

# PGF5312 - 2 FUNDAMENTOS DE PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS MÉDICAS

## Aula 2 ELEMENTOS DE PERCEPÇÃO VISUAL

**Paulo R. Costa**

Grupo de Dosimetria das Radiações  
e Física Médica

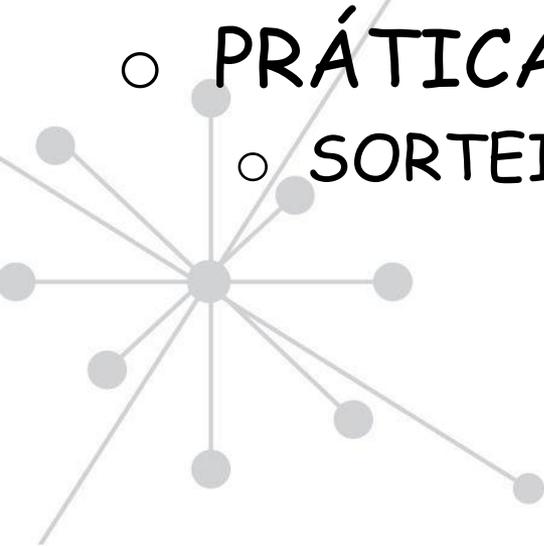
Instituto de Física - USP



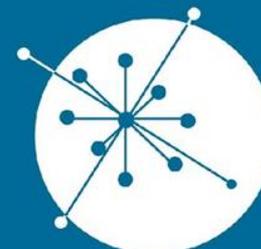
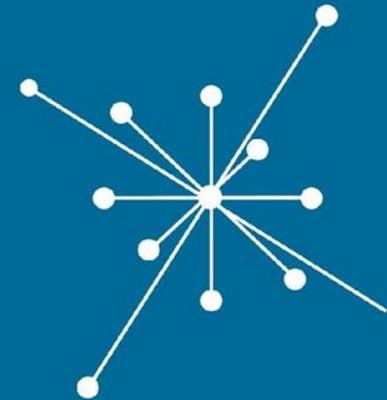
# Programa do curso

	<b>Datas</b>	<b>Dias</b>	<b>Aulas</b>	<b>Tema</b>
I – INTRODUÇÃO	23/08	Terça	1	ABERTURA DO CURSO
	25/08	Quinta	2	<b>Prática 1</b> – Elementos de percepção visual
II – DOMÍNIOS ESPACIAL E DE FREQUÊNCIAS	30/08	Terça	3	Domínios espacial e de frequências 1
	01/09	Quinta	4	<b>Prática 2</b> - Domínios espacial e de frequências 1
FERIADO	06/09 – 09/09	Terça e Quinta	-	Semana da pátria: RECESSO PARA ESCOLHA DOS TEMAS DAS MONOGRAFIAS
II – DOMÍNIOS ESPACIAL E DE FREQUÊNCIAS	13/09	Terça	5	Domínios espacial e de frequências 2
	15/09	Quinta	6	<b>Prática 3</b> - Domínios espacial e de frequências 2
III – IMAGENS DIGITAIS	20/09	Terça	7	Fundamentos de Imagens Digitais
	22/09	Quinta	8	<b>Prática 4</b> – Fundamentos de Imagens Digitais
IV – IMAGENS MÉDICAS	27/09	Terça	9	Imagens Médicas 1: RX, FLUORO, CT
	29/09	Quinta	10	Imagens Médicas 2: MAMO, MN, RM, US
V- QUALIDADE DE IMAGENS	04/10	Terça	11	Qualidade de imagens 1
	06/10	Quinta	12	<b>Prática 5</b> – Qualidade de imagens 1 (FORMULÁRIO)
	11/10	Terça	13	Qualidade de imagens 2
	13/10	Quinta	14	<b>Prática 6</b> - Qualidade de imagens 2
	18/10	Terça	15	Qualidade de imagem 3
	20/10	Quinta	16	<b>Prática 7</b> - Qualidade de imagens 3
	25/10	Terça	17	Qualidade de imagens 4
	27/10	Quinta	18	<b>Prática 8</b> - Qualidade de imagens 4

- ELEMENTOS DE PERCEPÇÃO VISUAL
- FORMAS DE VISÃO E ILUSÕES VISUAIS
- CONTRASTE E NITIDEZ
- DESEMPENHO DO OBSERVADOR (CURVAS ROC)
- PRÁTICA 1
  - SORTEIO DOS GRUPOS



# ELEMENTOS DE PERCEPÇÃO VISUAL

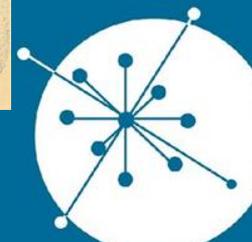
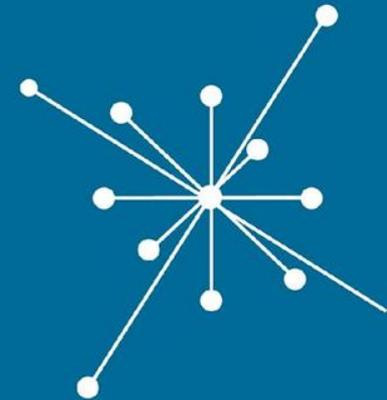
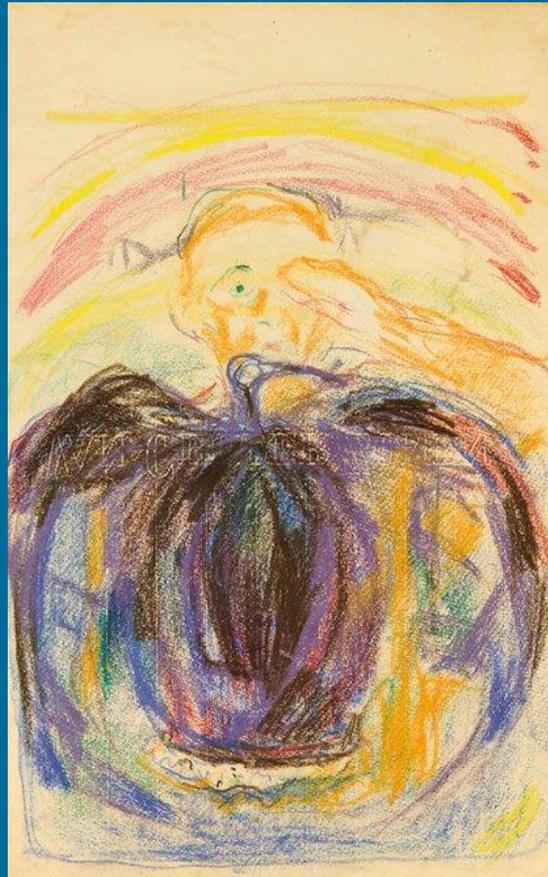


GRUPO DE  
**DOSIMETRIA**  
**DAS RADIAÇÕES**  
e FÍSICA MÉDICA

---

IFUSP - Instituto de Física da USP

# Ver e não ver (Oliver Sacks)



GRUPO DE  
**DOSIMETRIA  
DAS RADIAÇÕES**  
e FÍSICA MÉDICA

---

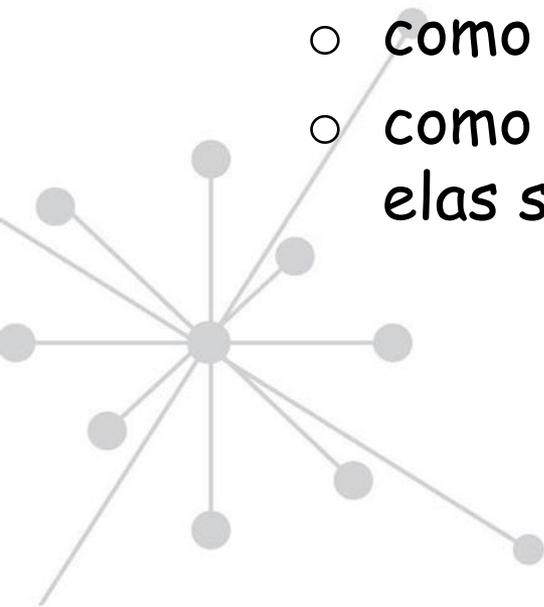
IFUSP - Instituto de Física da USP

# Formas de visão e ilusões visuais

- Caso do paciente Virgil - Oliver Sacks
- Como o universo visual pode parecer tão estático, apesar de estamos o tempo todo nos movendo e movendo nossos olhos e cabeça?
- Ver com a mente vs ver com os olhos
- Propriedades qualitativas da visão
  - Ex. cores: realidade ou construção cerebral?
  - Se dominarmos com perfeição a óptica do olho e as respostas dos neurônios associados à visão, poderemos responder esta pergunta?

