

**Disciplina VCI - 4104 Diagnóstico por Imagem I**



# **Introdução ao Radiodiagnóstico**

Profa. Dra. Carina Outi Baroni - email: [carinaouti@gmail.com](mailto:carinaouti@gmail.com) / @plataforma\_sabia

1º Semestre de 2022

São Paulo, 24 de maio de 2022

# TEMAS



- História da radiologia e proteção radiológica
- Princípios físicos básicos da radiologia e aquisição de imagens radiográficas digitais
- Planos anatômicos aplicados à radiologia
- Terminologia

# HISTÓRIA DA RADIOLOGIA E PROTEÇÃO RADIOLÓGICA



## Wilhelm Conrad Roentgen

(1845 – 1923) - Carcinoma

- 08/11/1895 - descoberta da radiação X
- 1901 - Nobel de Física  
"Eu considero que o trabalho de uma universidade deve beneficiar a todos, sem idéia de lucro"

Fonte:[https://pt.wikipedia.org/wiki/Wilhelm\\_Conrad\\_R%C3%B6ntgen](https://pt.wikipedia.org/wiki/Wilhelm_Conrad_R%C3%B6ntgen)

# HISTÓRIA DA RADIOLOGIA E PROTEÇÃO RADIOLÓGICA



**Marie Skłodowska Curie**  
(1867 – 1934) - Anemia Aplástica

- 1903 - Nobel de Física
- 1911 - Nobel de Química

Teoria da Radioatividade - Polônio e Rádium

# HISTÓRIA DA RADIOLOGIA E PROTEÇÃO RADIOLÓGICA



22/12/1895

- Anna Bertha Ludwig - esposa do Roentgen

# HISTÓRIA DA RADIOLOGIA E PROTEÇÃO RADIOLÓGICA



23/01/1896

- Albert von Kolliker - amigo do Roentgen

# HISTÓRIA DA RADIOLOGIA E PROTEÇÃO RADIOLÓGICA



## Clarence Medison Dally

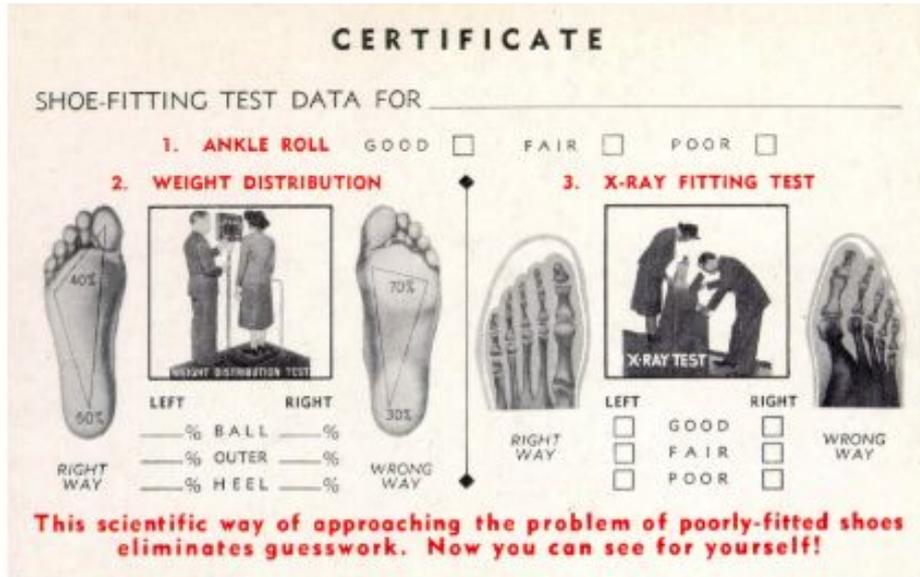
(1865 – 1904) - 39 anos

Dermatite por radiação - Carcinoma

Assistente de Thomas Edison -  
desenvolveu equipamentos de  
raios-X e Fluoroscopia

Thomas Edison: "Não fale comigo  
sobre raios-X, eu tenho medo  
deles".

# HISTÓRIA DA RADIOLOGIA E PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

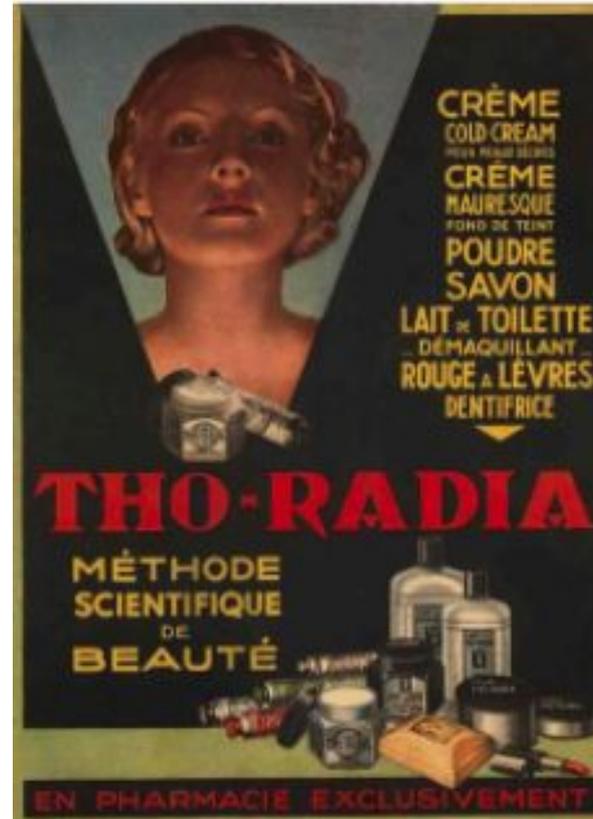


1930 - 1940

# HISTÓRIA DA RADIOLOGIA E PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

## Meados de 1945

- Cremes e outros produtos a base de rádio.
- Rádio era usado para tratamento de tumores!



# HISTÓRIA DA RADIOLOGIA E PROTEÇÃO RADIOLÓGICA



Efeitos deletérios da radiação ionizante em tecidos biológicos expôs a necessidade de se regulamentar o uso!

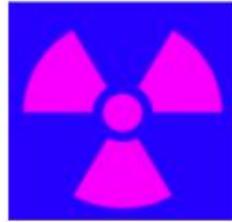
# HISTÓRIA DA RADIOLOGIA E PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

2º CIR	Comissão - doses	Símbolos	150 mSv ao ano	150 mSv ao ano	CNEN - aprova no BR normas	Diretrizes - menor dose/danos
1928	1934	1946-2007	1956	1958	1973	1988
NN - 3.01	RE nº 1016	RNº 230 - Dosimetria	Nº 52/RDCº 330 - 20mSv ao ano	RDCº 440	RDCº 611	
2005	2006	2018	2019	2020	2022	

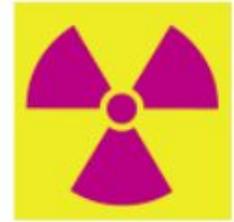
# HISTÓRIA DA RADIOLOGIA E PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

## SÍMBOLOS

- Reconhecimento do público para evitar acidentes



**CUIDADO!**



# HISTÓRIA DA RADIOLOGIA E PROTEÇÃO RADIOLÓGICA



## RESOLUÇÃO RDC N<sup>o</sup> 330 - Marco histórico na M.V.

"Parágrafo único: Os serviços de radiologia veterinária diagnóstica ou intervencionista devem atender ao disposto nesta Resolução, no tocante à proteção dos trabalhadores e de indivíduos do público."

# HISTÓRIA DA RADIOLOGIA E PROTEÇÃO RADIOLÓGICA



## RESOLUÇÃO RDC Nº 611

"Parágrafo único: Os serviços de radiologia veterinária diagnóstica ou intervencionista devem atender ao disposto nesta Resolução, no tocante à proteção dos trabalhadores e de indivíduos do público."

# RADIAÇÕES IONIZANTES: Benefícios

---

Saúde:

- RX, TC, Radioterapia, Fluoroscopia, Angiografia
- Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET)

# RADIAÇÕES IONIZANTES: Benefícios

---

- Preservação de alimentos
- Produção de sementes resistentes
- Energia nuclear
- Gamagrafia - detecta defeitos em peças
- Esterilização de artefatos médicos

# RADIAÇÕES IONIZANTES: efeitos biológicos deletérios

---

- Estocásticos: acumulados em função da dose, sem um limiar de dose. Chance dos efeitos atribuídos à radiação de se manifestarem ao longo do tempo após a exposição.
- Determinísticos: curto espaço de tempo, com limiar de dose.

# RADIAÇÕES IONIZANTES: efeitos biológicos deletérios

---

- Determinísticos: inflamações, ulcerações, náusea, queda de cabelo, dermatites, anemia, hemorragia, infecções - Morte Celular
- Esterilidade: 0,15 Sv de uma vez ou 40 Sv anual
- Cristalino: 5 Sv de uma vez ou 0,4 Sv anual
- Medula óssea: 0,5 Sv de uma vez ou 0,4 Sv anual

# ACIDENTES HISTÓRICOS

---

- Decorrentes do uso incorreto de equipamentos, falta de treinamento durante manutenções, falha em medidas preventivas.
- Acidente de Chernobyl - 1986 / Acidente de Goiânia - 1987 / Acidente de Fukushima - 2011 - Vítimas e o Impacto ambiental e econômico.
- EVITAR USO INCORRETO!

