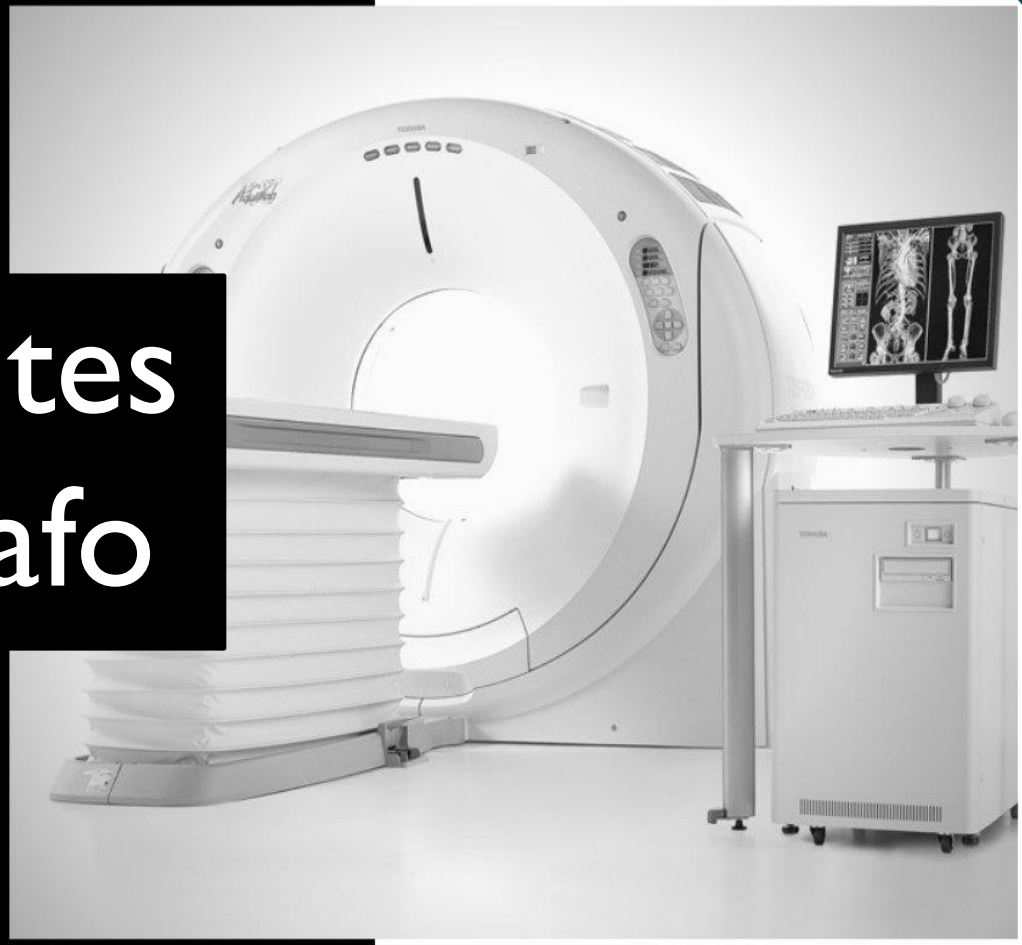
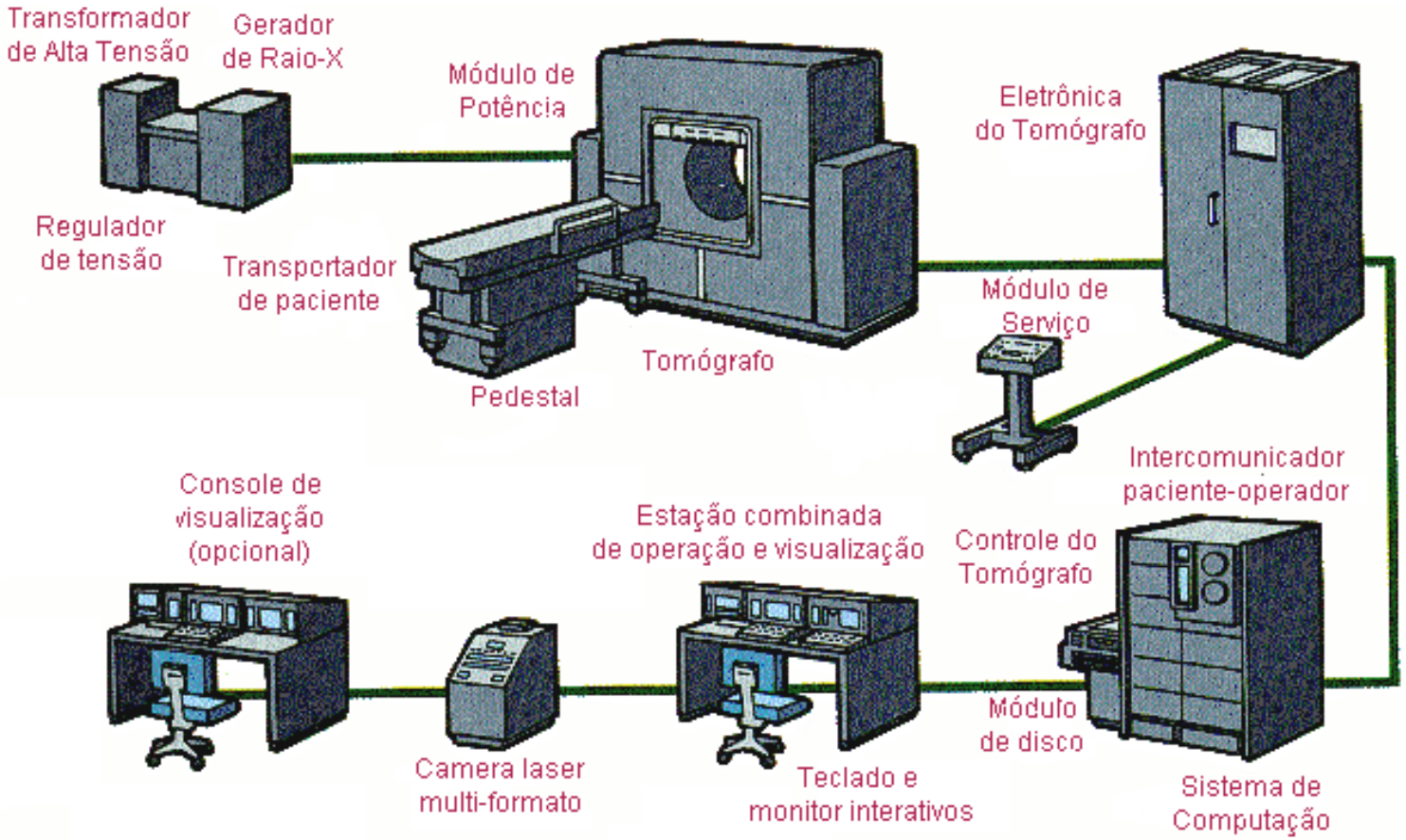
CONSULRAD
Consultoria & Treinamentos
em Diagnóstico por Imagem