# Formas de visão e ilusões visuais

- Percepção visual
  - Diversas teorias
    - neurosensores retinais - cérebro (*botton-up*)
    - interpretação cognitiva (*top-down*)
  - Questionamentos de Rene Descartes
    - como vemos em 3D se a retina é 2D?
    - como vemos as imagens rearranjadas, sendo que elas são invertidas na retina (óptica do olho)



# Formas de visão e ilusões visuais

- Percepção visual
  - O que é isso?



○ E isso?



Um Índio e um esquimó de costas.





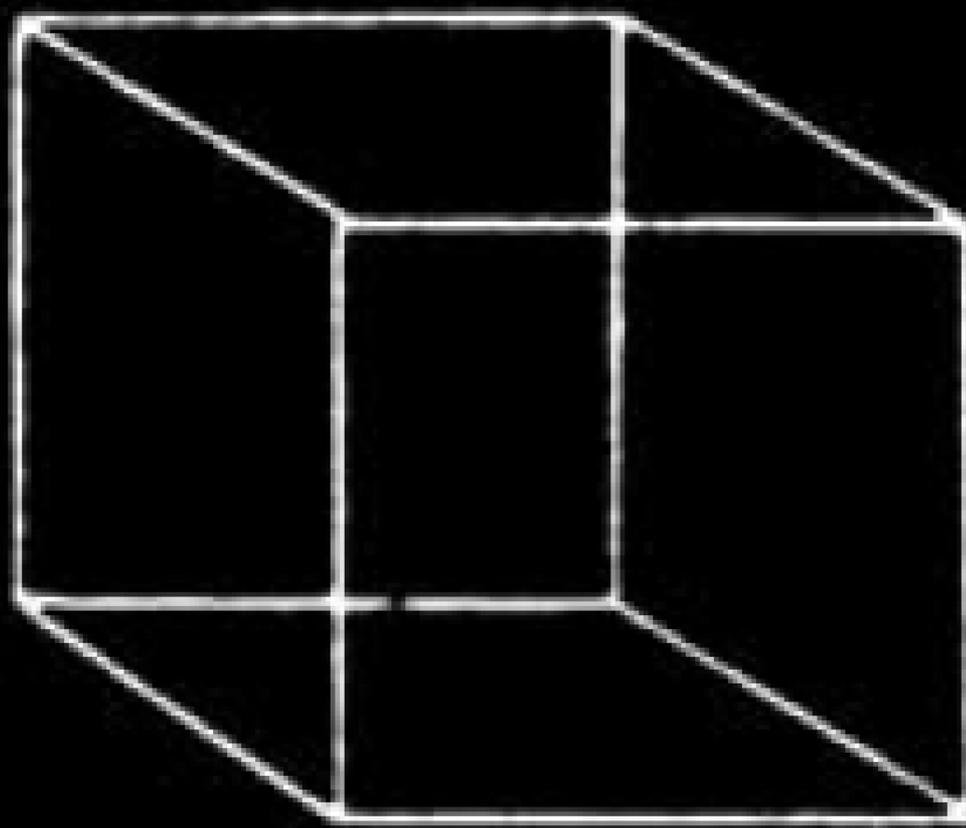






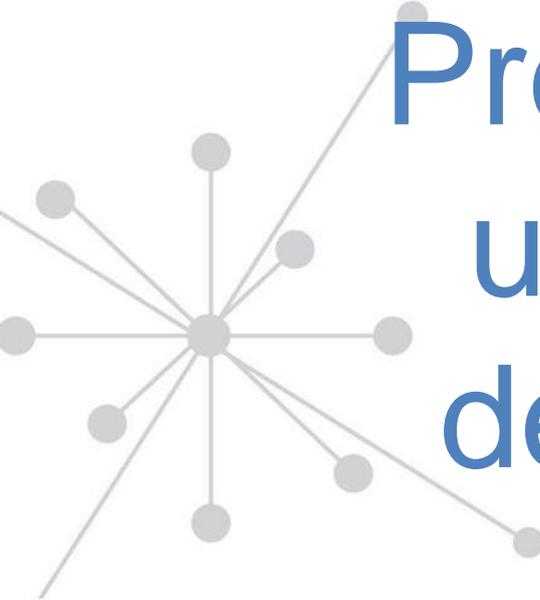
Pretty women right?  
Go ahead, look at them right side up and see what happens.





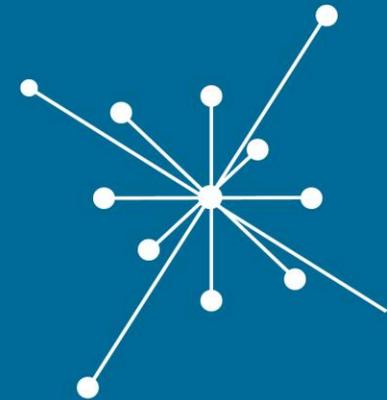
# Formas de visão e ilusões visuais

- Percepção visual
  - Experiência física - estímulo
  - Experiência qualitativa
  - Desafio para a ciência: como correlacionar estímulos físicos e químicos com a experiência sensorial
    - Ex. experiência subjetiva da cor entre indivíduos

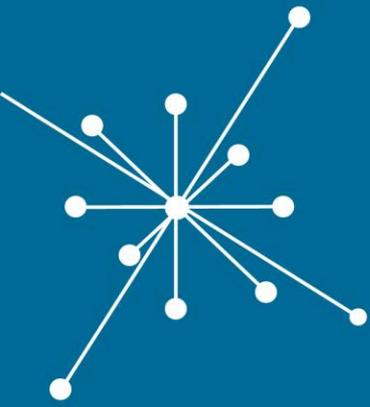


Preparem-se para  
um teste rápido  
de habilidades...

AZUL AMARELO LARANJA  
PRETO VERMELHO ROXO  
ROXO VERDE VERMELHO  
AMARELO LARANJA AZUL  
PRETO AZUL VERMELHO  
AMARELO VERDE ROXO  
LARANJA PRETO VERDE



# FORMAS DE VISÃO E ILUSÕES VISUAIS



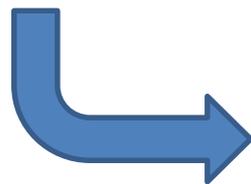
GRUPO DE  
**DOSIMETRIA  
DAS RADIAÇÕES**  
e FÍSICA MÉDICA

---

IFUSP - Instituto de Física da USP

# Formas de visão e ilusões visuais

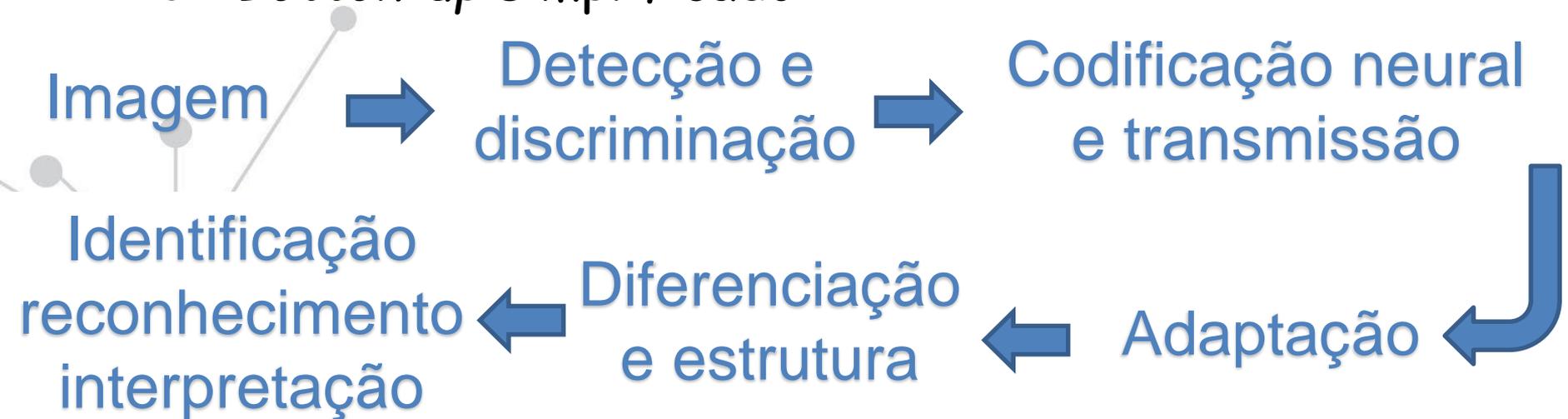
- Percepção visual
  - Teste: pense em uma cor e tente explicar aos colegas que cor é sem falar de coisas, objetos, etc. que tenham esta cor
  - Isso vale para todos os outros tipos de sensações (paladar, tato, olfato, audição ?)
  - Como os dados sensoriais são tratados pelo sistema nervoso antes de se tornarem uma percepção consciente?