# PROTOSCOLOS DE SEGURANÇA: DOSES

---

- Acompanhantes - até 5 mSv
- Grávidas - até 1 mSv ao ano
- Menores de 18 anos - zero / somente para benefício próprio de saúde
- Trabalhadores - 2019: 50 mSv ao ano  
2020: 20 mSv ao ano

# PROCOLOS DE SEGURANÇ: DOSES



2022: Dose anual estabelecida pela CNEN

<https://www.gov.br/cnen/pt-br/search?SearchableText=normas%20para%20prote%C3%A7%C3%A3o%20radiol%C3%B3gica>

# PROTOCOLOS DE SEGURANÇA



# PROTÓCOLOS DE SEGURANÇA

---

- Proibido a entrada de menores de 18 anos.
- Proibido a entrada de grávidas ou suspeita de gravidez, informar antes do exame.
- Somente pessoas autorizadas na sala de exame.

# PROCOLOS DE SEGURANÇA



# PROCOLOS DE SEGURANÇA



# PROTOCOLOS DE SEGURANÇA



Dosímetros e detectores de radiação (geiger)

# PRINCÍPIOS DA PROTEÇÃO RADIOLÓGICA



- Requisitos de Justificação
- Requisitos de Otimização
- Requisitos de Limitação da Dose

# PRINCÍPIOS DA PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

---

- Requisitos de Otimização:

*ALARA: As Low As Reasonably Achievable*

Doses baixas compatíveis para o diagnóstico

Proteção radiológica

Educação contínua

# PRINCÍPIOS DA PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

---

- Requisitos de Justificação:

A exposição da pessoa só deve ocorrer mediante um benefício que compense o detrimento correspondente dos efeitos estocásticos.

# PRINCÍPIOS DA PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

---

- Requisitos de Limitação da Dose:

Nenhum indivíduo ocupacionalmente exposto, deve ser exposto à radiação sem que seja estritamente necessário.

Deve-se respeitar os limites anuais de exposição.

# MEDICINA VETERINÁRIA E A RADIOLOGIA



~1900



2022

- Ainda em foco primário...
- Essa mão é de quem???

# MEDICINA VETERINÁRIA E A RADIOLOGIA



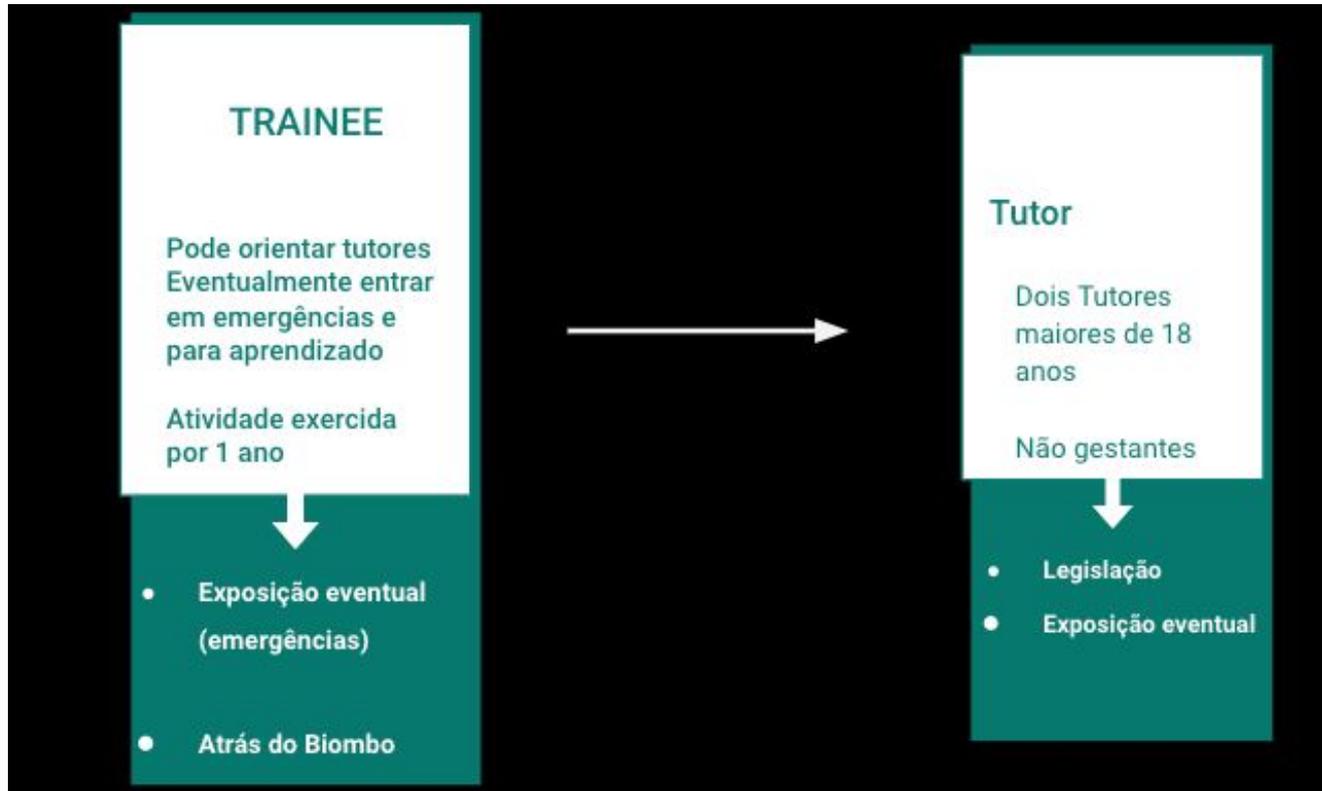
# MEDICINA VETERINÁRIA E A RADIOLOGIA



# MEDICINA VETERINÁRIA E A RADIOLOGIA



# MEDICINA VETERINÁRIA E A RADIOLOGIA



# MEDICINA VETERINÁRIA E A RADIOLOGIA

## Radiation protection challenges in applications of ionising radiation on animals in veterinary practice

N.E. Martínez, L. Van Bladel

First Published July 23, 2020 | Research Article | I

<https://doi.org/10.1177/0146645320931973>

### Education

## An introduction to radiation protection in veterinary radiography

November 2014 - Vol 5 No 9 - The Veterinary Nurse

### Why does radiation safety matter?

The smallest amount of radiation exposure can pose a health risk to the whole practice. Veterinary technicians may be particularly at risk, as they typically capture x-ray images. X-rays scatter in all directions, even when an animal is sedated and/or positioning devices are used.<sup>1</sup>

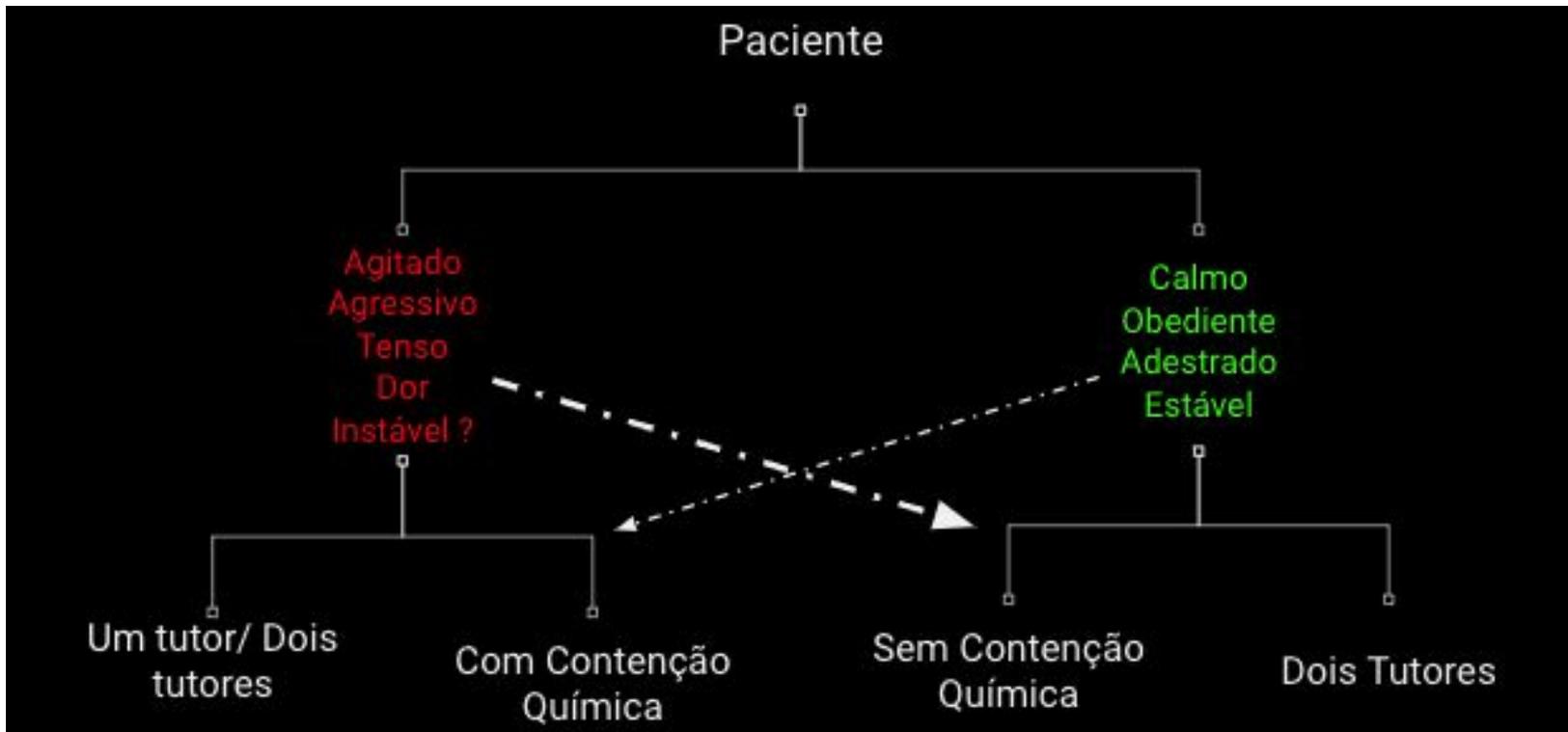
There are potential side effects of radiation exposure including increased risk of cellular damage that can have health consequences.<sup>2</sup>