Componentes do tomógrafo



Daniel R. L. Machado
Tecnólogo em Radiologia

SISTEMA ANTIGO DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

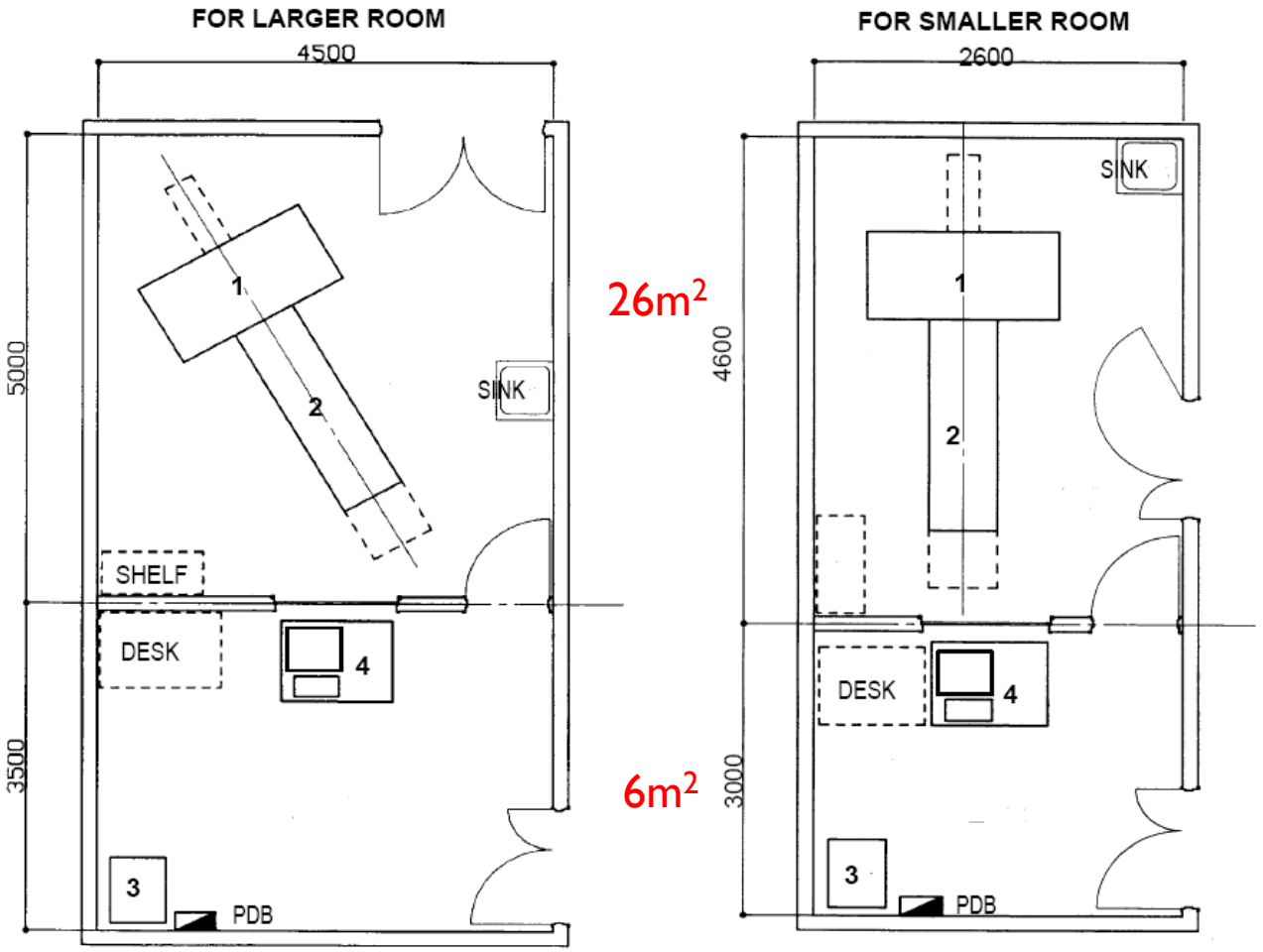


Prof. Daniel R. L. Machado
Tecnólogo em Radiologia

SISTEMA ATUAL DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

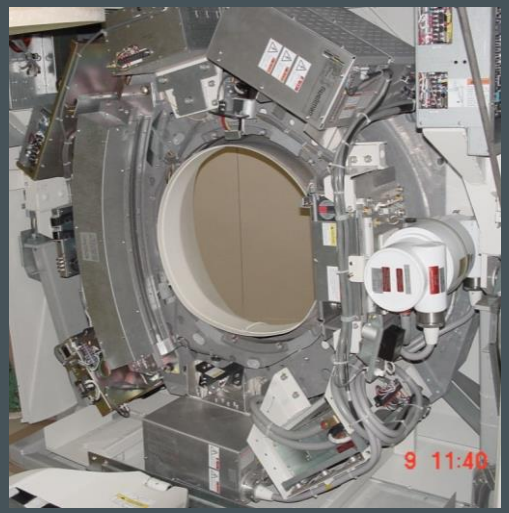
Prof. Daniel R. L. Machado
Tecnólogo em Radiologia

LAYOUT DA SALA DE EXAMES



Prof. Daniel R. L. Machado
Tecnólogo em Radiologia

GANTRY (PÓRTICO)

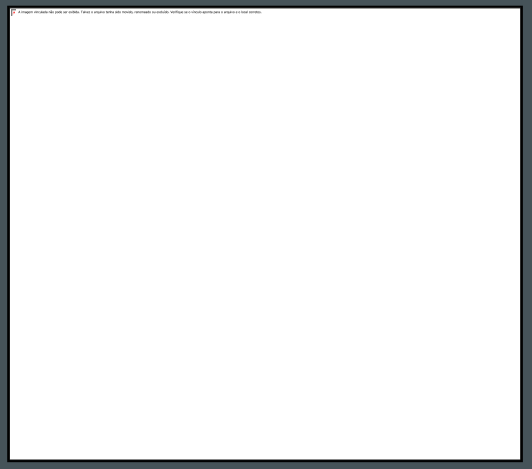


Pode ser encontrado no designer e cores variadas, porém sua função será sempre a mesma: proteger as partes mecânicas importantes do equipamento.

- Tubo de raios X;
- Conjunto de detectores;
- OBC (on-board computer);
- STC (stationary computer);
- Tranformador;
- Gerador de baixa e alta tensão;
- Motor de rotação do tubo;
- Motor de inclinação do feixe;
- Colimadores;
- Filtro de feixe;
- Sistema Slip Ring;
- Ventiladores (coolers de resfriamento)

Prof. Daniel R. L. Machado
Tecnólogo em Radiologia

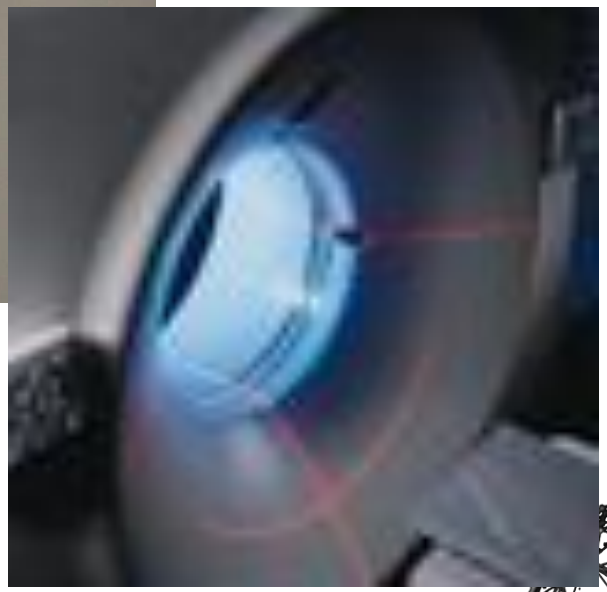
GANTRY (PÓRTICO)



No gantry encontra-se o painel com os botões de comando para posicionamento do paciente.

- Movimentação da mesa;
- Altura da mesa;
- Laser de referência;
- Inclinação do gantry (feixe);
- Botão de emergência;
- Entre outros que variam entre os modelos de fabricantes.

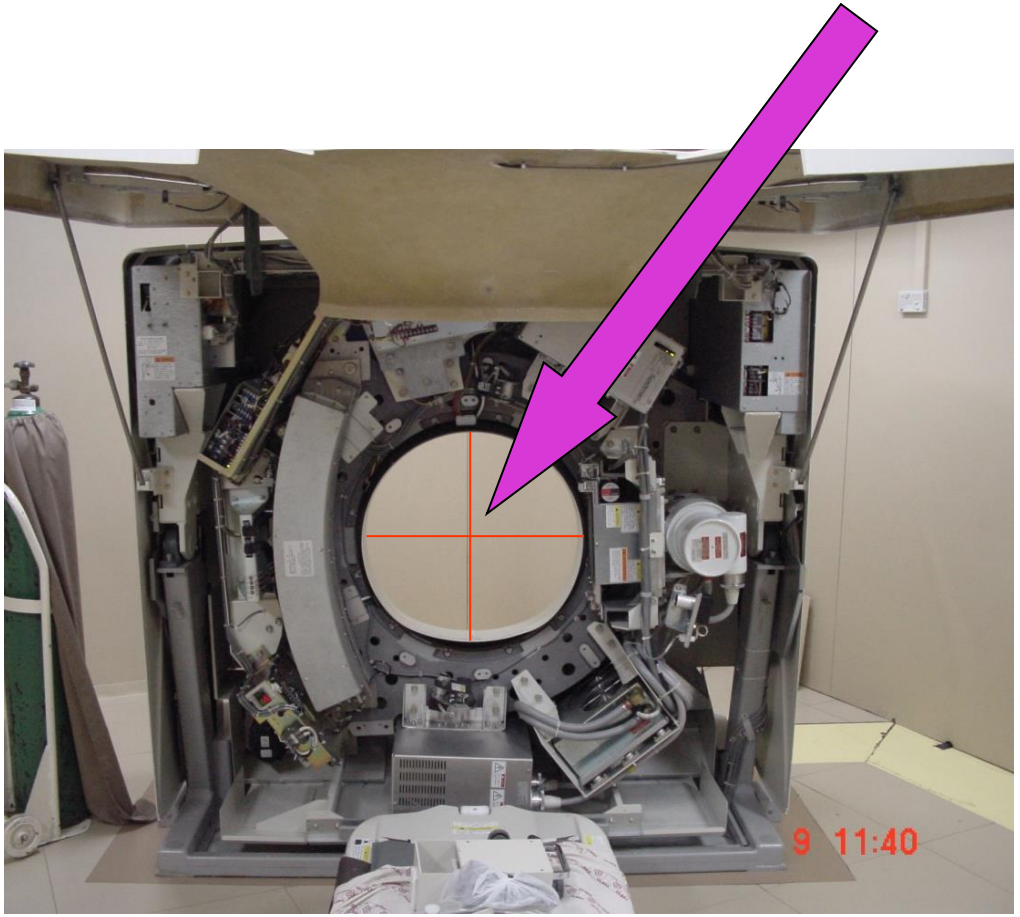
GANTRY (PÓRTICO)



Prof. Daniel R. L. Machado
Tecnólogo em Radiologia

GANTRY (PÓRTICO)

Abertura circular com diâmetro entre 60 e 80 cm



Prof. Daniel R. L. Machado
Tecnólogo em Radiologia

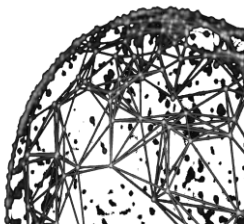
COMPONENTES DE ELETRÔNICA

OBC (on-board computer):

Tem a função de gerenciar a corrente do tubo (mA) e a alta tensão kVp. Também tem a função de transferir os dados ao reconstrutor de imagens.