Neurociência

# Formas de visão e ilusões visuais

- Percepção visual
  - Psicofísica: estudo da resposta dos organismos submetidos a estímulos
    - Estudo de mecanismos de respostas a estímulos limítrofes de detecção
    - Importante para o estudo de imagens médicas
  - *Botton-up* simplificado



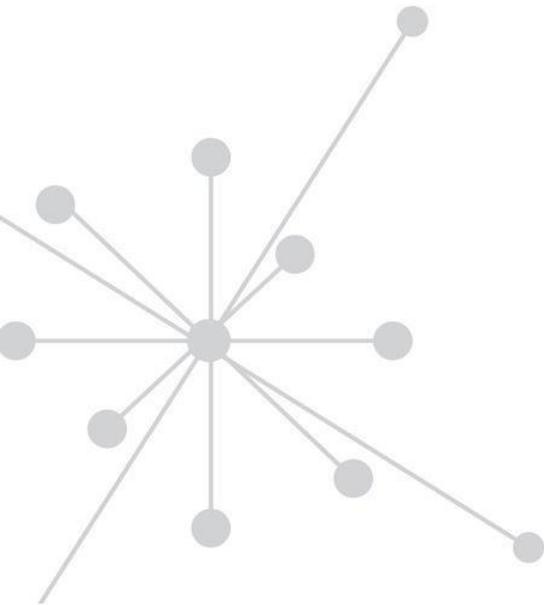
# Formas de visão e ilusões visuais

- Percepção visual
  - Decomposição da imagem óptica
    - Ambiente → diferenças em luminosidade e cor
    - Contraste → pré-requisito para "ver" algo
    - Transmissão das imagens retina - córtex
      - Mapas abstratos complexos da imagem óptica
      - Células altamente especializadas no córtex
    - Alguns elementos perceptivos:

Luz - sombra - claridade - escuridão - brilho - contraste - cor - textura - linha - contorno - forma - orientação - profundidade - distância - tamanho - posição espacial - primeiro plano - fundo - movimento - direção - velocidade - mudanças temporais etc.....

# Formas de visão e ilusões visuais

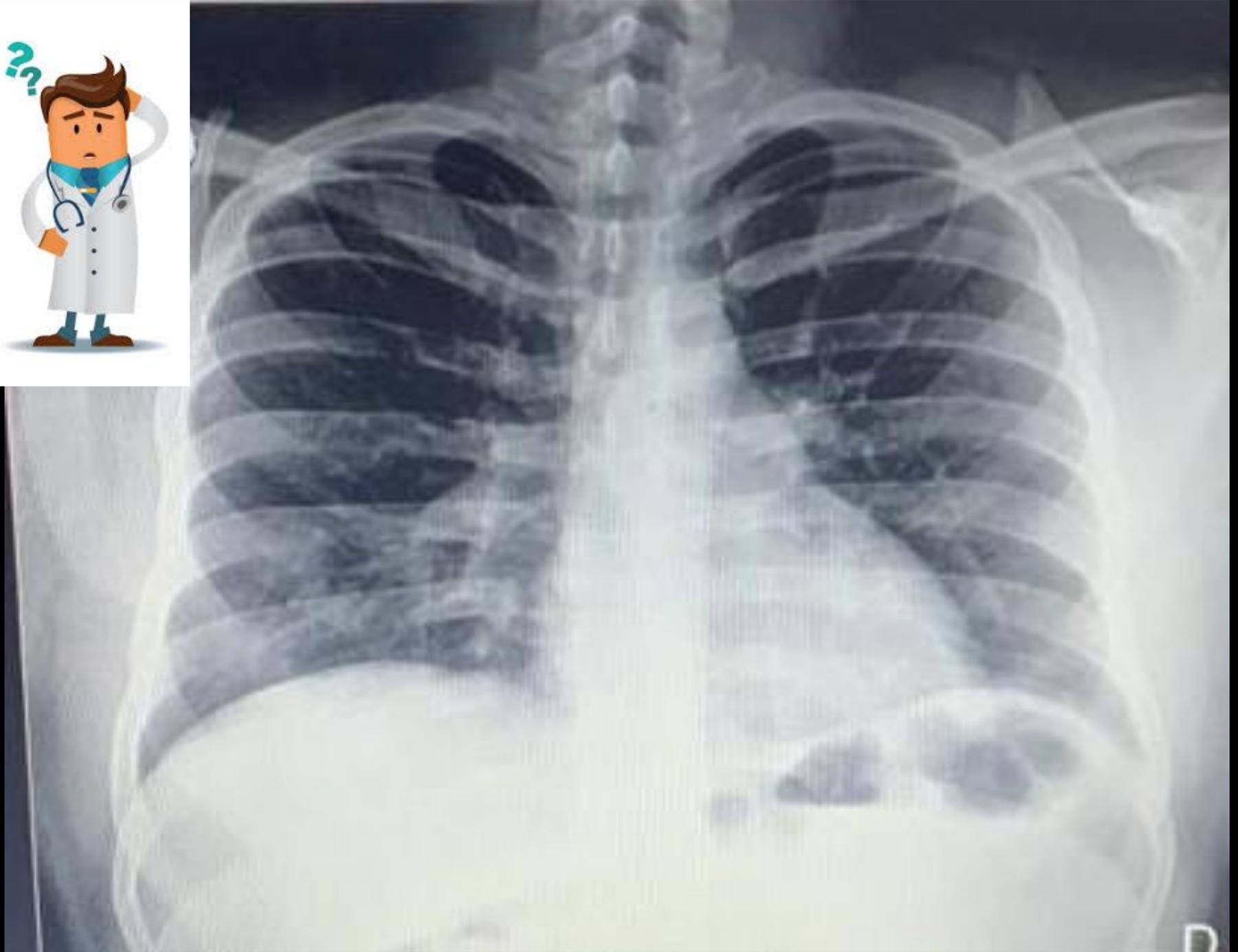
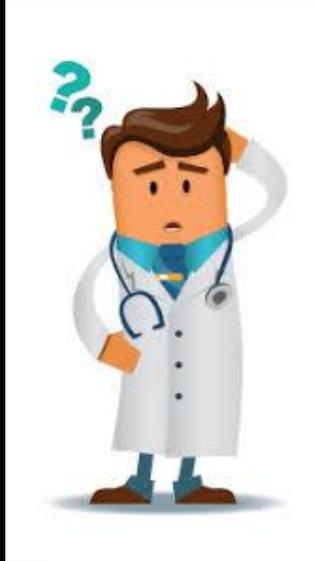
- Percepção visual
  - Visão de formas
    - Separação figura-fundo
      - Mimetismo → imitação de outro ser
      - Camuflagem → semelhança ao ambiente