**3 in 4** veterinary technicians are women of childbearing age<sup>3</sup>

<https://www.idexx.com/en/veterinary/diagnostic-imaging-telemedicine-consultants/radiation-safety-center/>

# DIVERSOS CENÁRIOS: Posicionamento radiográfico



# MEDICINA VETERINÁRIA E A RADIOLOGIA



## REFLEXÃO

Compaixão x Saúde

Ética

Educação do consumidor /classe empresarial

Cultura da Radioproteção

Regras / Normativas / Resoluções

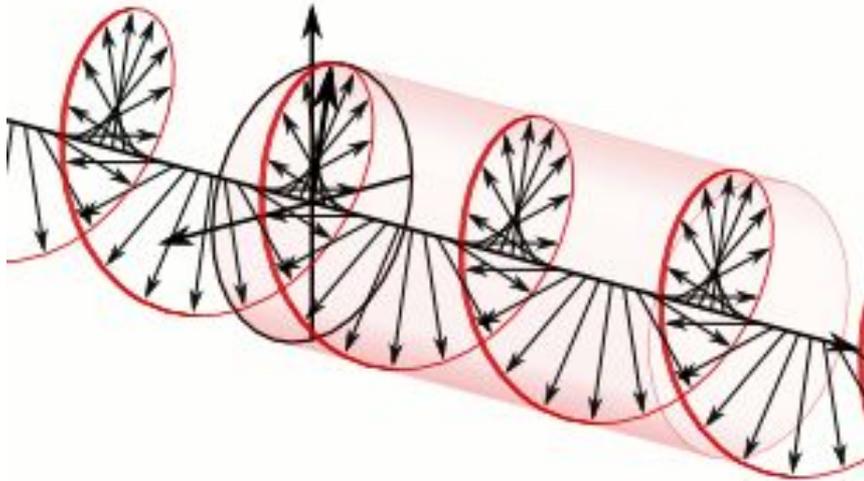
# CONCEITO

---

- Radiação eletromagnética: combinação de campos elétricos e magnéticos que trafegam juntos e perpendiculares, seguem modelos de ondas senóides e o comprimento de onda  $\lambda$  são curtos para passar a matéria.

raios -X, raios gama  $\gamma$ , ondas de rádio, microondas

# CONCEITO



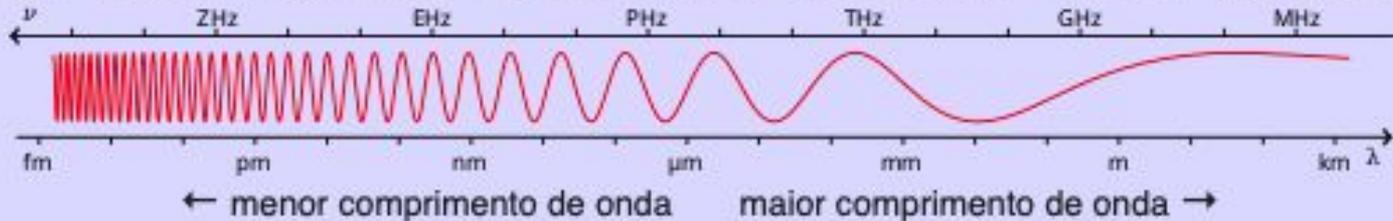
- Representação do vetor campo elétrico de uma onda eletromagnética

# CONCEITO

- Raios-x tem comprimento de onda curta que permite passar a matéria

## Espectro eletromagnético

Raios gama · Raios X · Ultravioleta · Espectro visível · Infravermelho · Raios T · Micro-onda · Rádio



## CONCEITO

---

- Radiação corpuscular: constituída a partir de um feixe de partículas elementares ou núcleos atômicos.

alfa  $\alpha$ , beta  $\beta$ , nêutrons

# CONCEITO



- Radiações ionizantes: um fóton ejeta um elétron de um átomo ou molécula (altera estrutura do átomo)

raios - X, alfa, beta, gama, ultravioleta C

- Radiações não ionizantes:

ultravioleta A e B, infravermelho, laser, luz visível, microondas

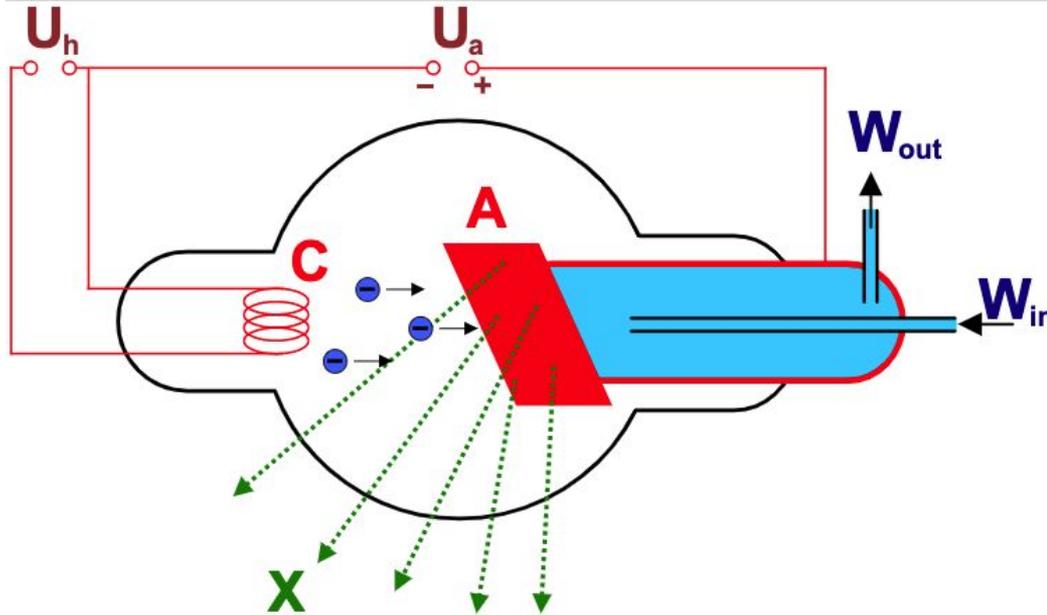
# PRINCÍPIOS FÍSICOS BÁSICOS DA RADIOLOGIA



## Raios -X: radiação eletromagnética e ionizante

- Propagam-se no vácuo à velocidade da luz
- comprimento de onda  $\lambda$  curtos
- Não é captada pelos 5 sentidos: visão, audição, paladar, olfato e tato

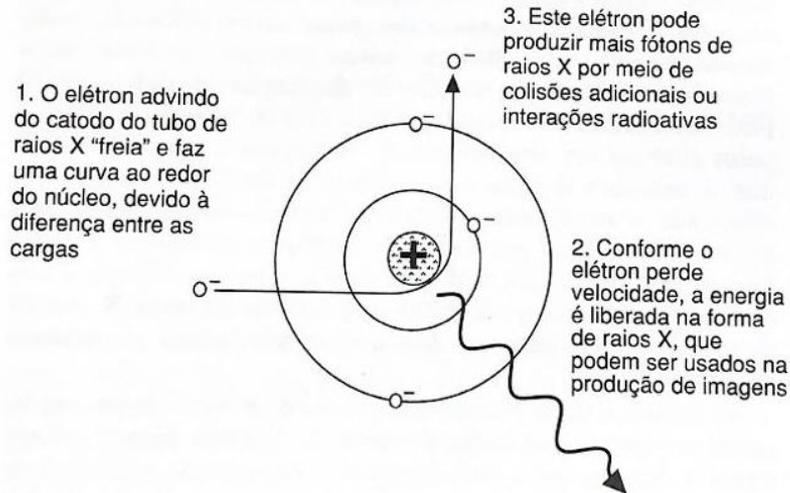
# PRINCÍPIOS FÍSICOS BÁSICOS DA RADIOLOGIA



- Cátodo: filamento de tungstênio
- Ânodo: anteparo onde colidem os elétrons que saem do cátodo

# PRINCÍPIOS FÍSICOS BÁSICOS DA RADIOLOGIA

<https://www.youtube.com/watch?v=P0Xi-dJskY8&t=4s>



- Modelo de freamento da produção de raios X.