STC (stationary computer):

Controla a interação entre o console de comando e o tomógrafo na sala de exames, coordenando a tensão primária do gerador que vai alimentar o cátodo e ânodo do tubo de raios X.



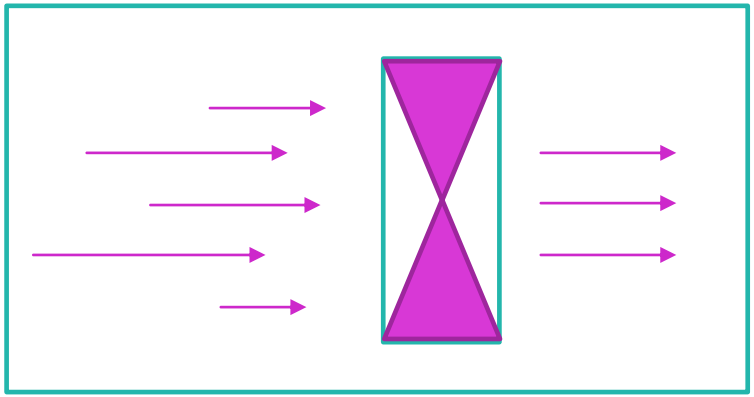
MOTOR DE ANGULAÇÃO DO GANTRY

Dentro do gantry vamos encontrar o motor que faz a rotação do conjunto tubo-detectores. E também o motor que permite fazer a angulação do feixe (gantry).

Prof. Daniel R. L. Machado
Tecnólogo em Radiologia

FILTRO DE HOMOGENEIZAÇÃO DO FEIXE

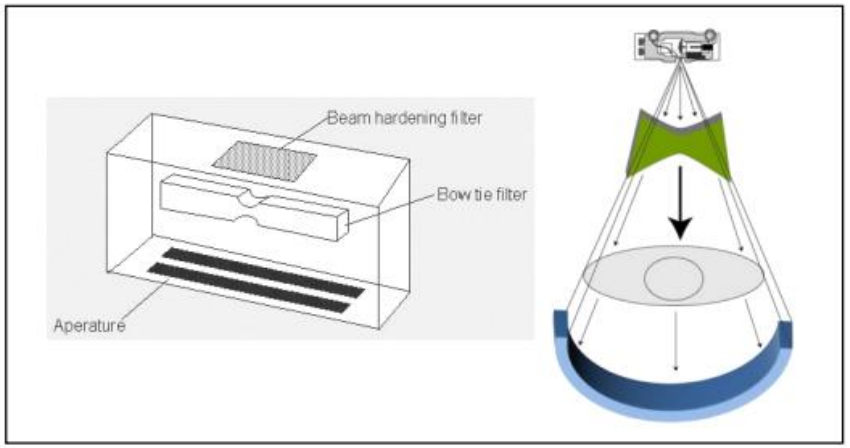
- O feixe de raios X tem sua característica polienergética, mesmo na tomografia onde aplicamos o kVp fixo;
- Na TC quando mais homogêneo (monoenergético) for o feixe, melhor será para os cálculos de atenuação dos tecidos dentro da escala de Hounsfield para reconstrução das imagens;



Prof. Daniel R. L. Machado
Tecnólogo em Radiologia

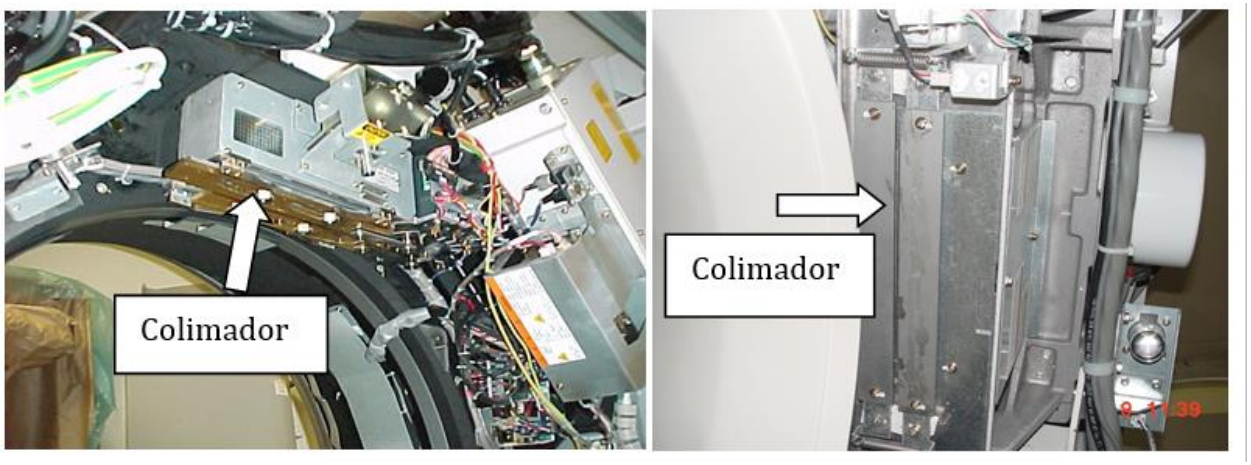
FILTRO DE HOMOGENEIZAÇÃO DO FEIXE

- O filtro padrão gravata borboleta (*bow tie filter*) foi considerado a melhor opção entre os fabricantes;
- Inclusive acompanhando a estrutura anatômica do paciente, pois este formato de filtro permite que o feixe fique mais penetrante na região central e menos penetrante na região periférica do paciente.



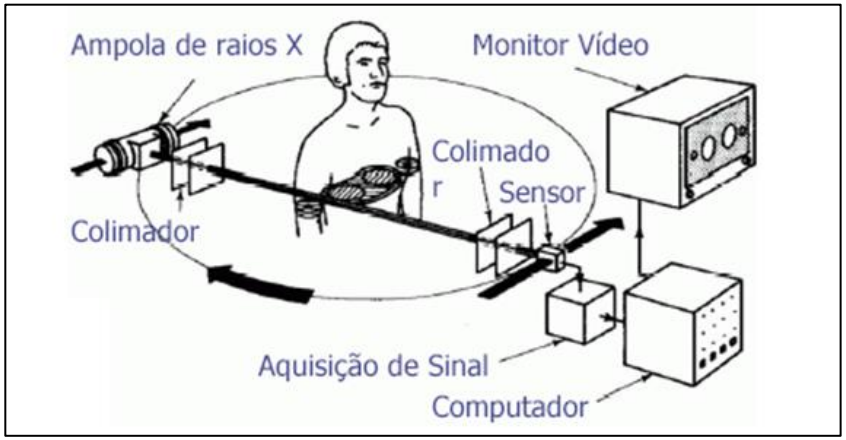
COLIMADORES

- O feixe de raios X tem sua característica de possuir uma geometria em leque, com isso tende a se espalhar;
- Na TC os colimadores são utilizados para fazer o direcionamento do feixe e garantir a espessura de corte definida pelo operador;