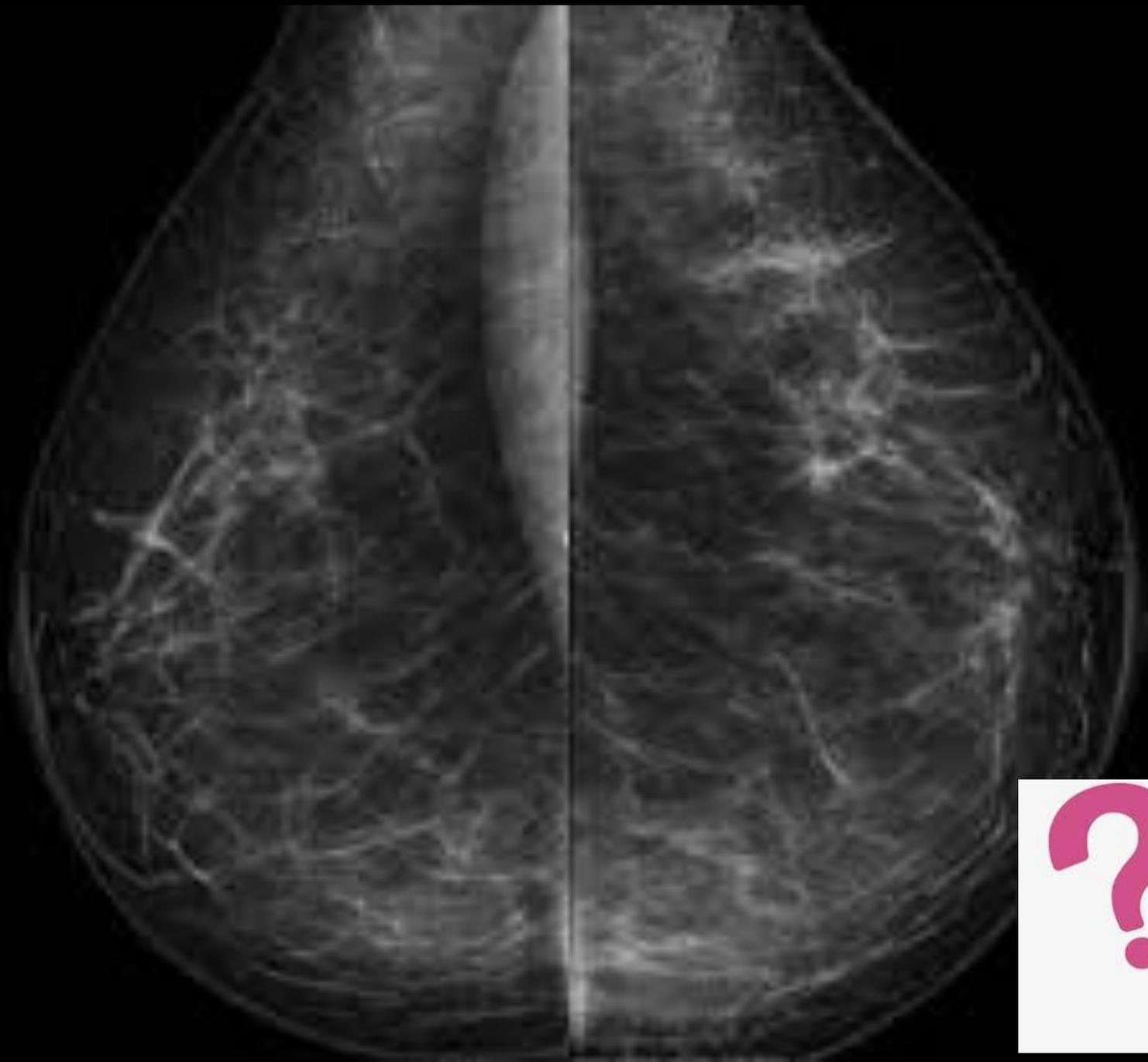


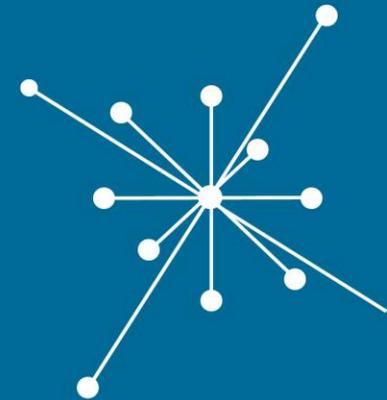




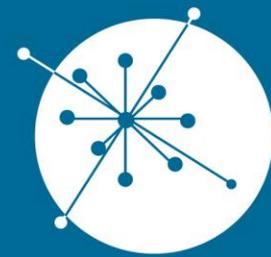
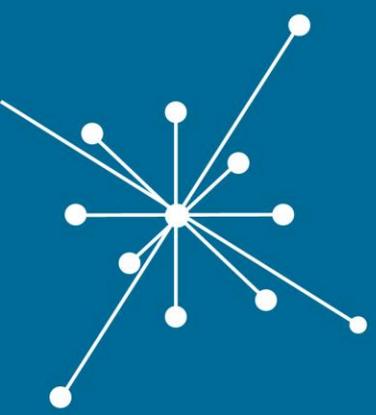








# CONTRASTE E NITIDEZ



GRUPO DE  
**DOSIMETRIA  
DAS RADIAÇÕES**  
e FÍSICA MÉDICA

---

IFUSP - Instituto de Física da USP

# Contraste e Nitidez

Diferentes níveis de cinza



Grey Level 150

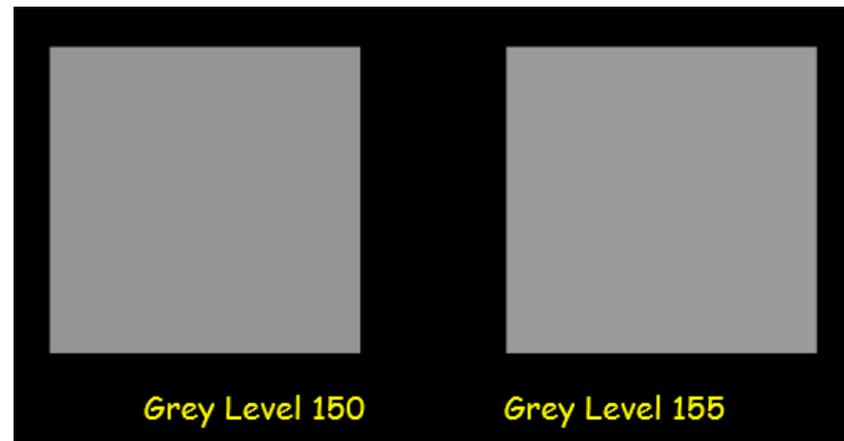


Grey Level 155

Por que não há contraste?

# Contraste e Nitidez

- Porque a percepção de contraste muda quando as regiões estão em contato?



- **Banda de Mach:** ilusão de ótica que amplifica o contraste na interface

# Contraste e Nitidez

- Banda de Mach



# Bandas de Mach

Ver também: <https://www.youtube.com/watch?v=4ZEn7QUqKIM>

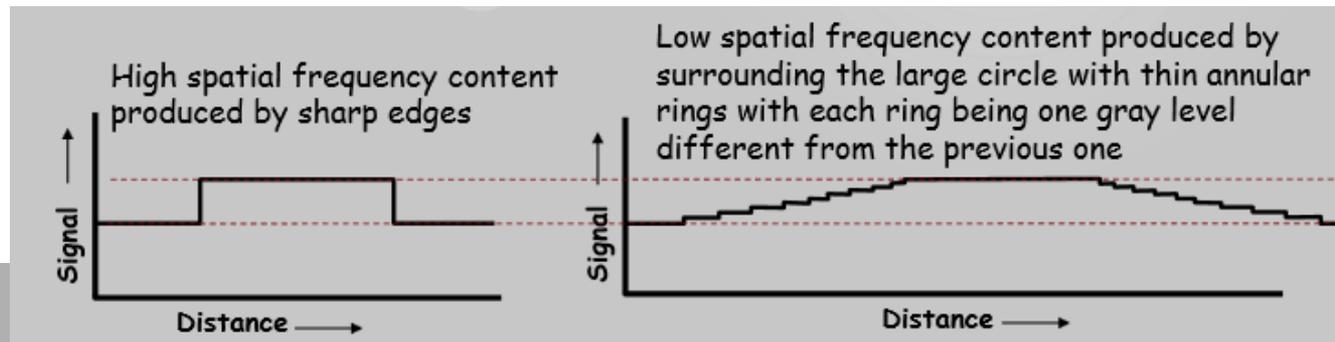
# Percepção de Contraste - Resolução



# Percepção de Contraste - Resolução

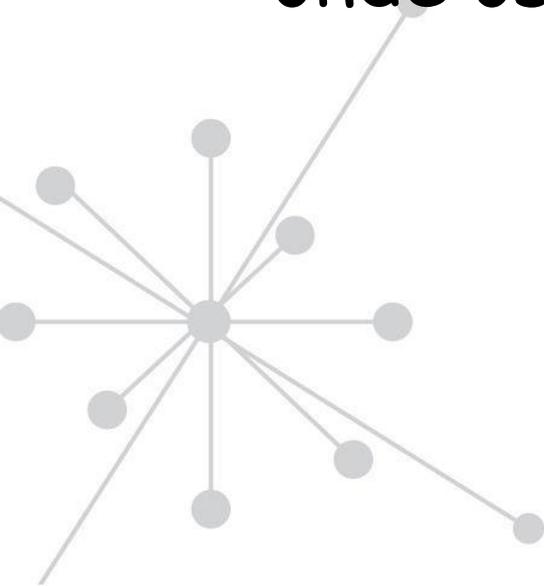


# Percepção de Contraste - Resolução



# Formas de visão e ilusões visuais

- Percepção visual
  - Ilusões visuais
    - Imagens neurais → interpretação
    - Processamentos: visual → cognitivo
    - Ajudam na investigação de áreas cerebrais onde os estímulos são percebidos