# PRINCÍPIOS FÍSICOS BÁSICOS DA RADIOLOGIA



## FORMAÇÃO DA IMAGEM RADIOGRÁFICA

[https://www.youtube.com/watch?v=IffZ\\_La5T2w](https://www.youtube.com/watch?v=IffZ_La5T2w)

- 90% da energia dos elétrons é convertida em calor
- 5% é convertida em raios-X

# PRINCÍPIOS FÍSICOS BÁSICOS DA RADIOLOGIA



## Fundamentos da técnica radiográfica

- kV - quilovoltagem (poder de passagem pela matéria)  
qto menor kV, maior  $\lambda$ , menor a passagem dos rx pela matéria  
qto maior kV, qto menor  $\lambda$ , maior a passagem dos rx pela matéria

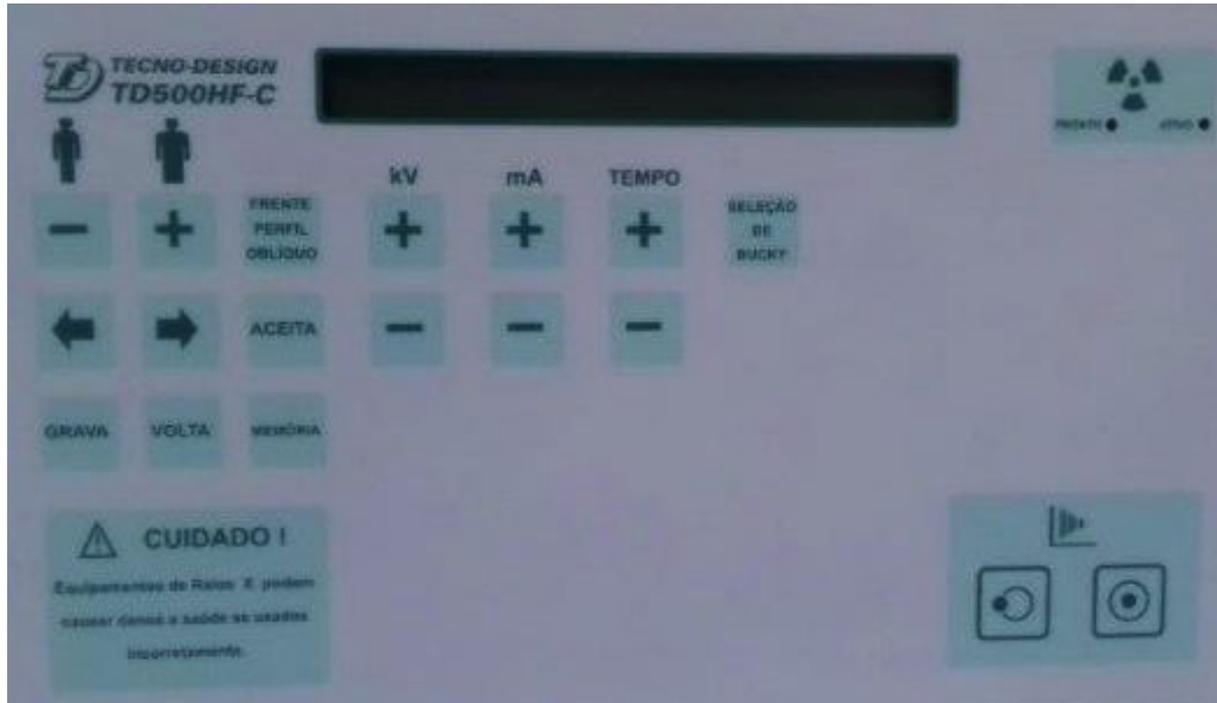
# PRINCÍPIOS FÍSICOS BÁSICOS DA RADIOLOGIA



## Fundamentos da técnica radiográfica

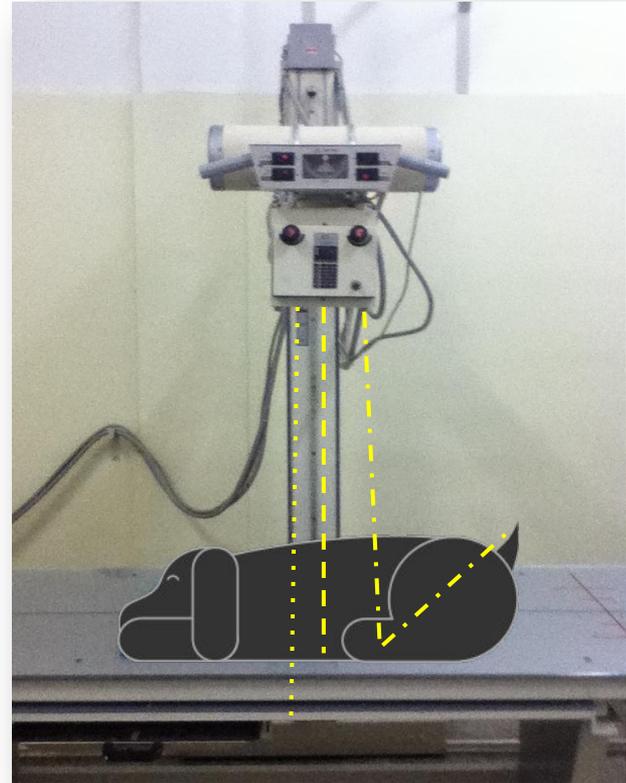
- mA - miliamperagem (quantidade de radiação)
- tempo - segundos
- mAs - miliamperagem segundo (mA x tempo)

# PRINCÍPIOS FÍSICOS BÁSICOS DA RADIOLOGIA



# PRINCÍPIOS FÍSICOS BÁSICOS DA RADIOLOGIA

- Radiação que passa a matéria . . . . .
- Radiação absorvida - - - -
- Radiação dispersa - . . . . -

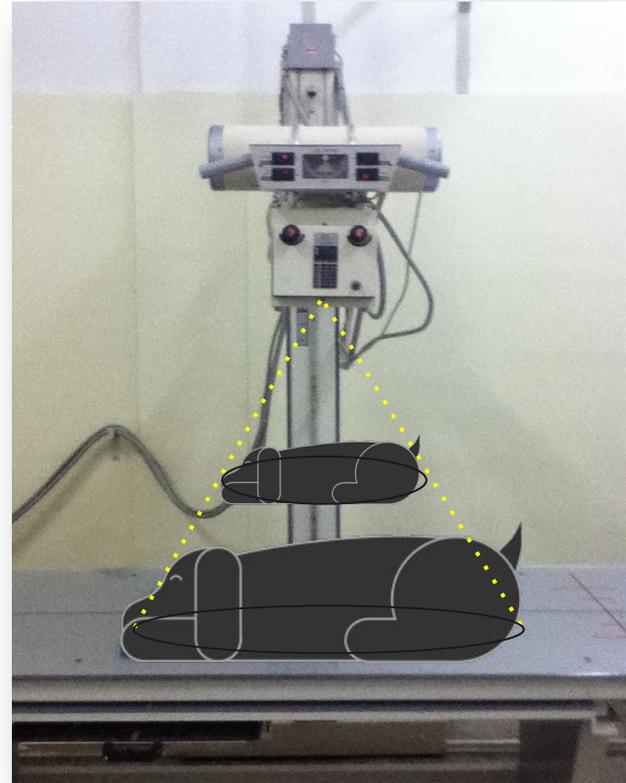


# PRINCÍPIOS FÍSICOS BÁSICOS DA RADIOLOGIA

Geometria da formação de Imagem

- Distância do objeto-filme

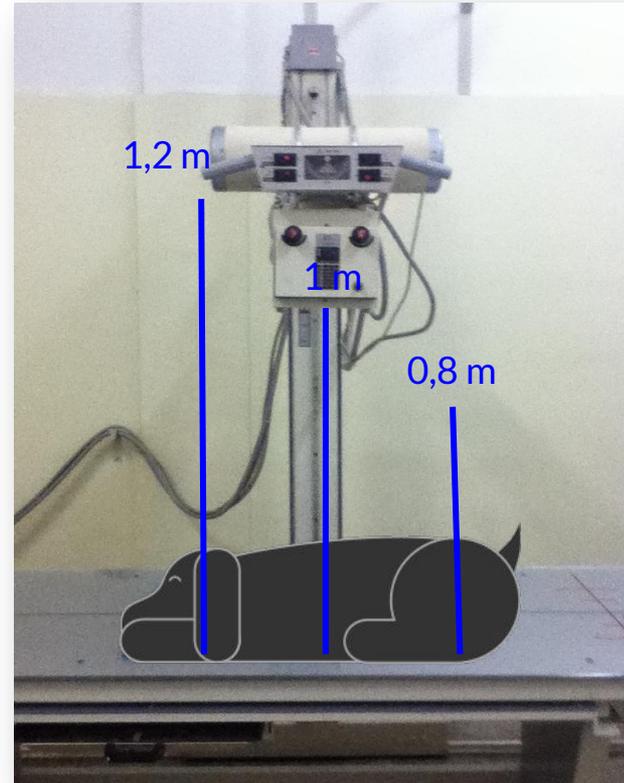
Qto mais próximo do filme,  
menor a distorção - muda  
tamanho da imagem.