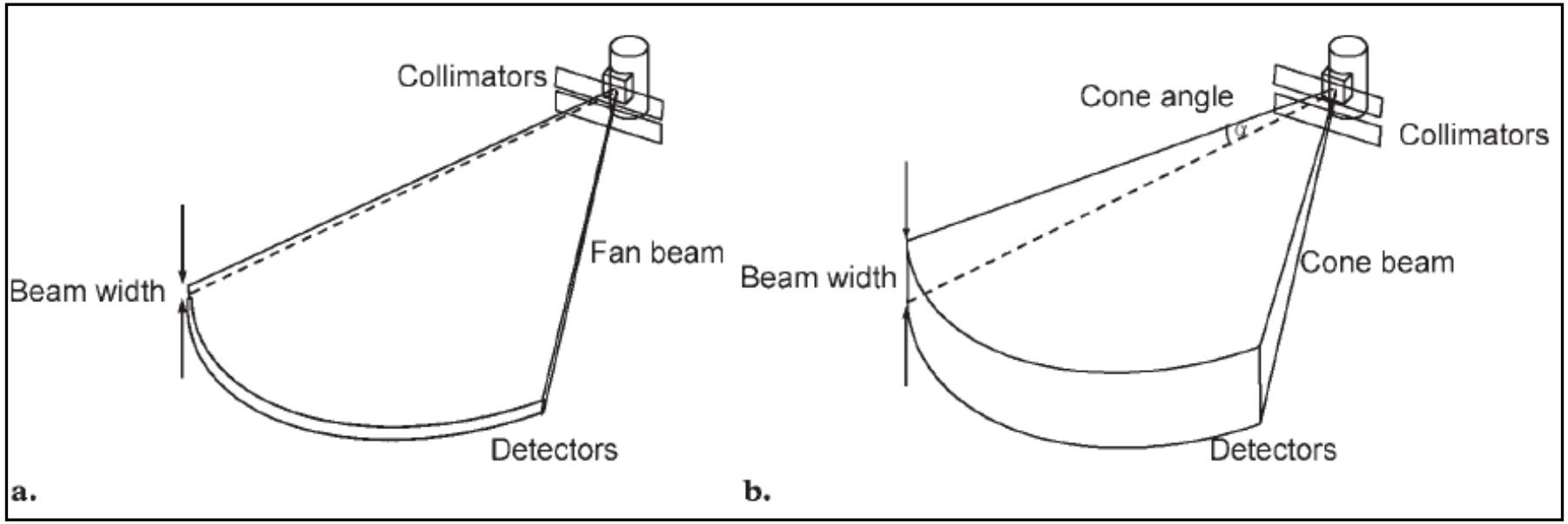


COLIMADORES

- O colimador pré-paciente ajuda na limitação da área irradiada, reduzindo a dose no paciente e determinando a espessura de corte da aquisição;
- O colimador pós-paciente evita que a radiação espalhada pela interação da radiação com o corpo do paciente atinja os detectores (prejudicando a qualidade da imagem).



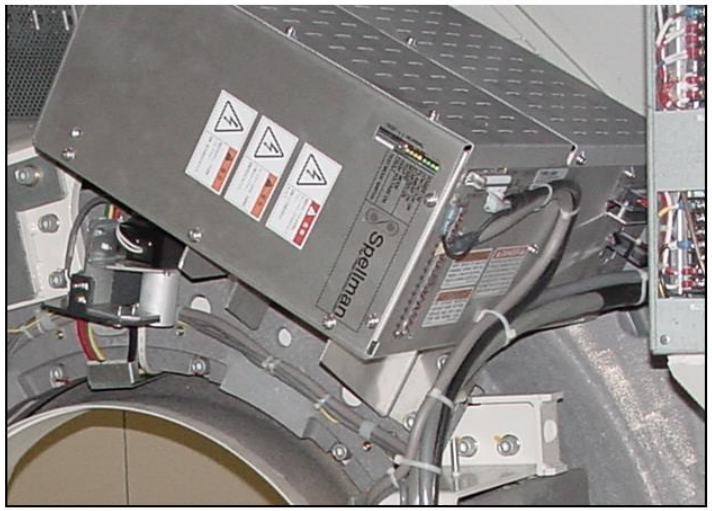
COLIMADORES



Prof. Daniel R. L. Machado
Tecnólogo em Radiologia

GERADOR DE TENSÃO

- **Gerador de baixa tensão** para alimentar a rotação do ânodo, aquecer o filamento, iluminação do sistema, alimentação dos motores, hardwares e demais sistemas;
- **Gerador de alta tensão** que vai produzir a diferença de potencial (d.d.p.) para que ocorra a produção dos raios X.



Prof. Daniel R. L. Machado
Tecnólogo em Radiologia

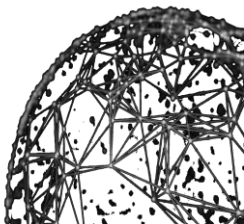
GERADOR DE TENSÃO

Gerador Antigo

- Trifásico de 12 pulsos;
- Grandes e pesados;
- Fora do gantry;
- Longos cabos para ligação com o gantry;
- Variação de até 4% na tensão aplicada

Gerador Atual

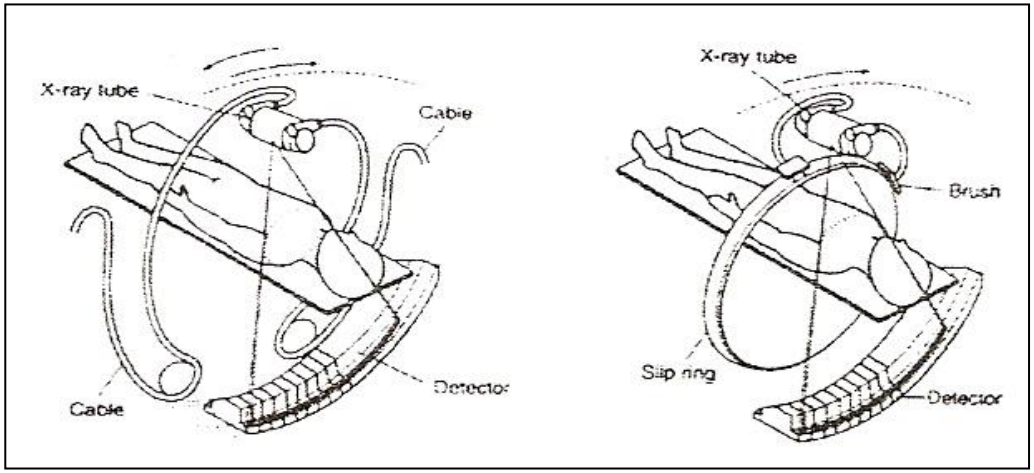
- Alta frequência;
- Pequenos e leves;
- Dentro do gantry;
- Variação de até 1% na tensão aplicada



Prof. Daniel R. L. Machado
Tecnólogo em Radiologia

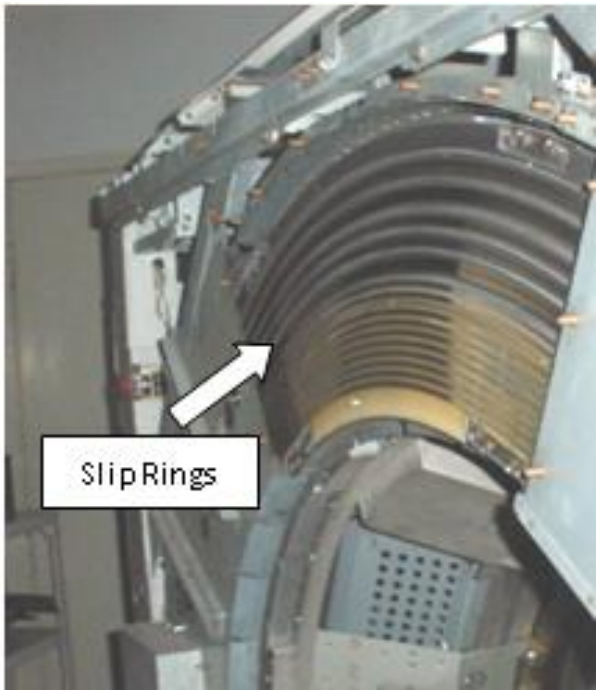
SISTEMA SLIP RINGS

- O sistema de anéis deslizantes tem a função de conduzir a eletricidade e os sinais elétricos entre os diversos dispositivos eletrônicos do equipamento;
- Este sistema reduziu e até, em alguns casos, eliminou a necessidade de cabos;