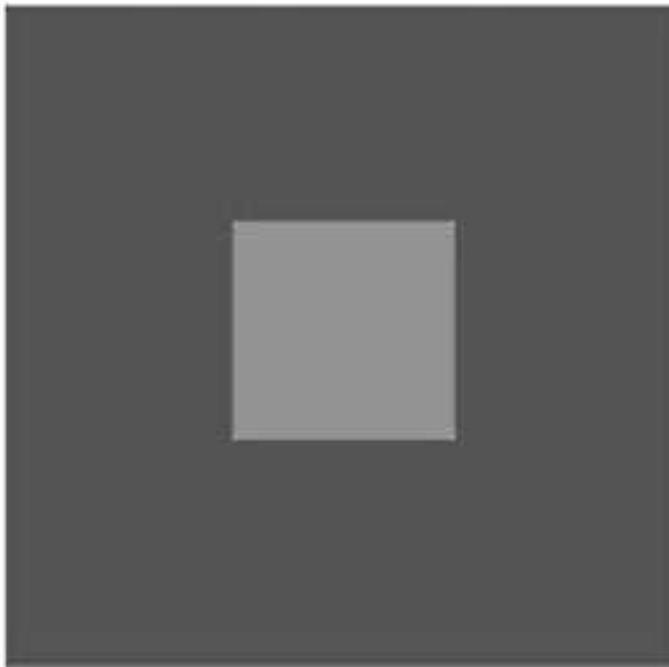




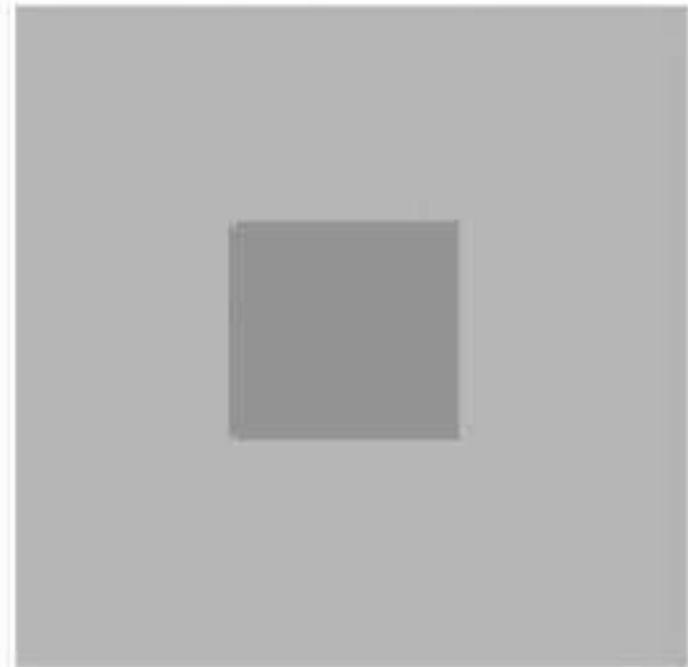
GRUPO DE  
**DOSIMETRIA  
DAS RADIAÇÕES**  
e FÍSICA MÉDICA

IFUSP - Instituto de Física da USP

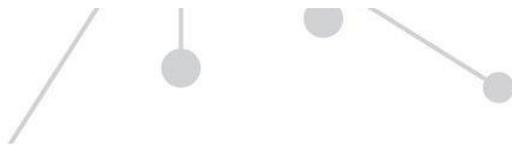
**Quadrado central  
parece mais claro**

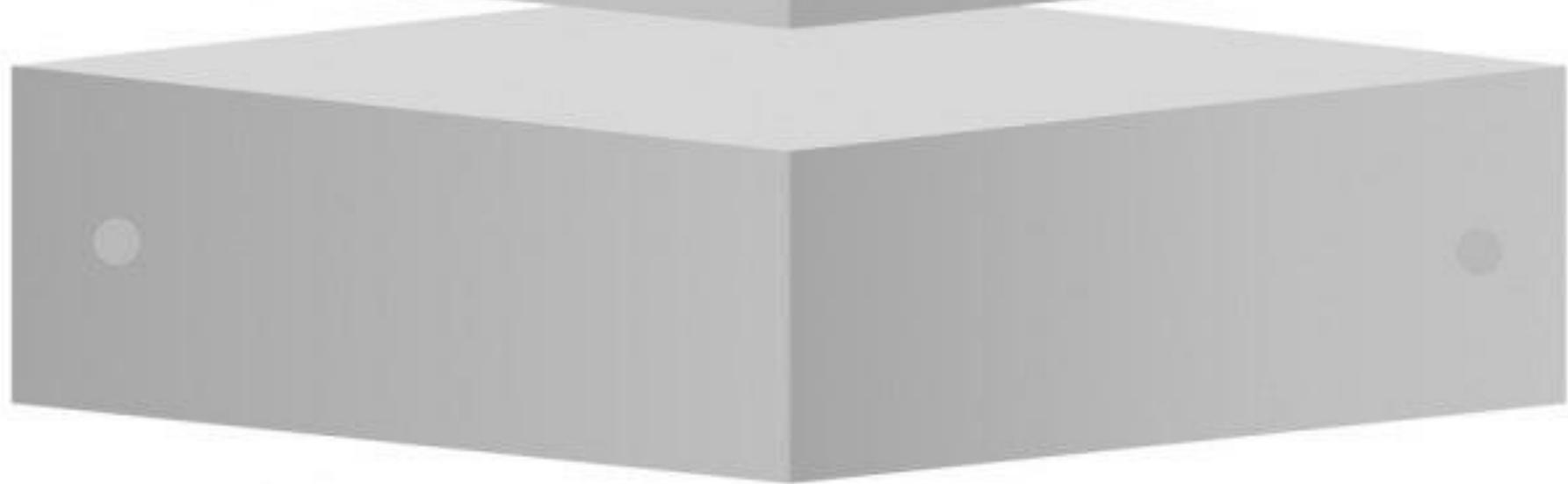
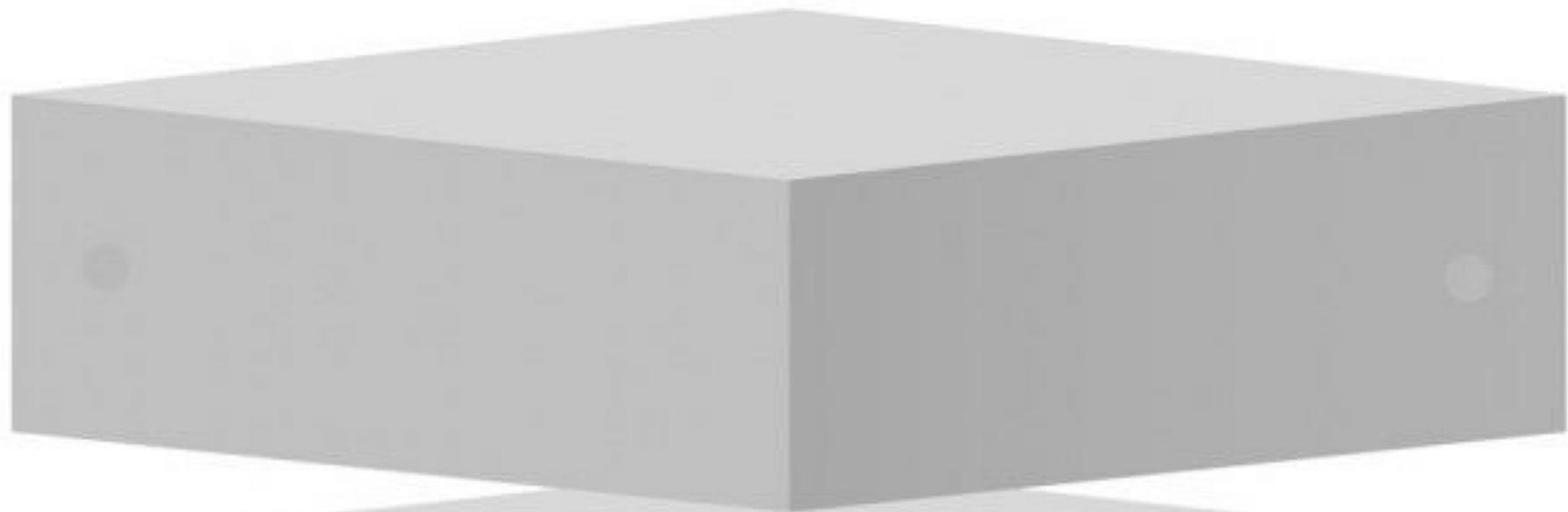


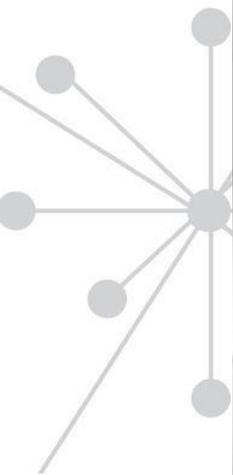
**Quadrado central  
parece mais escuro**