# PRINCÍPIOS FÍSICOS BÁSICOS DA RADIOLOGIA

## Geometria da formação de Imagem

- Distância do foco-filme - 1 metro - muda o detalhamento da imagem

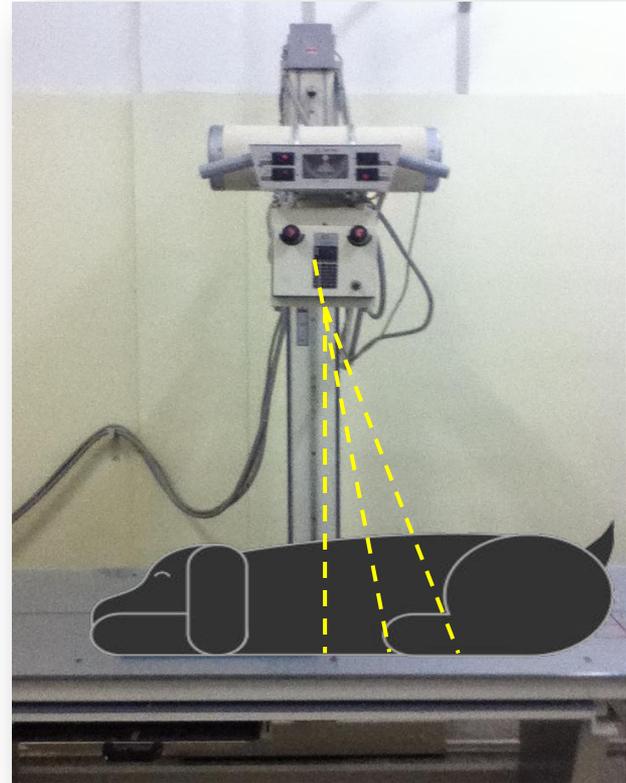


# PRINCÍPIOS FÍSICOS BÁSICOS DA RADIOLOGIA

Geometria da formação de Imagem

- Distorção da Imagem

Fora do ponto focal perpendicular - muda ângulo da imagem.



# AQUISIÇÃO DE IMAGENS RADIOGRÁFICAS DIGITAIS

## Imagens Digitais

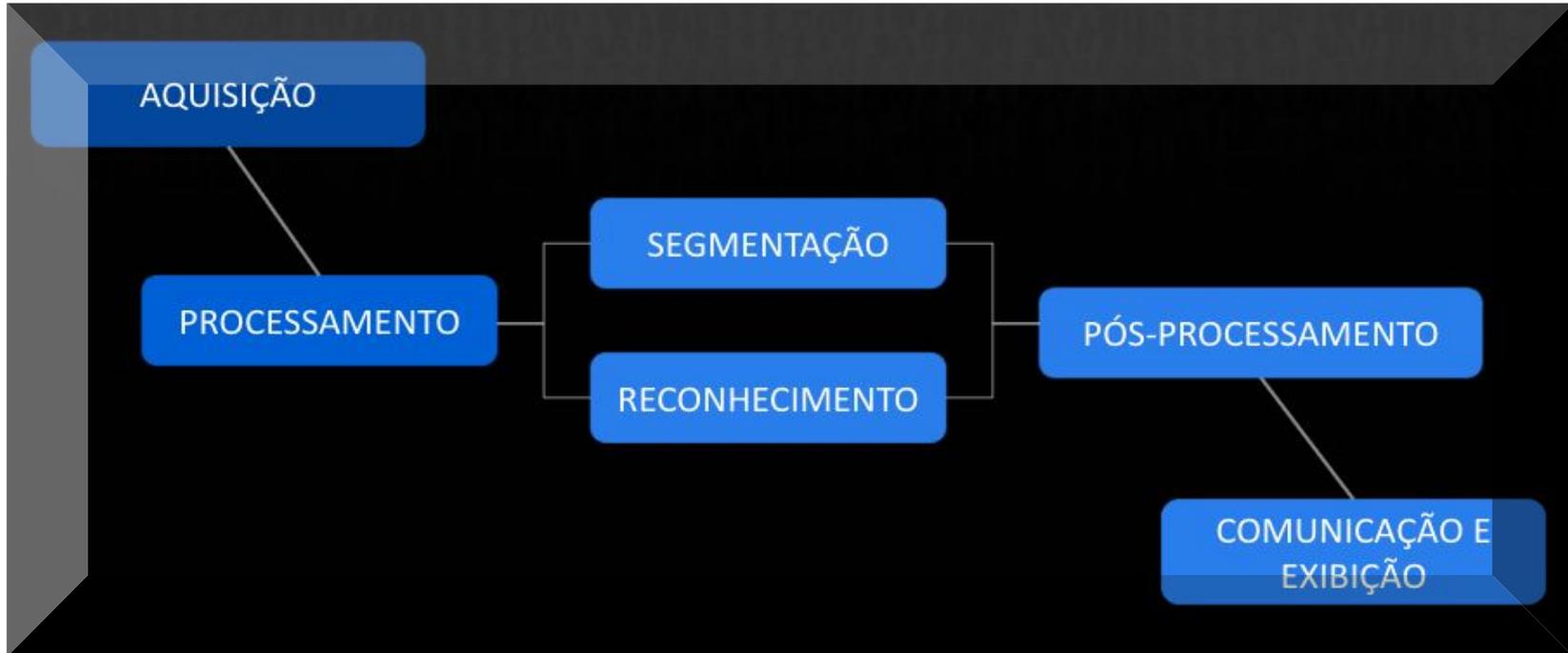
- DR
- CR

## Imagens Convencionais

- Filme



# AQUISIÇÃO DE IMAGENS RADIOGRÁFICAS DIGITAIS



# PROCESSAMENTO DE IMAGENS RADIOGRÁFICAS DIGITAIS

Paciente

ID : \_\_\_\_\_ Raca : \_\_\_\_\_  
Nome do Animal : \_\_\_\_\_ Sexo : \_\_\_\_\_  
Idade : \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_  
Especie : \_\_\_\_\_

Editar

Adic. imag.

Tórax P	Abdomen P	Crânio P	Membro Torácico P	Membro Pélvico P	Coluna P	REGIÃO
Tórax M	Abdomen M	Crânio M	Membro Torácico M	Membro Pélvico M	Coluna M	SILVESTRES
Tórax G	Abdomen G	Crânio G	Membro Torácico G	Membro Pélvico G	Coluna G	SYSTEM DIAGNOSIS GENRAD

LL Esquerda   LL Direita   VD   DV

# PÓS - PROCESSAMENTO



## FERRAMENTAS

- Brilho
- Contraste
- Filtros

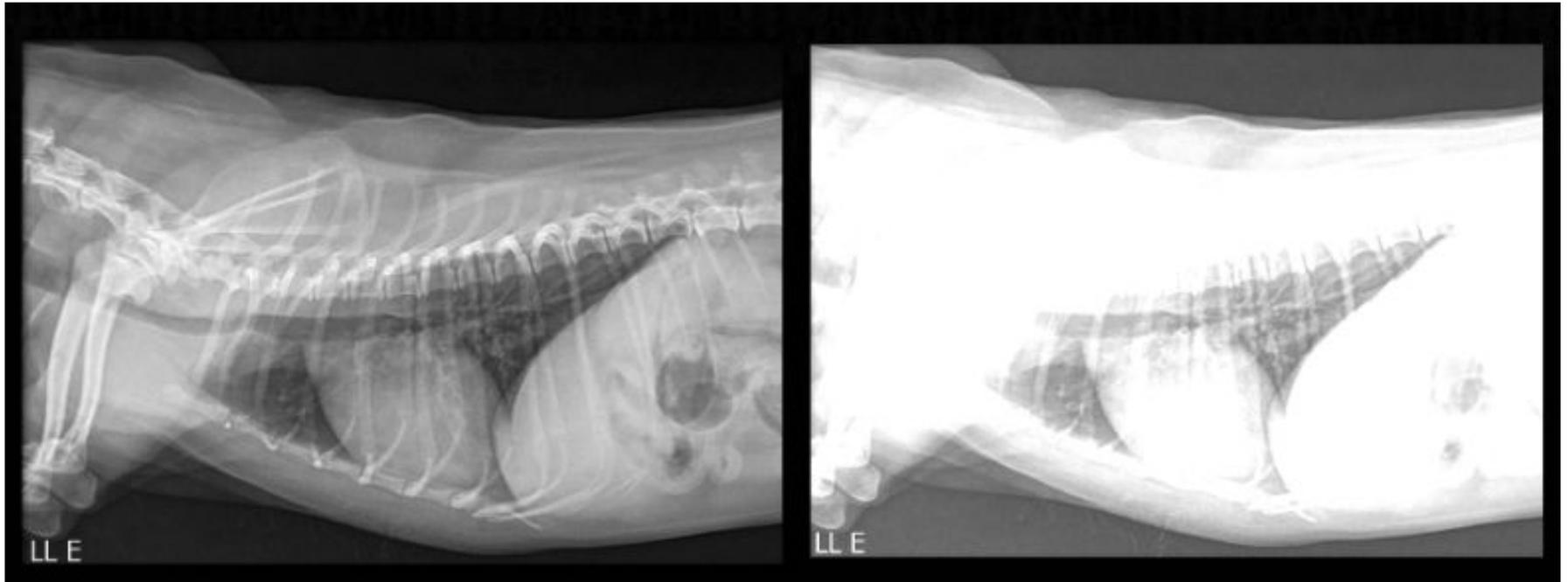
# PÓS - PROCESSAMENTO

## FERRAMENTAS

- Ex.: Filtro Inversão de Preto e Branco
- Vantagem: é poder avaliar todas as estruturas