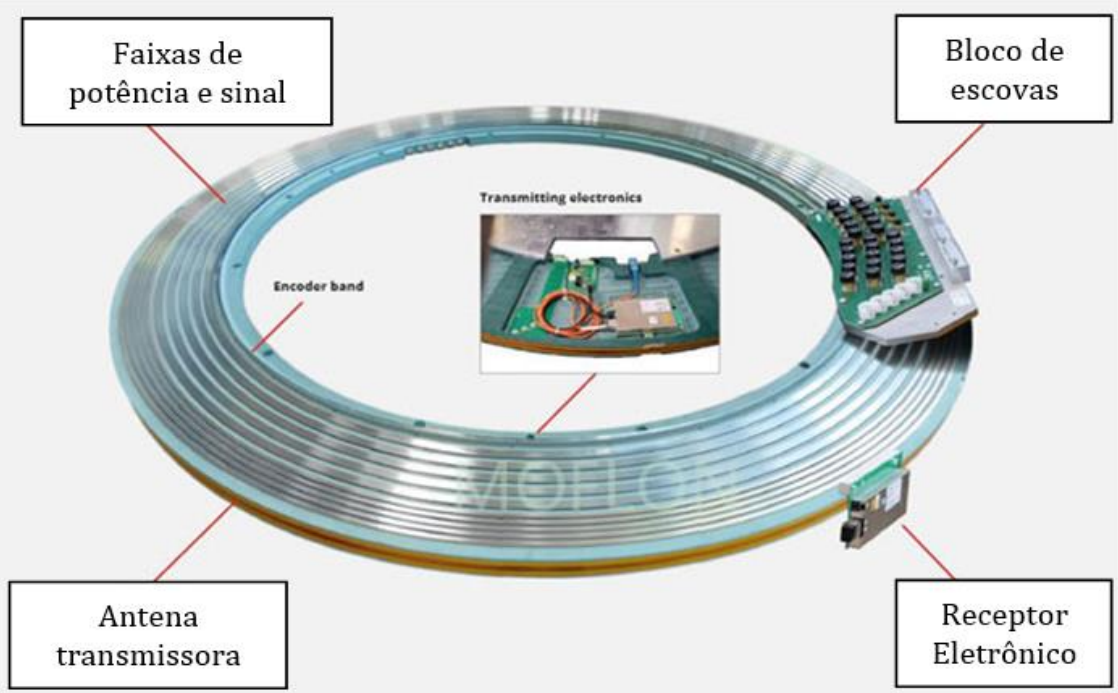
SISTEMA SLIP RINGS

- Segundo BUSHONG (2010), um anel com escovas desliza sobre a superfície de outro anel liso e fixo;



SISTEMA SLIP RINGS

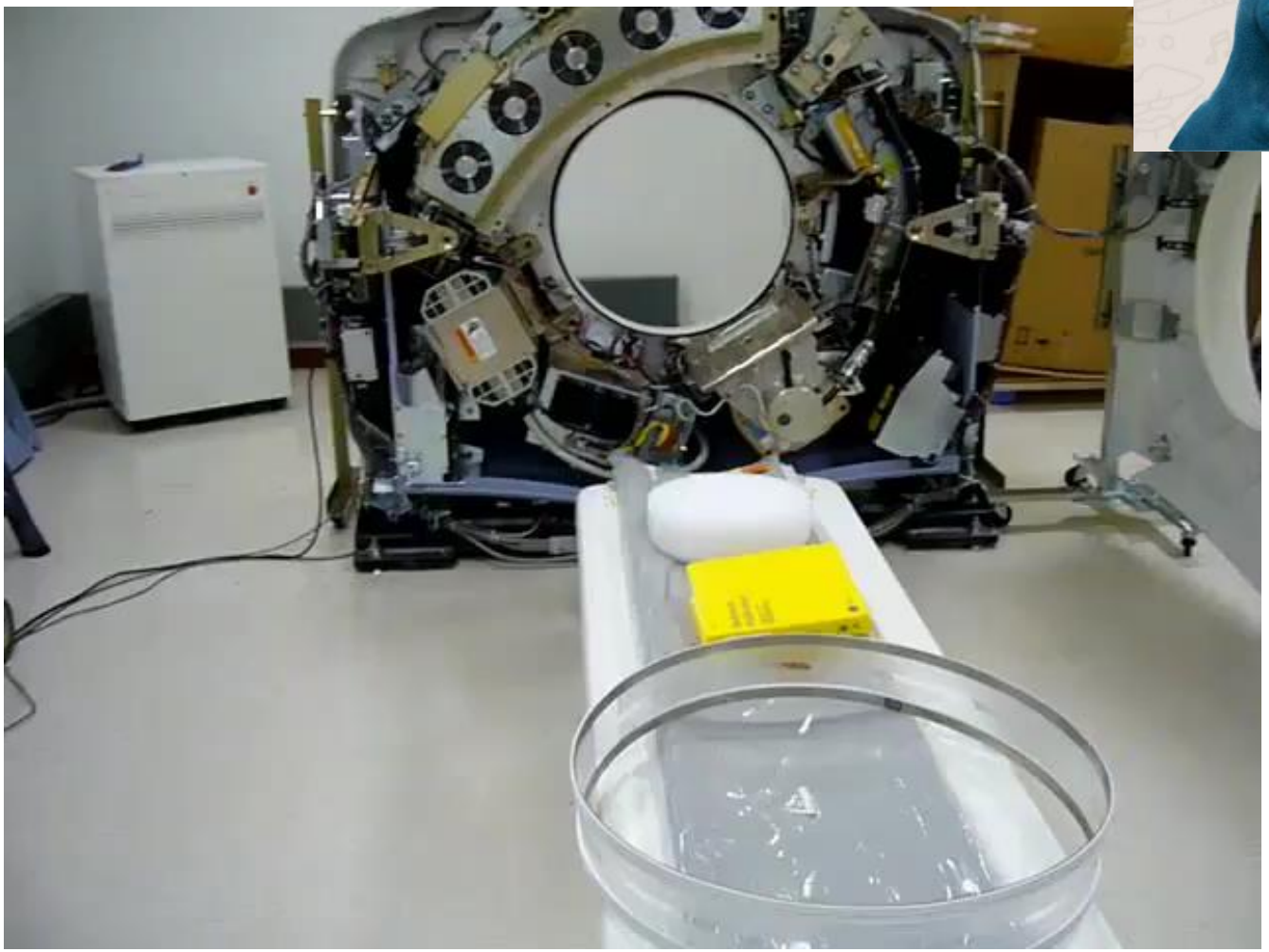
- As escovas são feitas de material condutor, basicamente o grafite;



SISTEMA SLIP RINGS

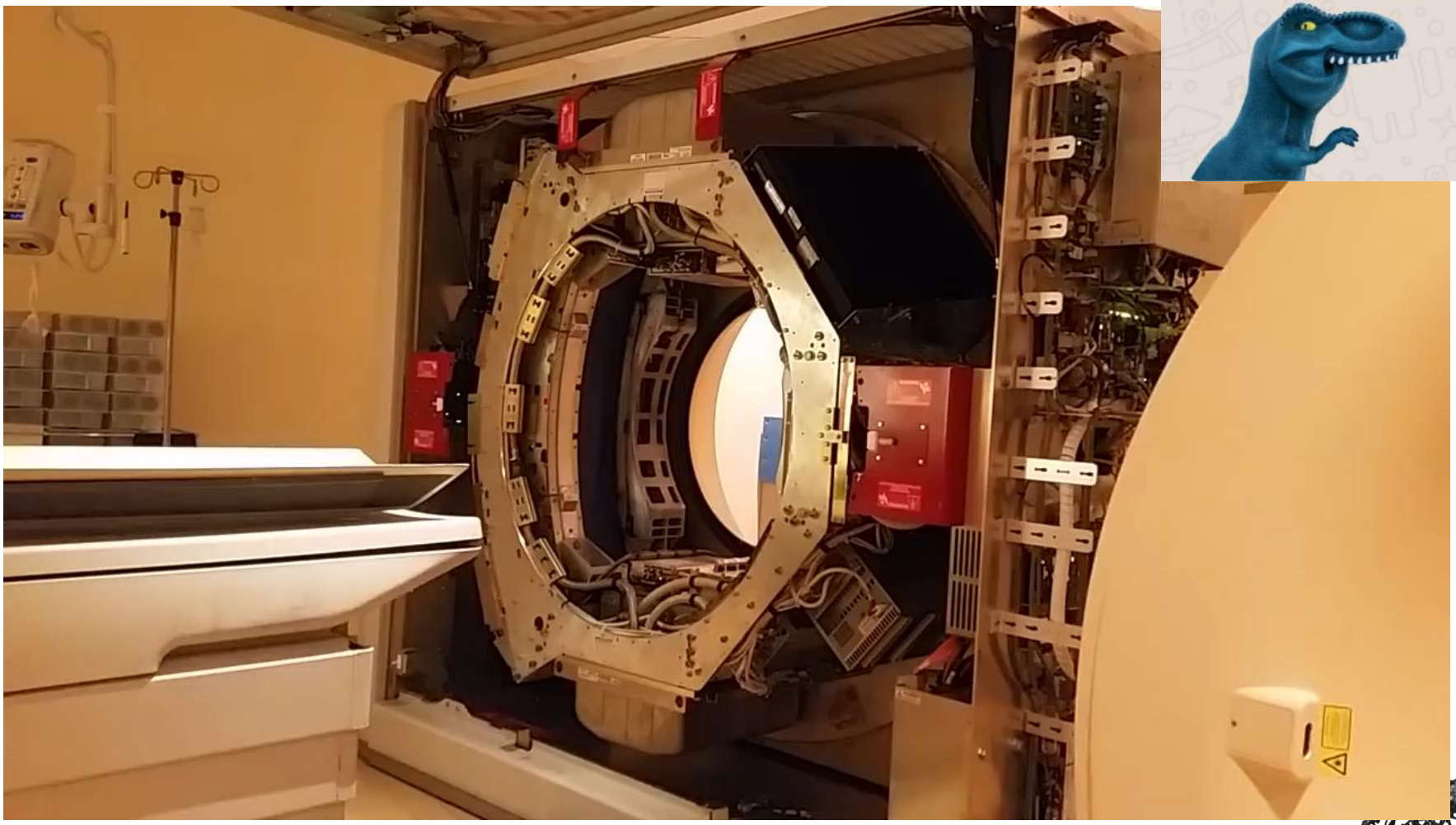
- O sistema pode ter uma velocidade de rotação que varia entre os modelos dos equipamentos, mas estima-se entre 120 até 280 rpm;
- Os anéis conseguem uma transmissão de dados dos detectores para o sistema computacional de até 20 gigabits por segundo.