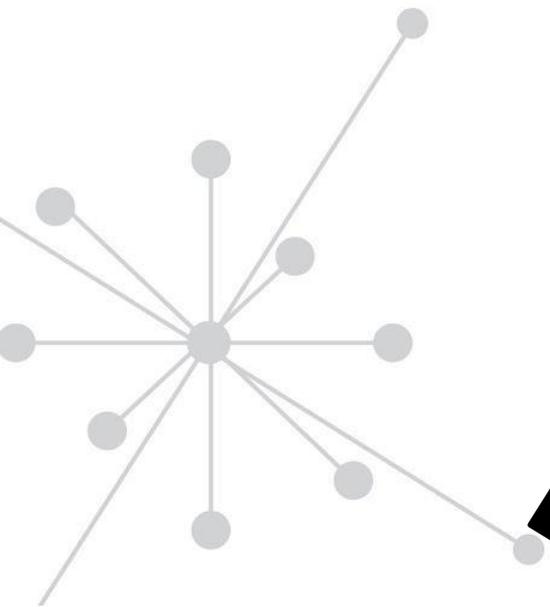
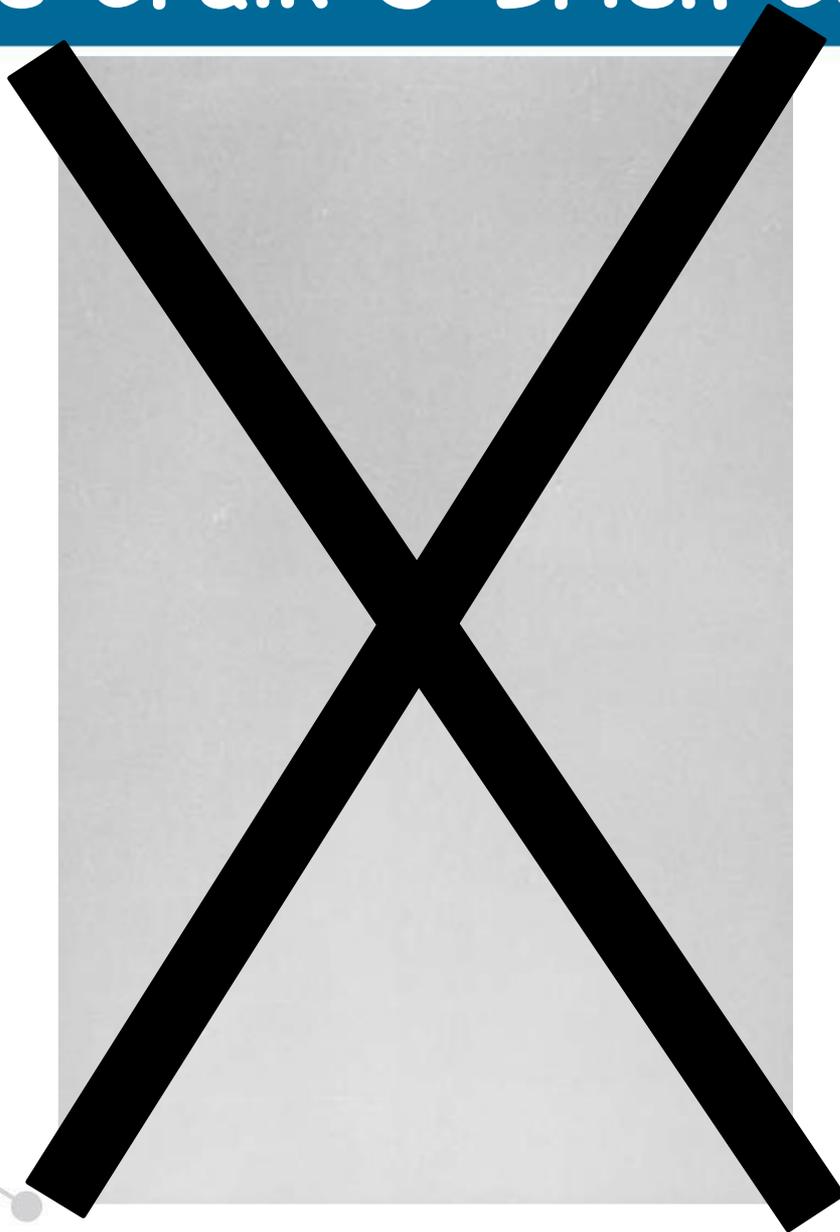
**Os quadrados centrais são iguais em tamanho e valor tonal**