# PÓS - PROCESSAMENTO



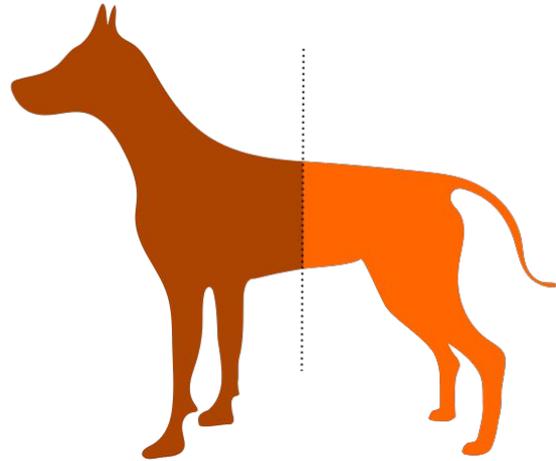
Fonte: Arquivo pessoal Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Carina Outi Baroni

# PLANOS ANATÔMICOS

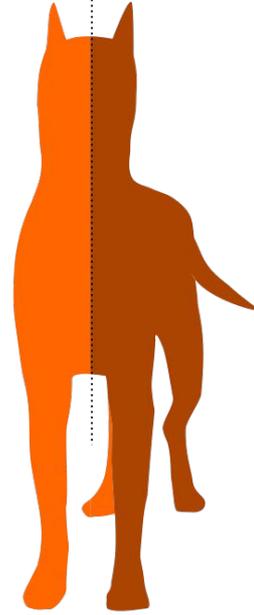


Cranial

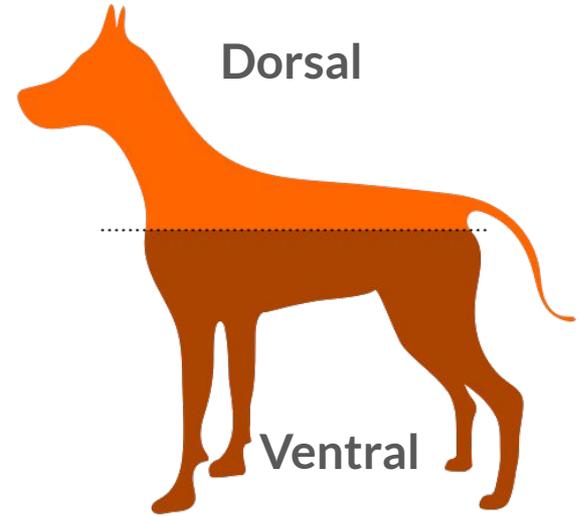
Caudal



Plano Transversal

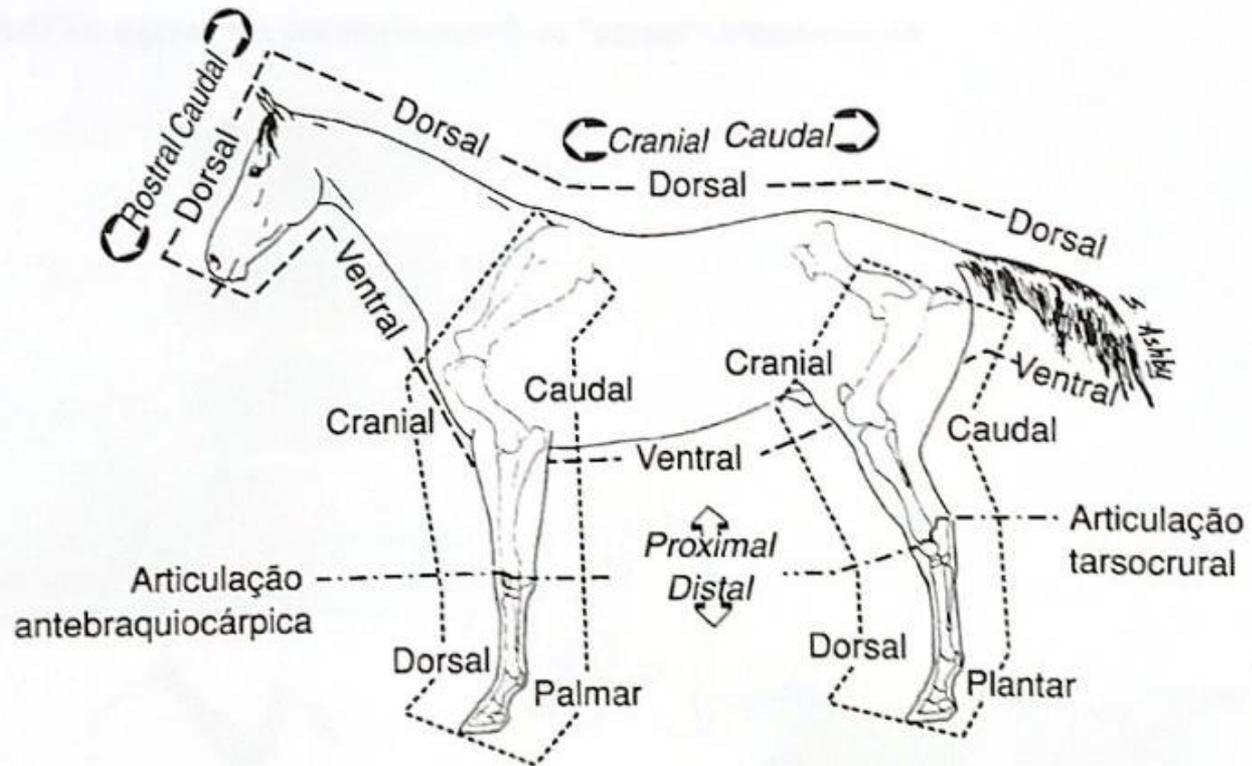


Plano Sagital



Plano Dorsal

# PLANOS ANATÔMICOS APLICADOS À RADIOLOGIA



# DECÚBITOS



- Lateral - direito ou esquerdo
- Ventral ou Esternal
- Dorsal

---

EM ESTAÇÃO

# INCIDÊNCIAS

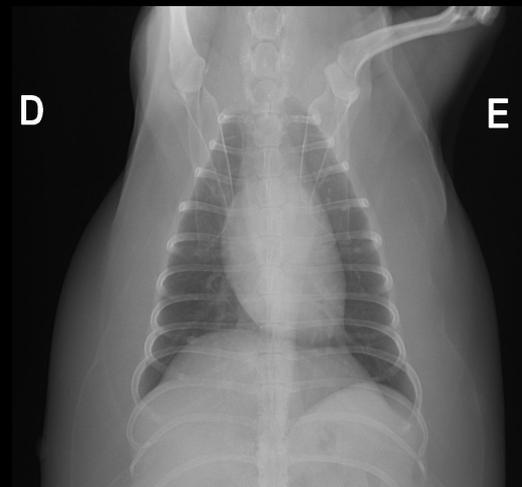
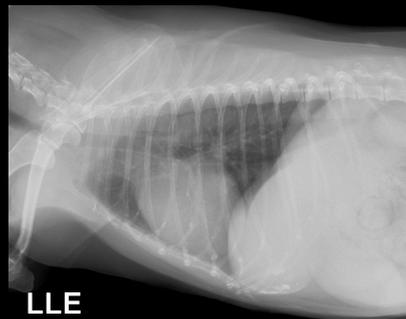
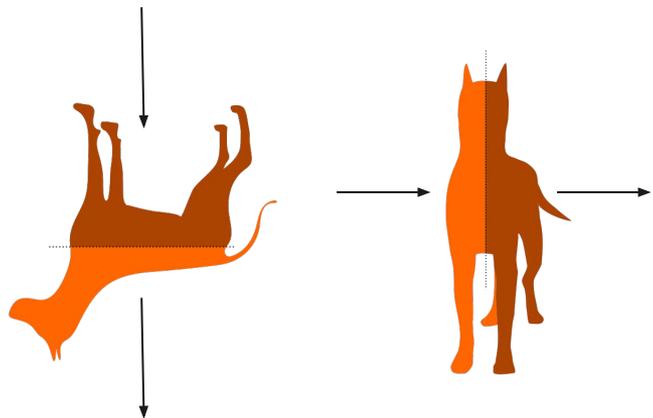


Ponto de entrada/ Ponto de saída  
(raio incidente / raio emergente)

- Laterolateral – Direita ou Esquerda
- Lateromedial / Mediolateral – Direita ou Esquerda
- Ventrodorsal ou Dorsoventral
- Plantarodorsal / Dorsoplantar
- Palmarodorsal / Dorsopalmar
- Rostrocaudal / Caudorostral
- Oblíquas