SISTEMA SLIP RINGS



Prof. Daniel R. L. Machado
Tecnólogo em Radiologia

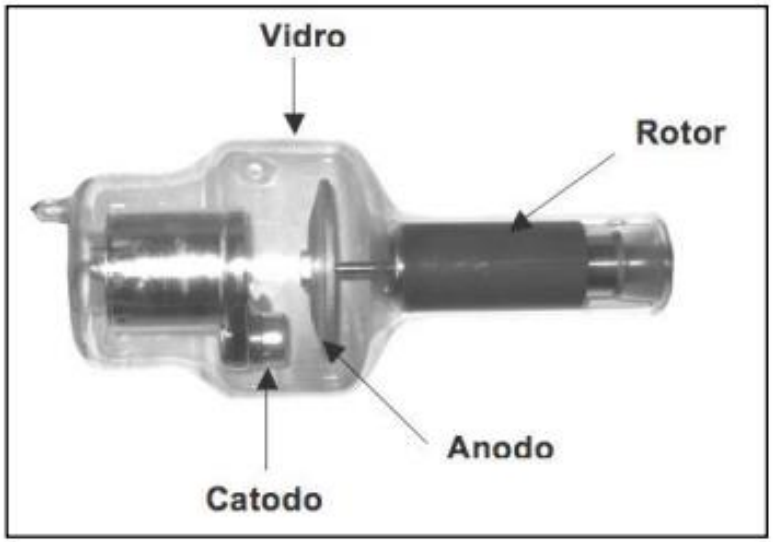
SISTEMA SLIP RINGS



Prof. Daniel R. L. Machado
Tecnólogo em Radiologia

TUBO DE RAIOS X

- Os tubos de RX dos equipamentos de tomografia são mais robustos e suportam maior temperaturas;
- Operam com tensão que varia entre 25 a 150kVp e corrente de 60 até 1200mA.



Prof. Daniel R. L. Machado
Tecnólogo em Radiologia

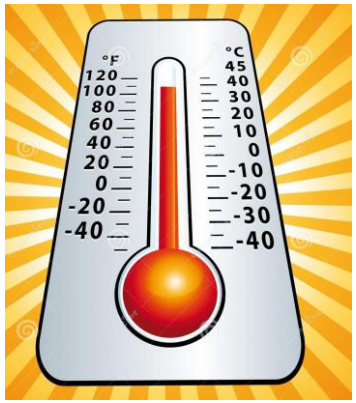
TUBO DE RAIOS X

- São instalados de forma que o efeito anódico seja anulado;
- Operam com tensões pré-definidas em 80, 100, 120 e 140kVp.

Prof. Daniel R. L. Machado
Tecnólogo em Radiologia

TUBO DE RAIOS X

- A capacidade térmica de um tubo é medida em HU (*heat unit*), ou megaunidades de calor (MHU);
- Quanto maior for a espessura da placa do ânodo, mais calor o tubo suporta;
- Os tubos de TC variam entre 02 a 09MHU, com uma capacidade média de resfriamento de 1MHU/minuto.



TUBO DE RAIOS X

- Como calcular a quantidade de calor produzida usa-se a equação abaixo:

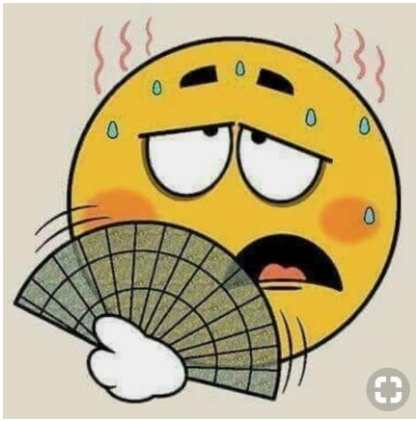
(Tensão x corrente x tempo aquisição)

140kVp x 300mA x 15s

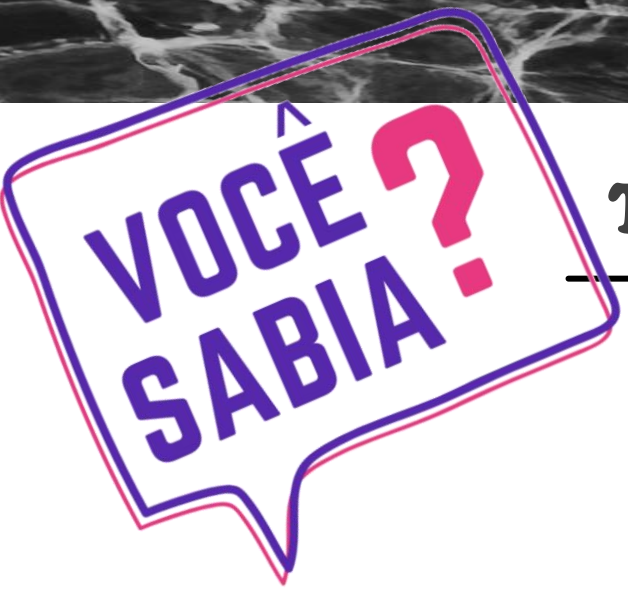
630.000 HU

ou

630 KHU



Prof. Daniel R. L. Machado
Tecnólogo em Radiologia

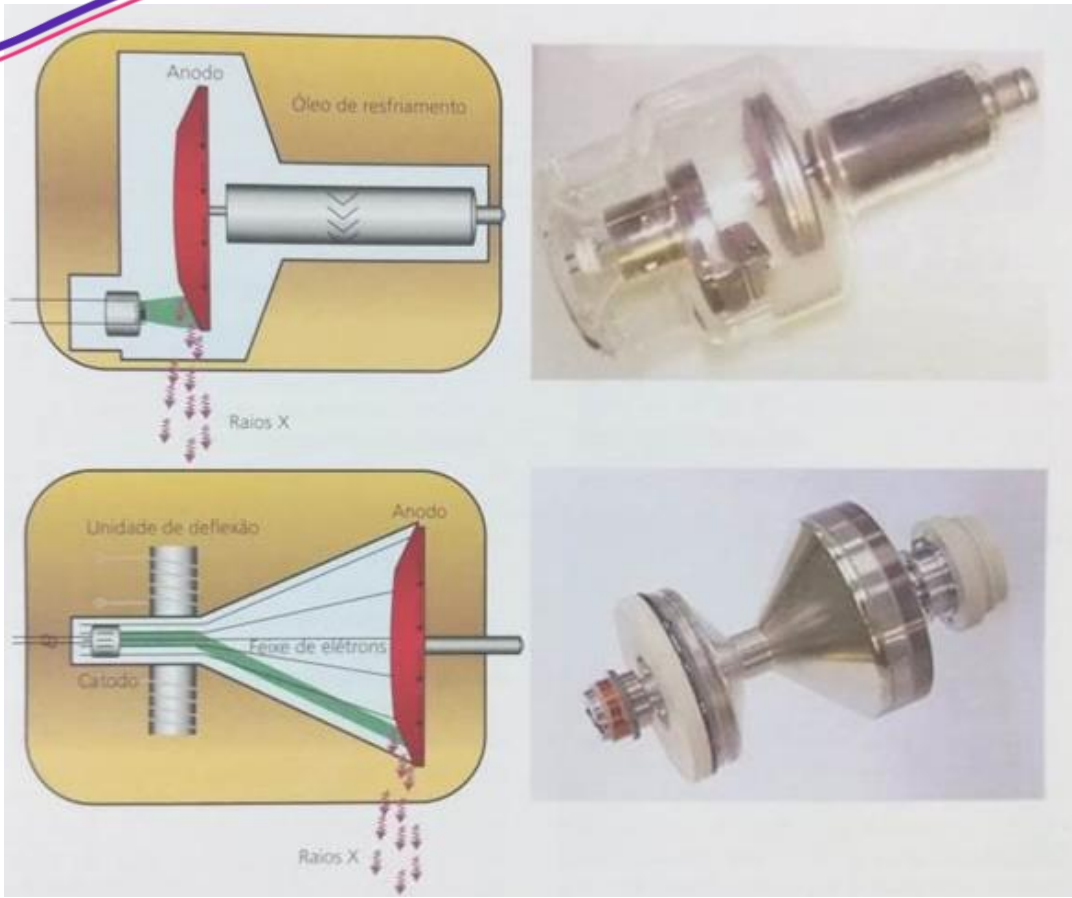


TUBO DE RAIOS X

- Segundo REISER et al. (2011), existe um tubo com uma tecnologia alternativa chamado de “tubo envoltório rotatório”, onde o ânodo fica diretamente mergulhado no óleo com uma taxa de dissipação de calor de até 5MHU/minuto.
- Possui um cátodo rotatório no centro que produz um feixe de elétrons por deflexão eletromagnética.