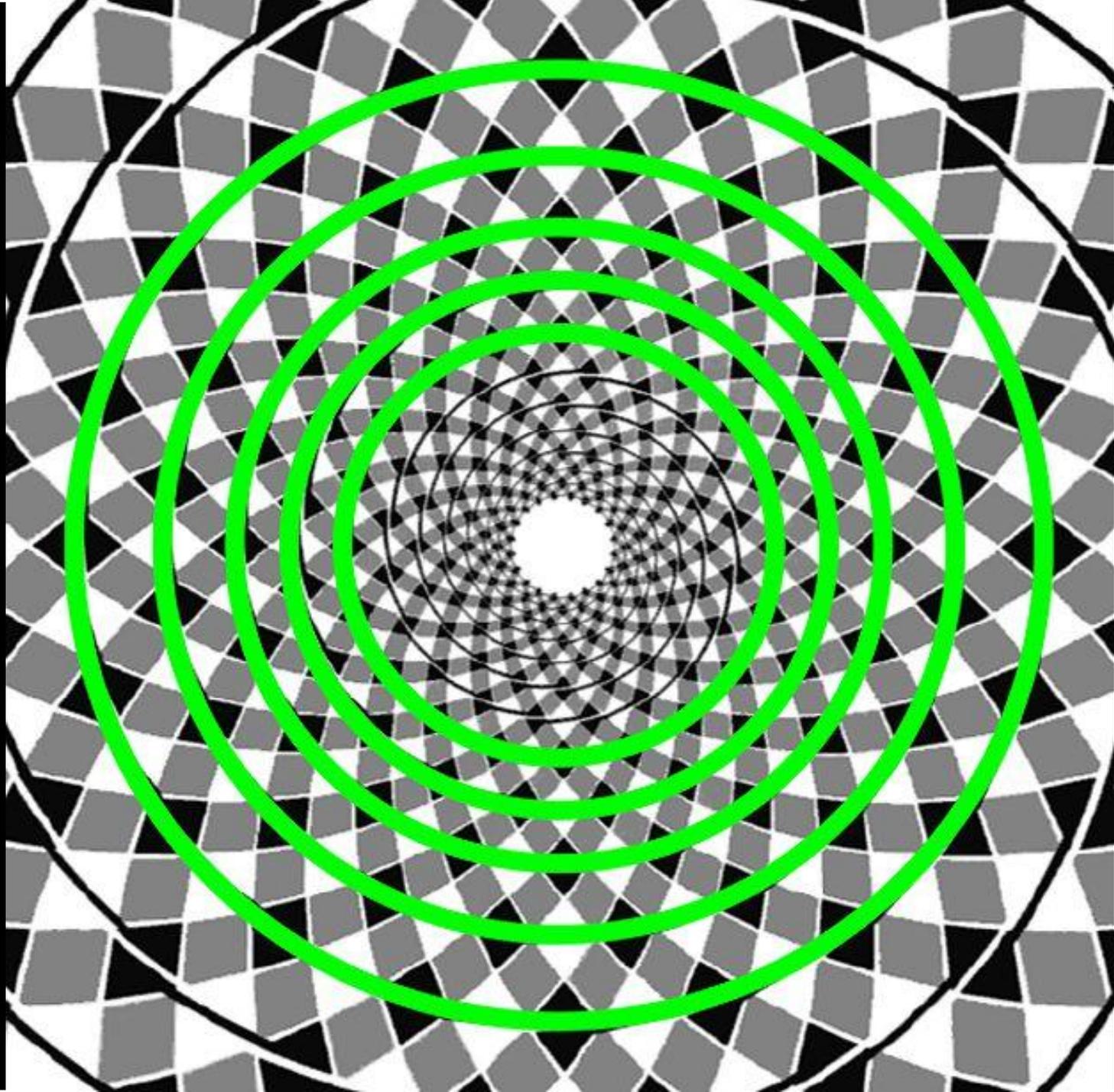
# Ilusão de Craik-O'Brien-Cornsweet



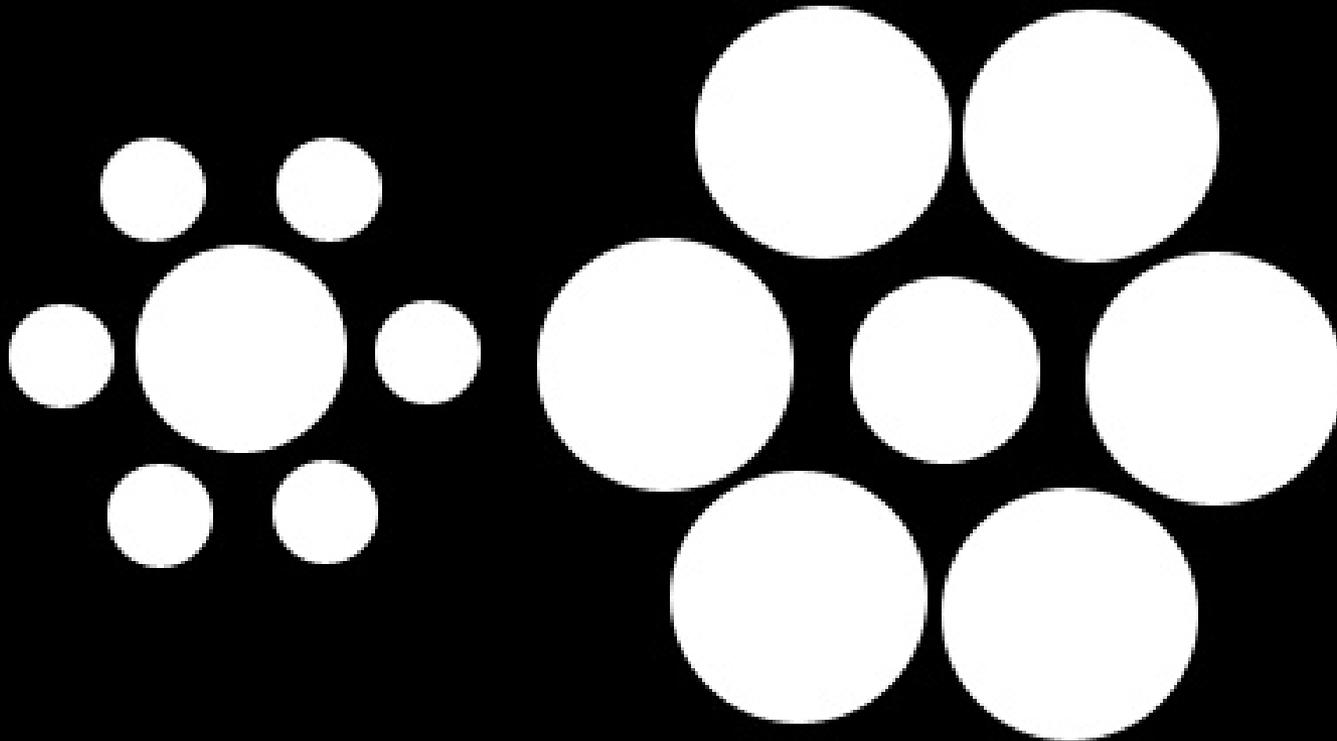
# Ilusão de Zöllner



Ver também: <https://www.youtube.com/watch?v=4ZEn7QUqKIM>



# Ilusão de Ebbinghouse

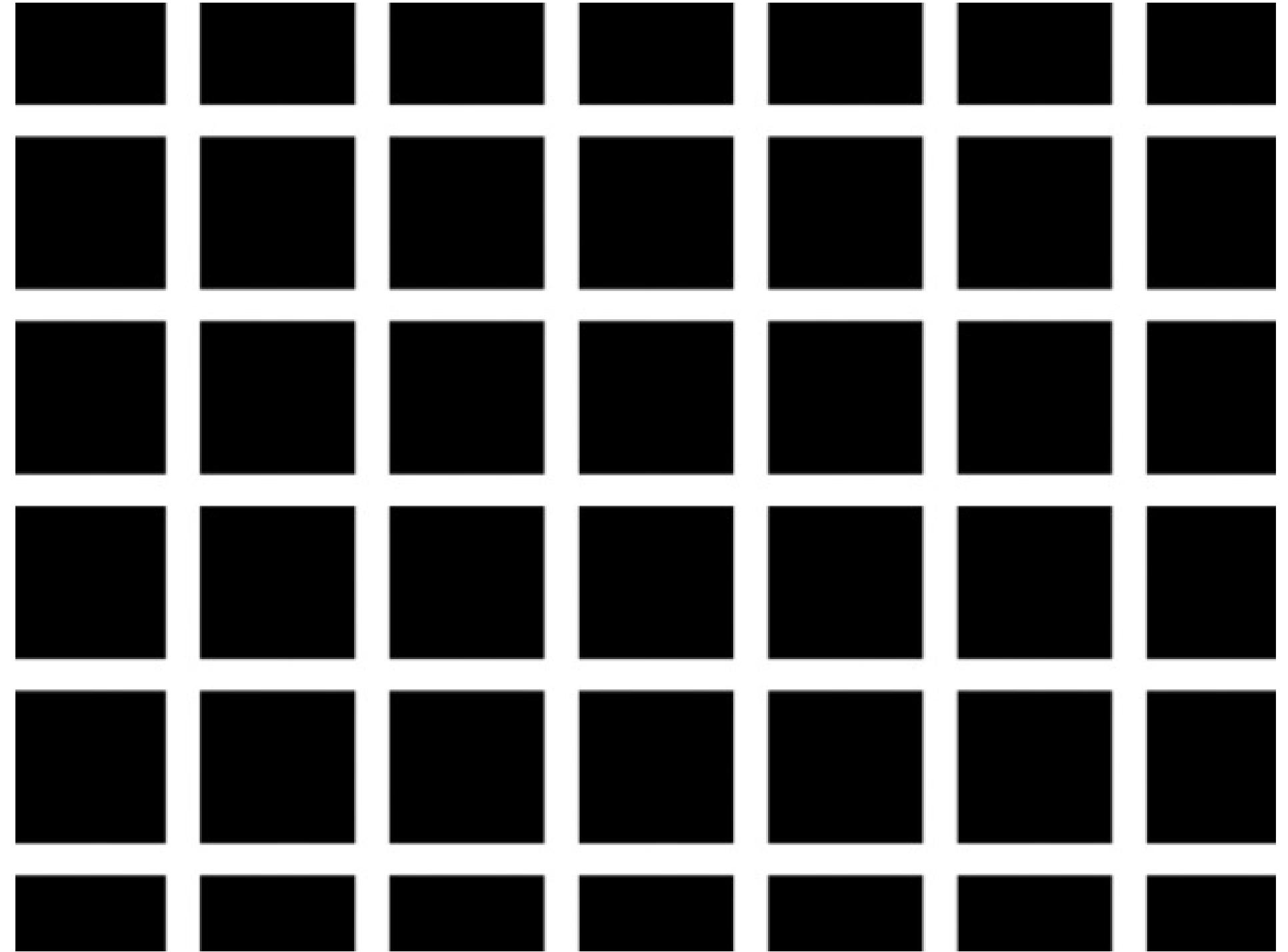