# EXEMPLOS

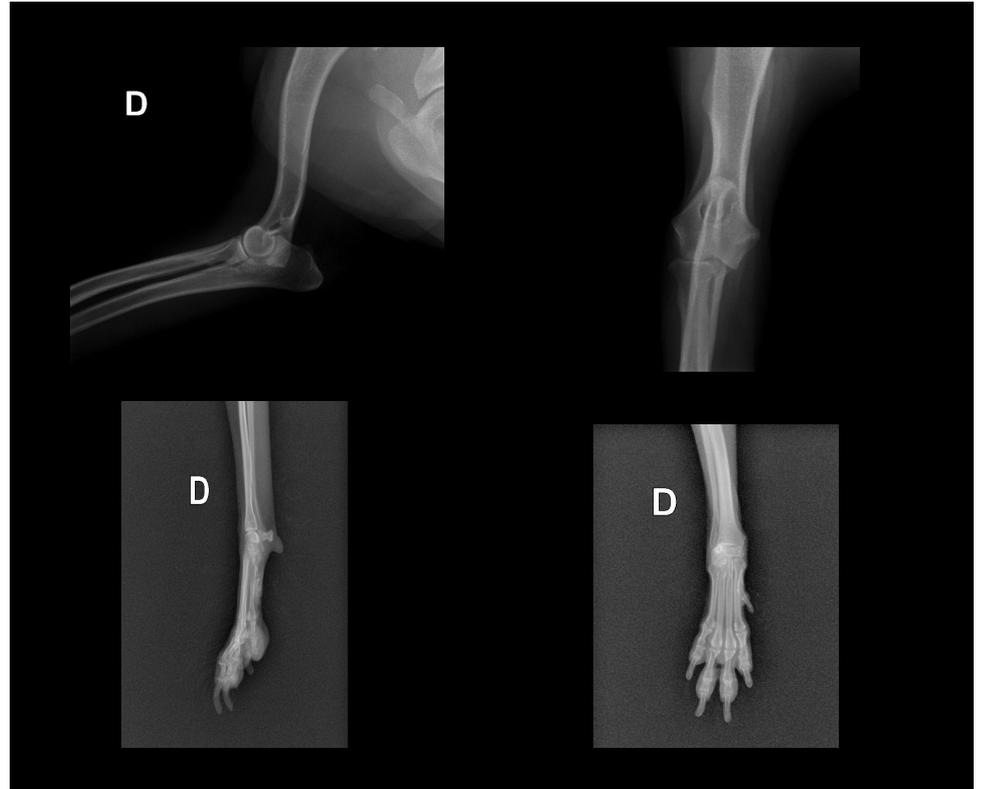
- Tórax



# EXEMPLOS

- MTD

Articulação  
umerorradioulnar  
direita



# REGIÕES RADIOGRÁFICAS

---

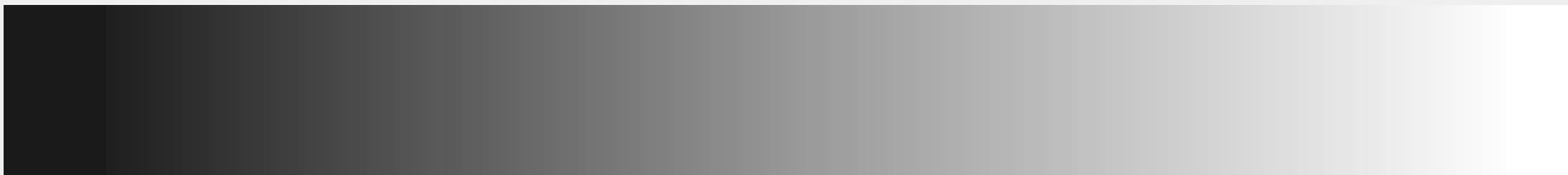
- Crânio
- Cervical
- Tórax
- Abdômen
- MT - dividido em 6 regiões
- MP - dividido em 6 regiões
- Coxal
- Coluna - dividida em 7 regiões

# TERMINOLOGIA

## Opacidades Radiográficas naturais

Radiotransparente  
Preto

Radiopaco  
Branco



Gases

Gordura

Água  
Tecidos moles

Osso

# TERMINOLOGIA

**Opacidades partem de um ponto de Referência e sempre Comparativa**

Gordura mais cinza quando comparada à musculatura

Baço mais cinza claro quando comparado à gordura

O gás do estômago mais preto que o líquido



# TERMINOLOGIA

## Opacidades Radiográficas artificiais

Radiotransparente

Preto

Gases

Substâncias  
gasosas

Radiopaco

Branco

Metal

Substâncias à base de bário  
Substâncias à base de iodo

# TERMINOLOGIA

## Relação do número atômico e opacidades

Radiotransparente  
Preto

Radiopaco  
Branco

Hidrogênio

Carbono

Oxigênio

Cálcio

Iodo

Bário

Chumbo

Menor número atômico

Maior número atômico

# TERMINOLOGIA

Matemática das opacidades:

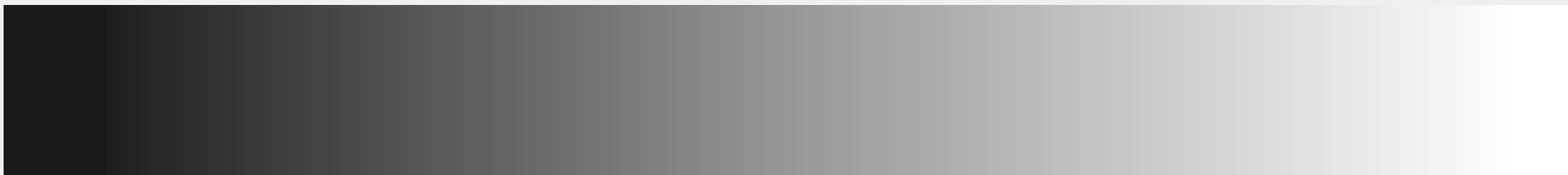
Relação de somatória ou subtração das opacidades

Radiotransparente

Preto

Radiopaco

Branco



Mesma opacidade = soma

Radiotransparente + radiotransparente = + radiotransparente

# TERMINOLOGIA

Matemática das opacidades:  
Relação de somatória ou subtração das opacidades

Radiotransparente  
Preto

Radiopaco  
Branco



Mesma opacidade = soma  
radiopaco + radiopaco = + radiopaco

# TERMINOLOGIA

Matemática das opacidades:

Relação de somatória ou subtração das opacidades

Radiotransparente

Preto

Radiopaco

Branco



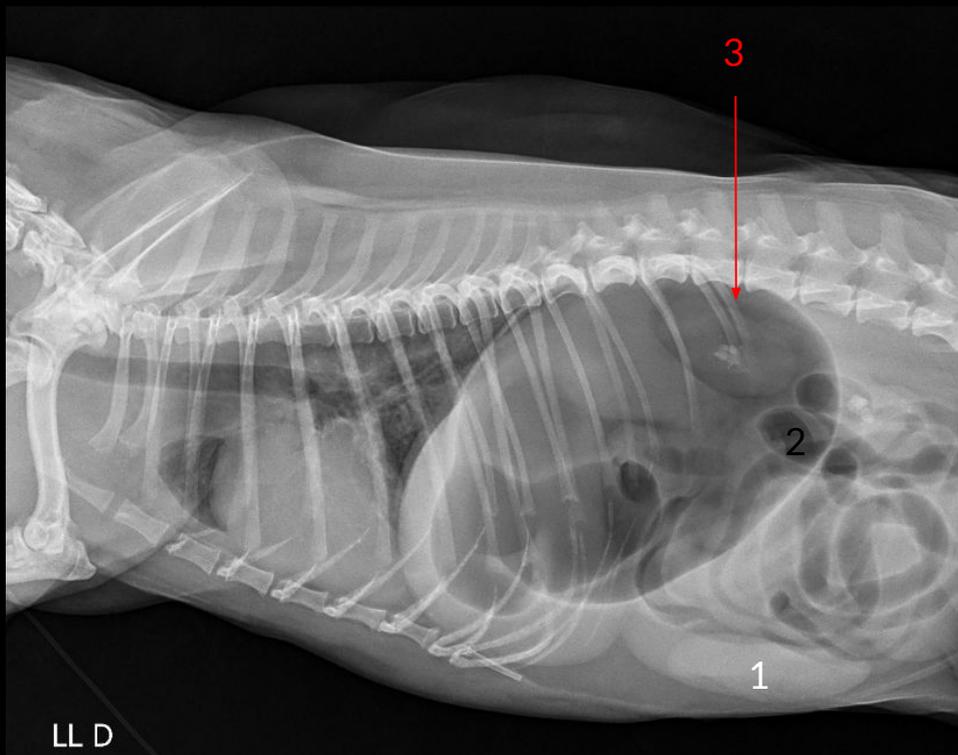
Opacidades diferentes = subtração

Radiotransparente + radiopaco = + radiotransparente

# TERMINOLOGIA

## Matemática das opacidades

1. soma de radiopacos
2. soma de radiotransparentes
3. subtração de radiopaco e radiotransparente