VOCÊ SABIA?

TUBO DE RAIOS X



Prof. Daniel R. L. Machado
Tecnólogo em Radiologia

TUBO DE RAIOS X

Vida útil do TUBO DE RAIOS X da Tomografia!

Prof. Daniel R. L. Machado
Tecnólogo em Radiologia

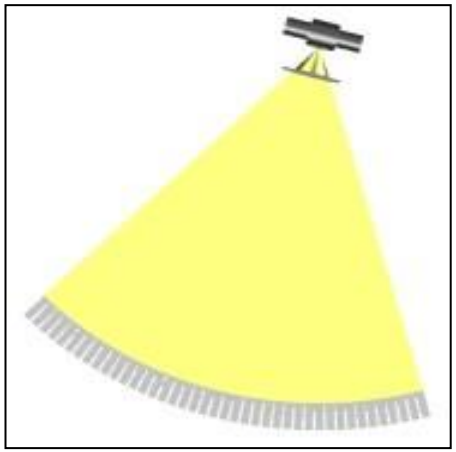
TUBO DE RAIOS X

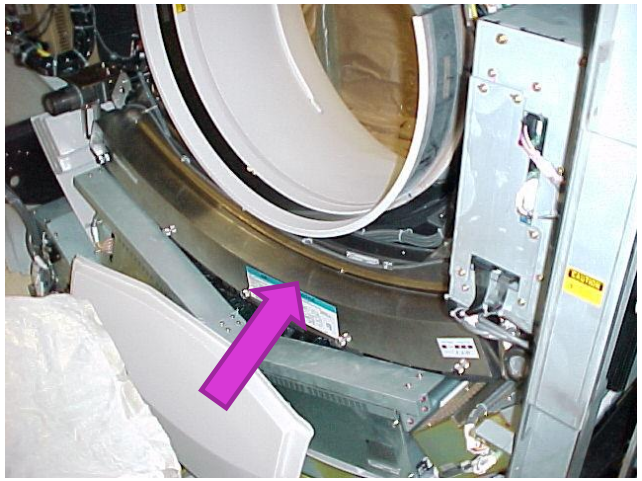
- Antigamente nos tomógrafos single slice com tempo de rotação de 01 segundo, mensurávamos a vida útil do tubo em número de cortes. (vida útil em torno de 350.000 cortes).
- Hoje com os multislices com múltiplos cortes por rotação e tempos de rotação com menos de 0,5 segundos é necessário mensurar por tempo de varredura ("*scan seconds*").
- Estima-se* em torno de 200.000 scan seconds.

*são algumas as variáveis para determinar a vida útil do tubo.

DETECTORES

- A função dos detectores é receber a radiação atenuada pelo paciente e converter essa informação em um sinal elétrico que seja reconhecido pelo sistema computacional;
- A quantidade de detectores do equipamento dependerá do modelo e do fabricante.





DETECTORES

- ***Eficiência Quântica***

  O detector deve absorver os raios-X da forma mais eficiente possível, quanto mais eficiente o detector melhor a resolução de contraste.

  Quanto maior a eficiência de um detector, menor a quantidade de radiação necessária para realizar um exame de boa qualidade, consequentemente menor dose de radiação no paciente.

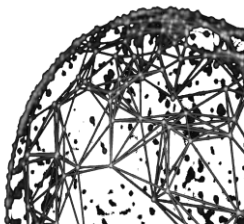
- ***Eficiência de Conversão de Sinal***

  O fótons de raios-X absorvido deve ser convertido em luz visível, quanto mais fótons forem convertidos, melhor o detector;

  O detector continua emitindo luz por algum tempo, mesmo após cessar a emissão de raios-X. quanto menor for este tempo, melhor o detector.

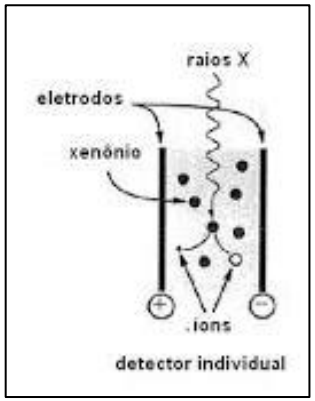
- ***Eficiência Geométrica***

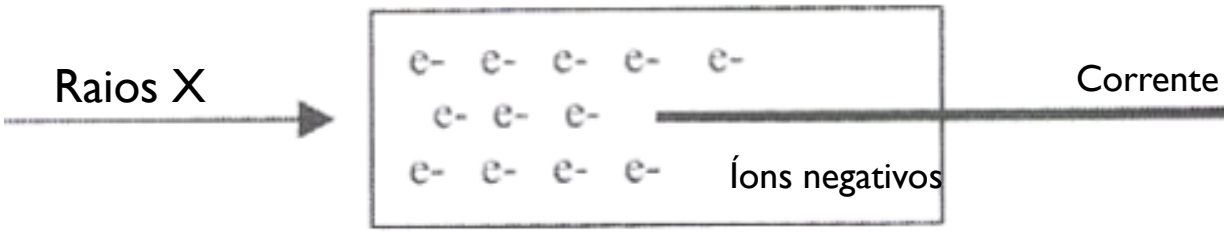
  Quanto mais detectores melhor a resolução espacial.



DETECTORES

- O primeiros tomógrafos utilizavam **detectores gasosos** (câmara de ionização), sendo o xenônio o gás ionizado em seu interior.

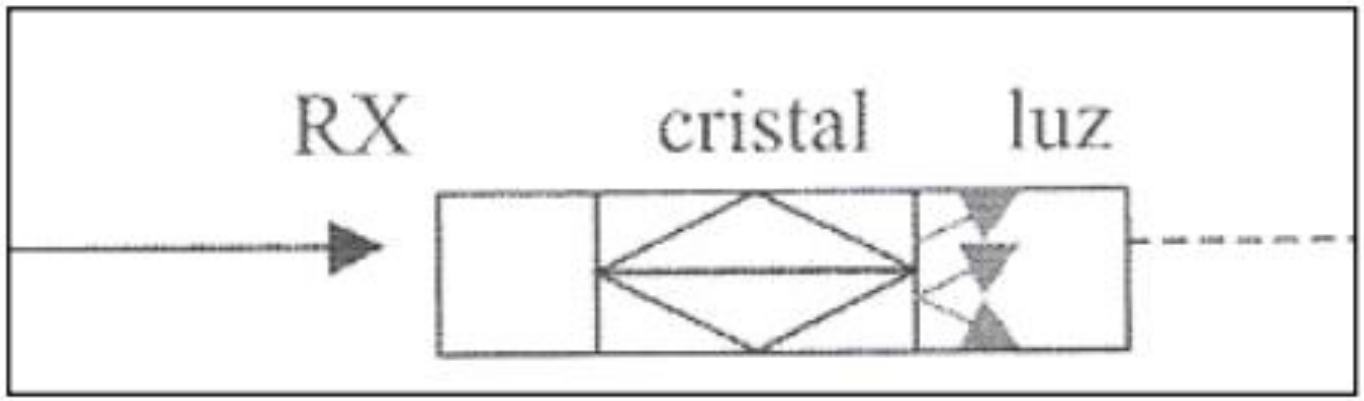




DETECTORES

- Logo os tomógrafos migraram para uso de **detectores sólidos a base de cristais cintiladores;**

- Estes transformam a radiação em luz e depois em um sinal elétrico que passa por uma fotomultiplicadora e depois em um conversor digital para então alimentar o computador com as informações.



