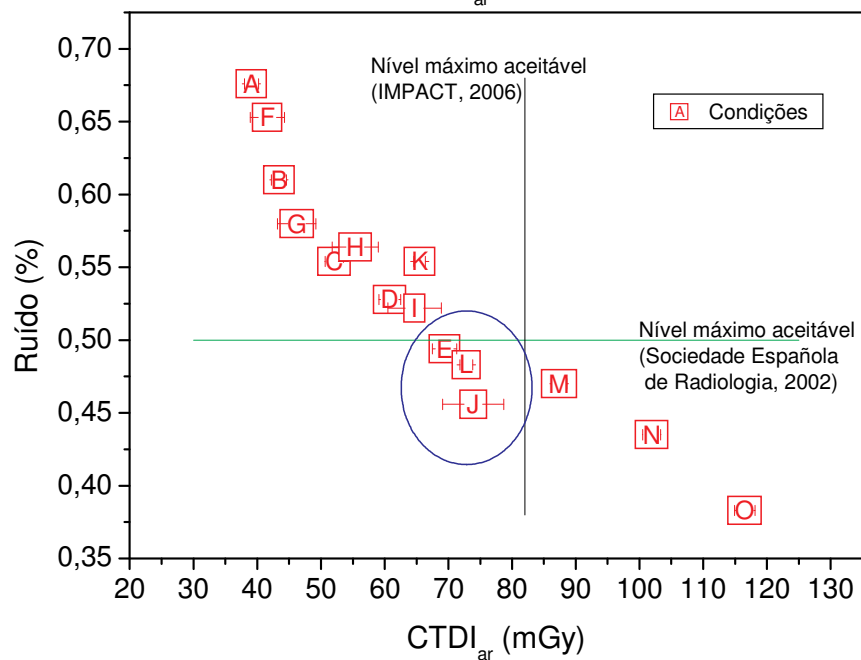
← 10 mm

RESULTADOS E DISCUSSÕES



Pontos	Tensão (kV)	Corrente X tempo (mAs)
A	100	180
B		200
C		240
D		280
E		320
F	120	180
G		200
H		240
I		280
J	320	
K	140	180
L		200
M		240
N		280
O		320

Exame atual





CONCLUSÕES PARCIAIS

37

CONCLUSÕES PARCIAIS

- Os níveis do poluente para o exame tomográfico de crânio da instituição de Ilhéus encontram-se abaixo dos níveis de referência da Portaria 453 (1998), mesmo para parâmetros máximos de aquisição
- Os níveis do poluente o exame tomográfico de crânio da instituição de Itabuna encontram-se acima dos níveis de referência da Portaria 453 (1998), para as medidas realizadas na sala do operador em duas condições
- A carga de trabalho semanal da instituição de Itabuna é alta, gerando uma dose semanal acima dos níveis permissíveis para duas condições na sala do operador
- A diferença de dose absorvida nos exames de crânio para as duas instituições é devido à utilização de valores dos parâmetros diferenciados

CONCLUSÕES PARCIAIS

- Das melhores configurações nenhuma é utilizada para a aquisição do exame em Itabuna e duas são utilizadas na instituição de Ilhéus
- Para a instituição de Ilhéus cinco configurações atendem as recomendações para cortes de 3 mm. Já para cortes de 10 mm, todas as 15 configurações atendem os níveis de restrição para ruído e dose
- Para a instituição de Itabuna uma configuração atende as recomendações para cortes de 5 mm e três configurações para cortes de 7 mm



TRABALHOS FUTUROS

40

TRABALHOS FUTUROS

- Confeção dos fantomas de teste de Resolução de alto e baixo contraste
- Realização dos testes de Resolução de alto e baixo contraste para as diversas configurações dos parâmetros responsáveis pela variação da dose e qualidade da imagem
- Escolha do melhor protocolo para a realização do exame tomográfico de crânio nas duas instituições estudadas que ofereçam menor dose e uma qualidade de imagem satisfatória

TRABALHOS FUTUROS

- Criação de um programa computacional baseado numa função relacionando Dose, Ruído, RAC e RBC, que facilite a seleção da melhor configuração de parâmetros (tensão e produto da corrente pelo tempo) para a aquisição de um exame tomográfico que gere menor dose e possua uma qualidade de imagem satisfatória
- Realizar um novo levantamento do nível do poluente para determinar se com a escolha das novas configurações diminuíram os níveis nas instituições

OBRIGADA!