# TERMINOLOGIA

## Imagem Adequada

- Técnica
- Posicionamento
- Enquadramento/  
Colimação



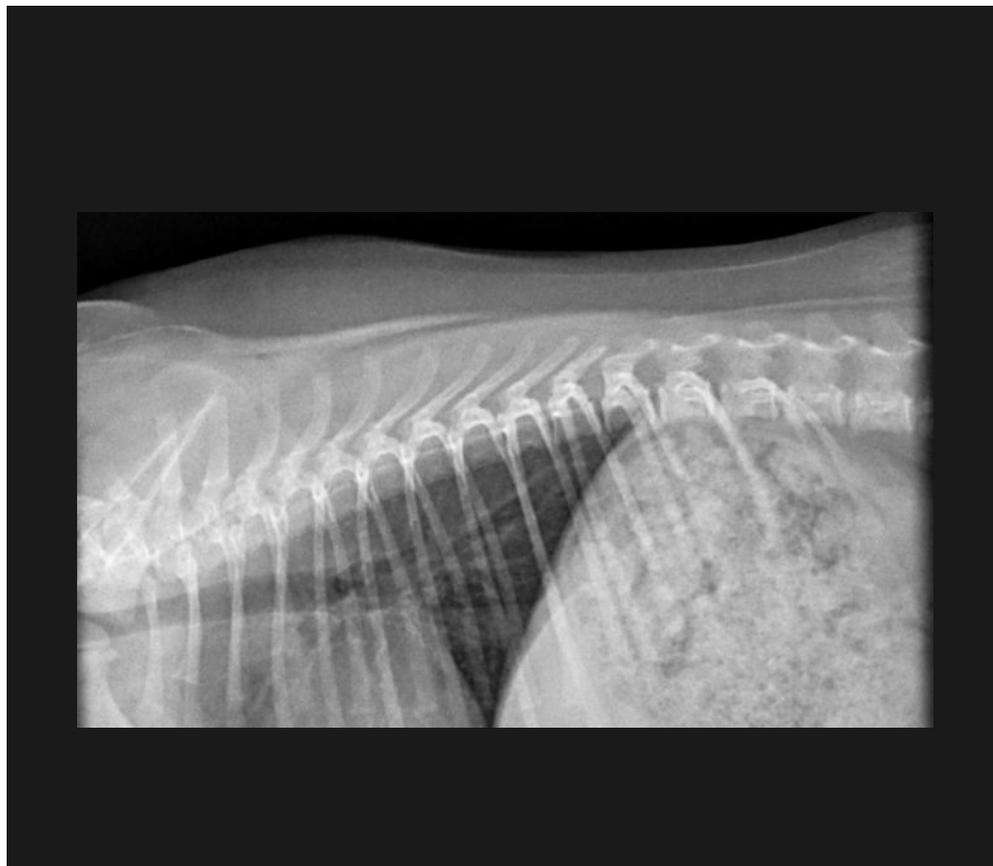
# TERMINOLOGIA

## Artefatos de técnica

- Imagem Subexposta

Falta técnica:

kV, mA, tempo



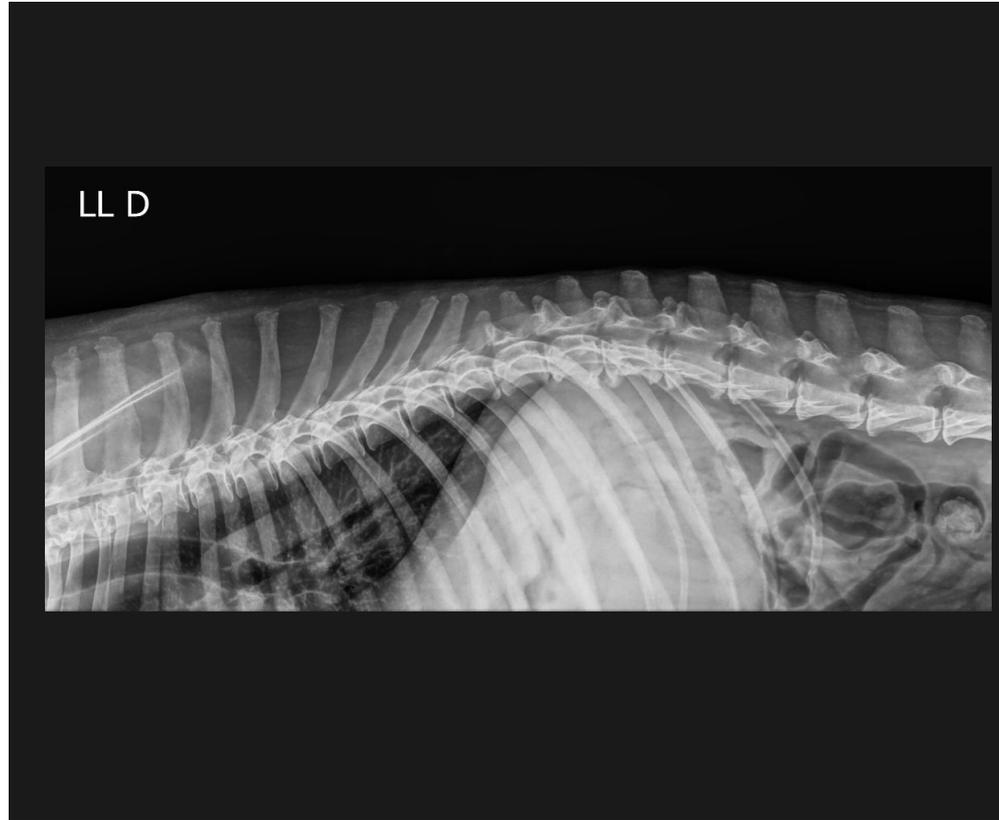
# TERMINOLOGIA

## Artefatos de técnica

- Imagem Super exposta

Muita técnica:

kV, mA, tempo



# TERMINOLOGIA

## Artefatos de técnica

- Artefato de movimento - imagem "tremida"
- Artefato de borramento e dispersão - "sombra"
- Artefato de dupla exposição - duas imagens sobrepostas



# CONCEITOS FINAIS



Reflexões:

- História da Radiologia e Proteção radiológica: qual o papel de cada um nos exames que envolvem radiação ionizante (M.V. Clínico, M.V. Especialista, Empresário, Tutor, Responsável técnico, técnico, tecnólogo e biomédico)?

# CONCEITOS FINAIS



Reflexões:

- Física básica e imagens digitais: reconhecer uma imagem adequada e os artefatos

# CONCEITOS FINAIS



Reflexões:

- Planos anatômicos e terminologia: entender e saber solicitar as regiões radiográficas corretamente / correlação com a anatomia

# REFERÊNCIAS

---

Thrall, D.E. Diagnóstico de Radiologia Veterinária, 5ª edição, 2010.

Lima, R.S et al. X-Rays: fascination, fear and science. Química Nova, 2009.

<https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-rdc-n-330-de-20-de-dezembro-de-2019-235414748?inheritRedirect=true#:~:text=de%20Prote%C3%A7%C3%A3o%20Radiol%C3%B3gica-,Art.,a%20qualidade%20dos%20procedimentos%20radiol%C3%B3gicos.>

<https://www.in.gov.br/web/dou/-/instrucao-normativa-n-55-de-20-de-dezembro-de-2019-235414684>

[https://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/42156537/do1-2018-09-25-resolucao-n-230-de-5-de-setembro-de-2018-42156205#:~:text=definido%20pela%20ICRU.-,Art.,%C3%81reas%2C%20incorporando%20as%20seguintes%20modifica%C3%A7%C3%B5es%3A&text=Para%20dose%20equivalente%2C%20o%20n%C3%ADvel,20%20mSv%20em%20qualquer%20m%C3%AAs.](https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/42156537/do1-2018-09-25-resolucao-n-230-de-5-de-setembro-de-2018-42156205#:~:text=definido%20pela%20ICRU.-,Art.,%C3%81reas%2C%20incorporando%20as%20seguintes%20modifica%C3%A7%C3%B5es%3A&text=Para%20dose%20equivalente%2C%20o%20n%C3%ADvel,20%20mSv%20em%20qualquer%20m%C3%AAs.)

# REFERÊNCIAS

---

<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-52-de-20-de-dezembro-de-2019-235414293>

[https://pt.wikipedia.org/wiki/Raios\\_X](https://pt.wikipedia.org/wiki/Raios_X)

[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422009000100044](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422009000100044)

<http://conter.gov.br/site/noticia/ampola>

<http://museunuclear.com/wp-content/uploads/2011/02/Historico-27-7-11-Modo-de-Compatibilidade.pdf>

<http://museunuclear.com/?p=902>

[http://www.tecnologiaradiologica.com/capitulo5\\_portaria.htm](http://www.tecnologiaradiologica.com/capitulo5_portaria.htm)

<https://journal.medizzy.com/the-hand-showing-damage-from-radiation-exposure-back-in-1900s/#:~:text=The%20hand%20showing%20damage%20from%20radiation%20exposure%20back%20in%201900's,-By&text=This%20is%20the%20hand%20of,who%20worked%20with%20Thomas%20Edison.&text=In%201902%2C%20one%20lesion%20on,his%20left%20hand%20was%20amputated.>

# REFERÊNCIAS

---

- <http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/normas-resumo.asp?op=301>
- <https://www.gov.br/cnen/pt-br/avulsos/seguranca-protecao-radiologica-pdf>
- <https://www.gov.br/cnen/pt-br/assunto/ultimas-noticias/cnen-participa-do-exercicio-geral-do-plano-de-emergencia-da-central-nuclear-e-inova-com-uso-de-drone-para-detectar-radiacao>
- <https://www.gov.br/fundacentro/pt-br/assuntos/noticias/noticias/2019/4/gestao-de-risco-e-cultura-prevencionista-sao-fundamentais-para-o-controle-da-radiacao>
- [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-71672019000700009&script=sci\\_arttext&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-71672019000700009&script=sci_arttext&tlng=pt)
- <http://www.cdtm.br/saude/protecao-radiologica-e-dosimetria-das-radiacoes-ionizantes>
- [https://prorad.com.br/sis/storage/conteudos/271/2214\\_Manual\\_Radioprotecao\\_Confer.pdf](https://prorad.com.br/sis/storage/conteudos/271/2214_Manual_Radioprotecao_Confer.pdf)
- [https://pt.wikipedia.org/wiki/Confer%C3%Aancia\\_de\\_Solvay#/media/Ficheiro:Solvay\\_conference\\_1913.jpg](https://pt.wikipedia.org/wiki/Confer%C3%Aancia_de_Solvay#/media/Ficheiro:Solvay_conference_1913.jpg)