DETECTORES

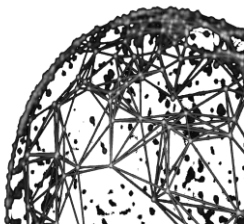
Alguns cristais que são utilizados nos detectores de TC:

- Iodeto de sódio dopado com tálio (NaI:Tl)

- Germanato de Bismuto (Bi4Ge3O12) ou BGO:

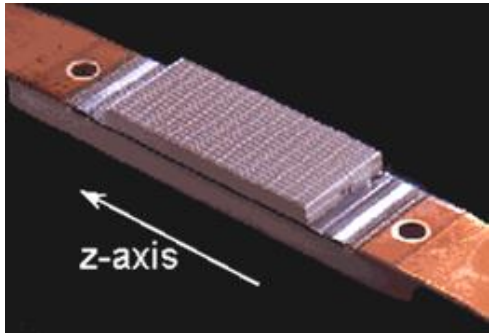
- Iodeto de césio dopado com tálio ou sódio (CsI:Tl) ou (CsI:Na):

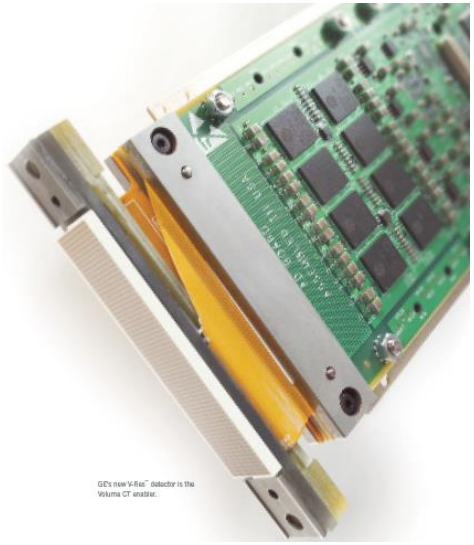
- Detector de tungstato de cádmio (CdWO4)

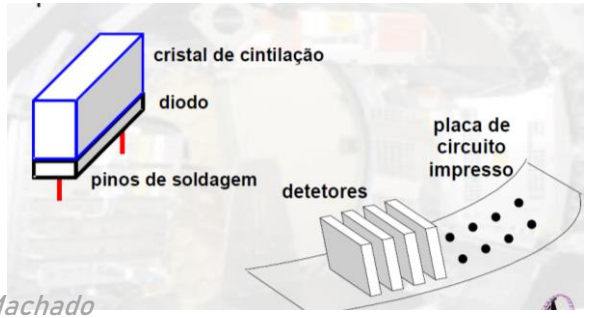


DETECTORES

- Detectores de múltiplos canais:







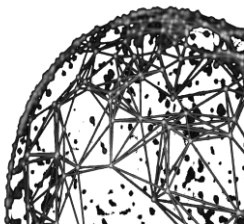
DETECTORES

DETECTORES GASOSOS:

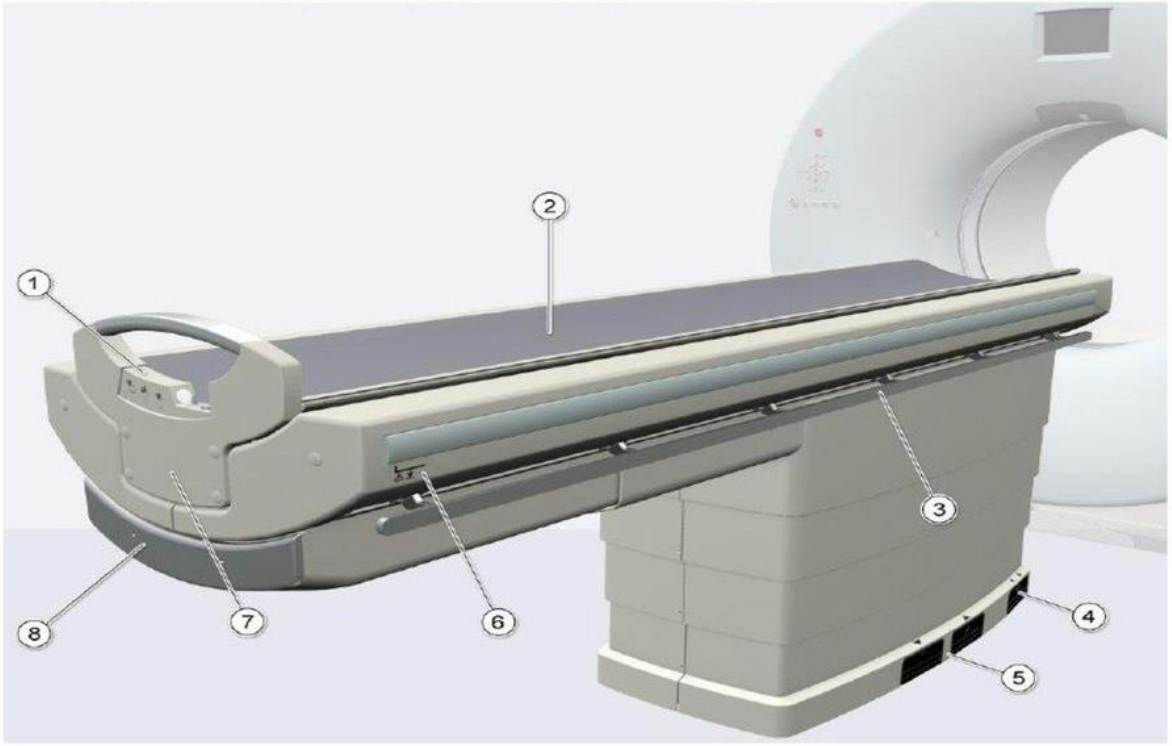
- Absorvem 60 a 80% dos fótons;
- Mais baratos;
- Fáceis de calibrar;
- Menos eficientes;
- Menos estáveis;
- Simples e compactos.

DETECTORES SÓLIDOS:

- Absorvem 100% dos fótons;
- Mais sensíveis a temperatura;
- Melhor qualidade de imagem;
- Mais eficientes;
- Menor tempo de resposta;
- Compactos.



MESA DE EXAMES



(1) PMM (Physiological Measurement Module – Módulo de medição fisiológica).
(2) Tampos da mesa universal.
(3) Calha cirúrgica (opção).
(4) Pedal de liberação do tampo de mesa.
(5) Pedal "para cima/para baixo".
(6) Etiqueta: Risco de contusão.
(7) Etiqueta: Tipo B.
(8) Botão de pressão para libertação.

Prof. Daniel R. L. Machado
Tecnólogo em Radiologia

CONSOLE DE COMANDO

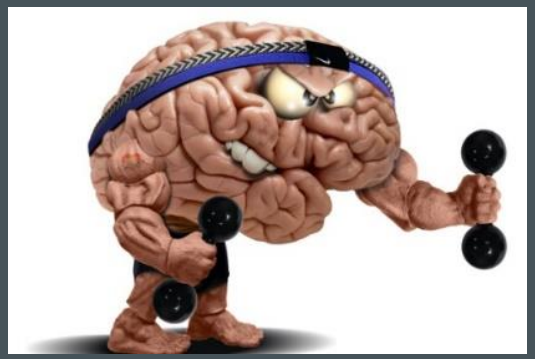
Sistema Computacional

- Monitor;
- Teclado;
- Mouse;
- Dispositivo som e voz;
- CPU para processamento normal;
- CPU para “Raw Data” e reconstruções.

CONSOLE DE COMANDO

Prof. Daniel R. L. Machado
Tecnólogo em Radiologia

ATIVIDADE DE FIXAÇÃO



DISCUTA COM O COLEGA E RESPONDA:

1) Qual a função do filtro de feixe?
2) Como é determinado a capacidade térmica de um tubo de raios X para TC?
3) Como é mensurado a vida útil do tubo da TC?
4) Qual a função dos detectores na tomografia computadorizada?
5) Qual o nome do sistema que permitiu as aquisições helicoidais com cortes contínuos da anatomia do paciente?

Tempo: 10 minutos

Prof. Daniel R. L. Machado
Tecnólogo em Radiologia

REFERÊNCIAS

- BUSHONG, Stewart C. **Ciência Radiológica para Tecnólogos: Física, Biologia e Proteção**. 9 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- MASSAT, Mary Beth. **Spectral Energy is Redefining CT Imaging**. Applied Radiology, July 2018, p. 28-33. Disponível em <www.appliedradiology.com". Acesso em 16 de outubro de 2019.
- MOURÃO, Arnaldo Prata. Tomografia computadorizada – tecnologias e aplicações. São Paulo: Ed. Difusão, 2014.
- NÓBREGA, Almir Inácio da. **Manual de tomografia computadorizada**. São Paulo: Ed. Atheneu, 2007.
- REISER, Maximilian F.; BECKER, Christoph R.; NIKOLAOU, Konstantin; GLAZER, Gary. **Multislice Tomografia Computadorizada**. 3° edição, Rio de Janeiro: Ed. Revinter. 2011.

Prof. Daniel R. L. Machado
Tecnólogo em Radiologia