©JD LEMTO 2000

Veja também: <https://www.illusionsindex.org/ir/ebbinghaus-illusion> M

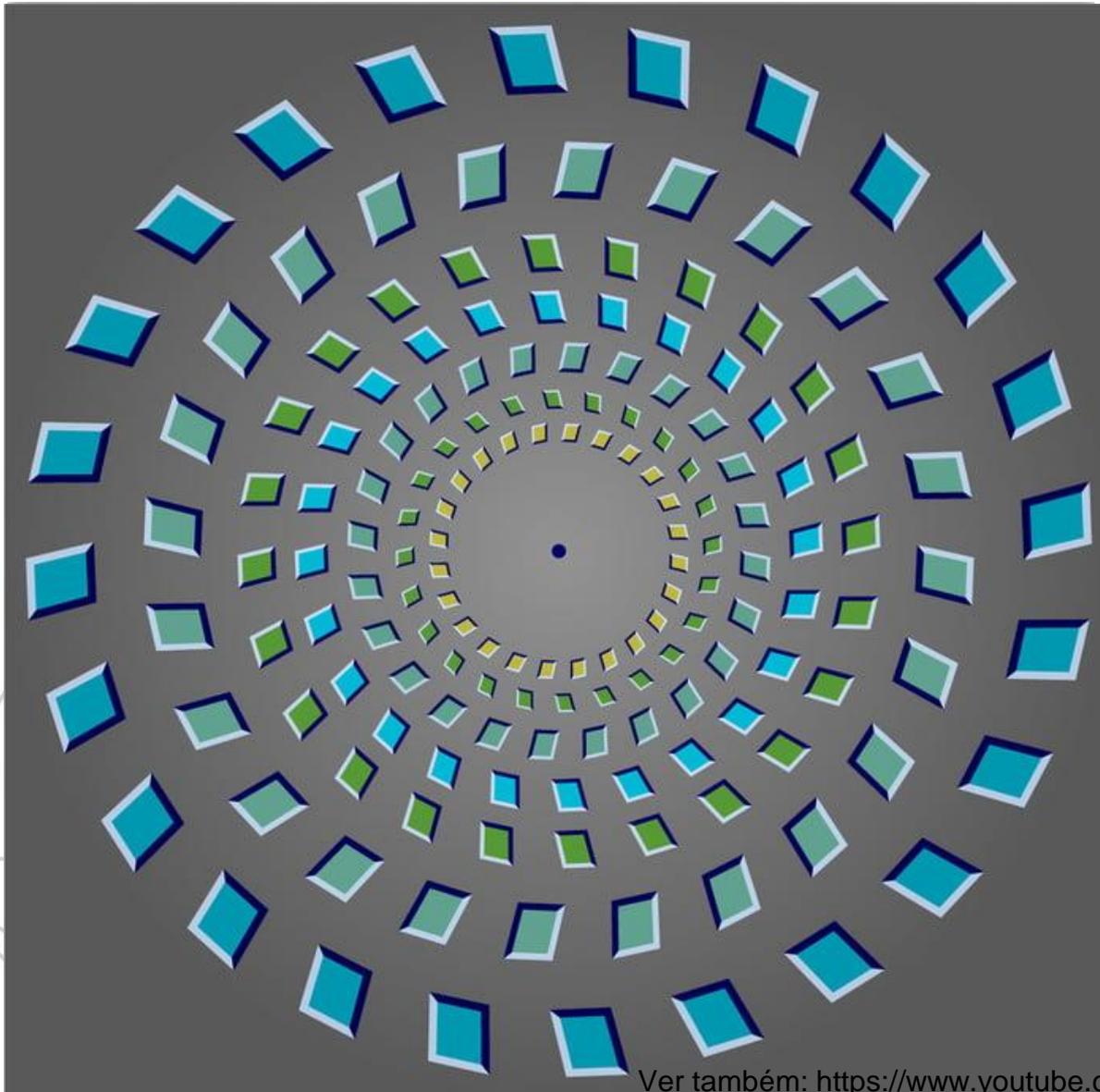
# Ilusão de Perspectiva

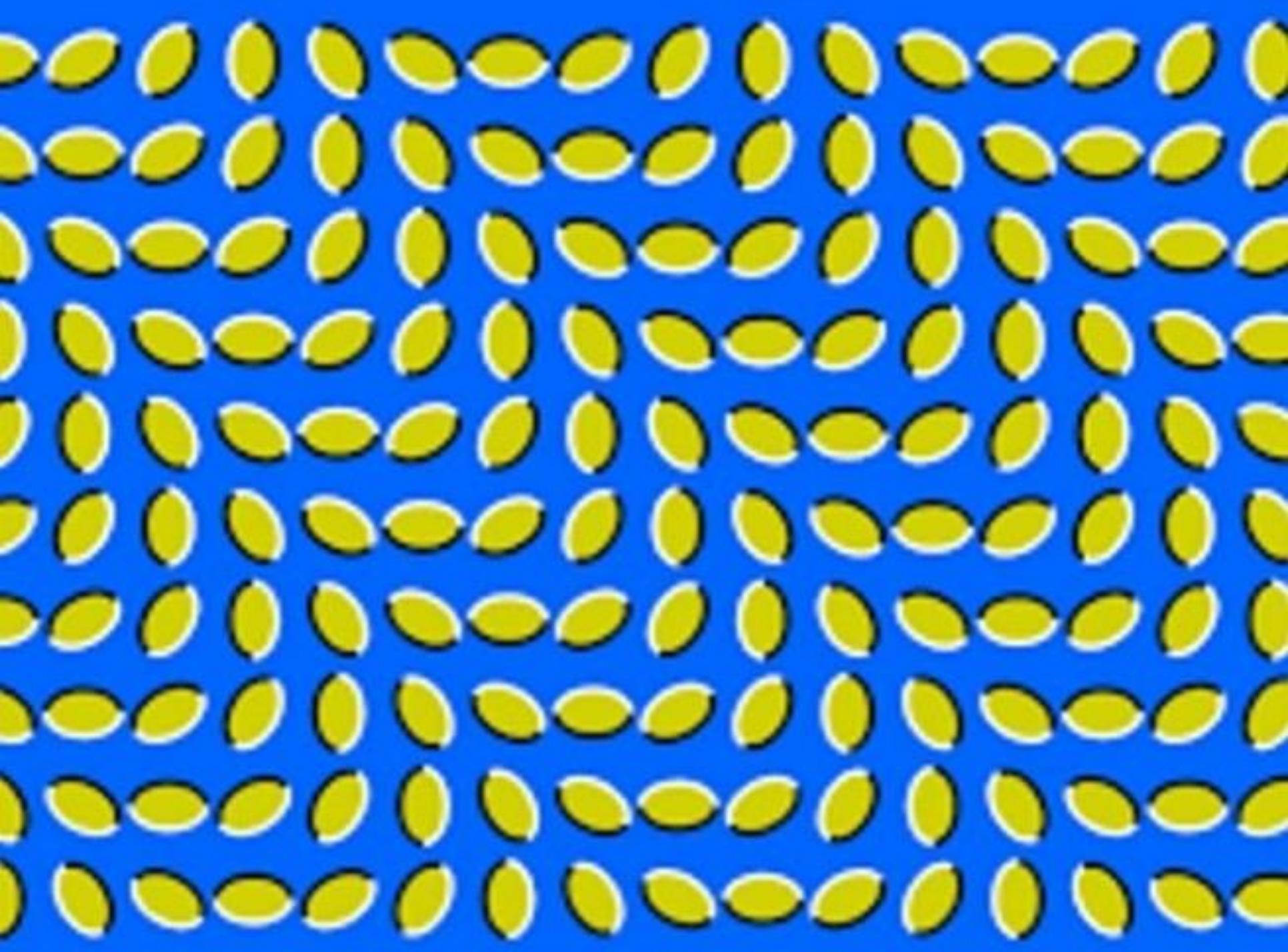


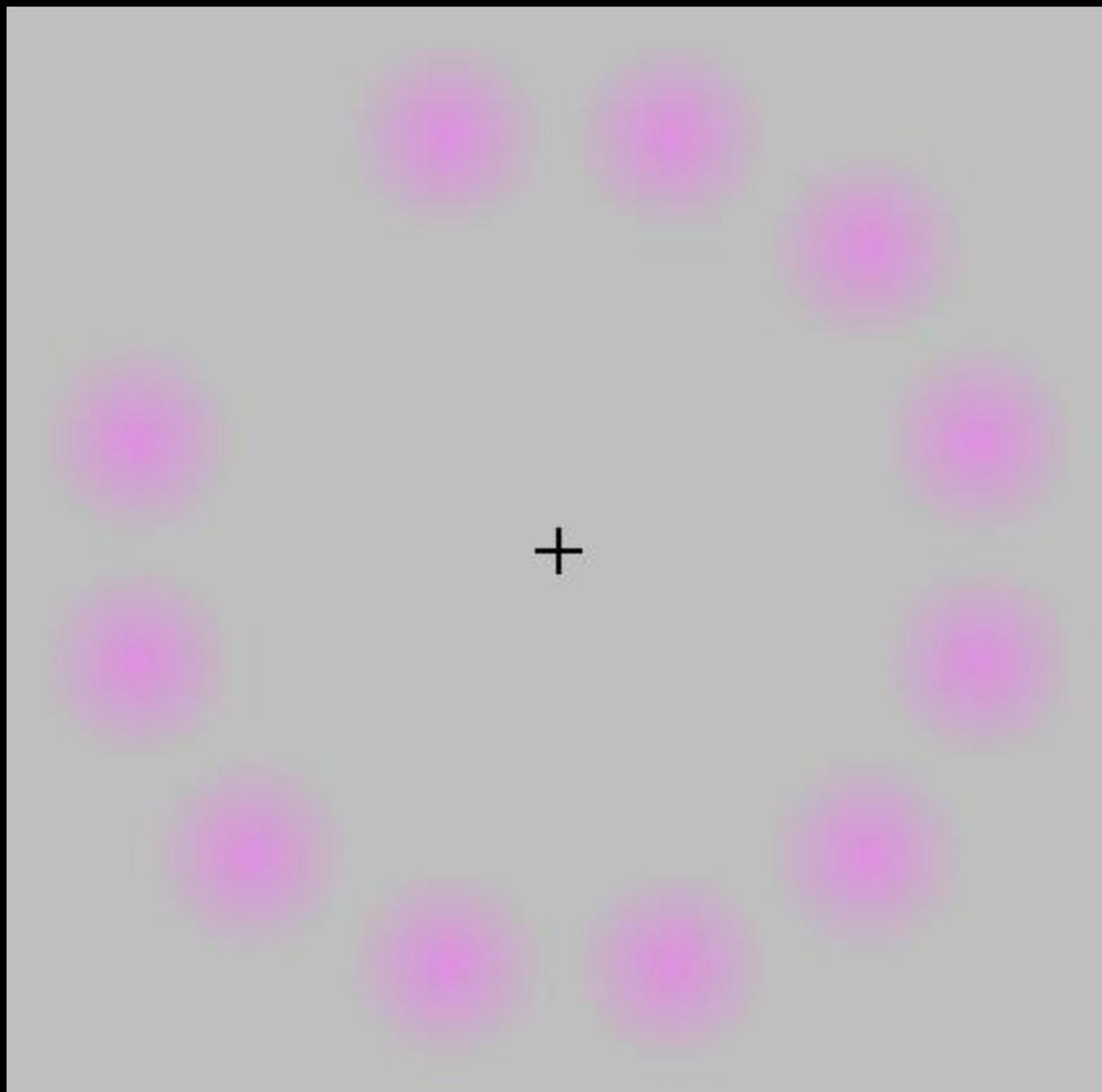


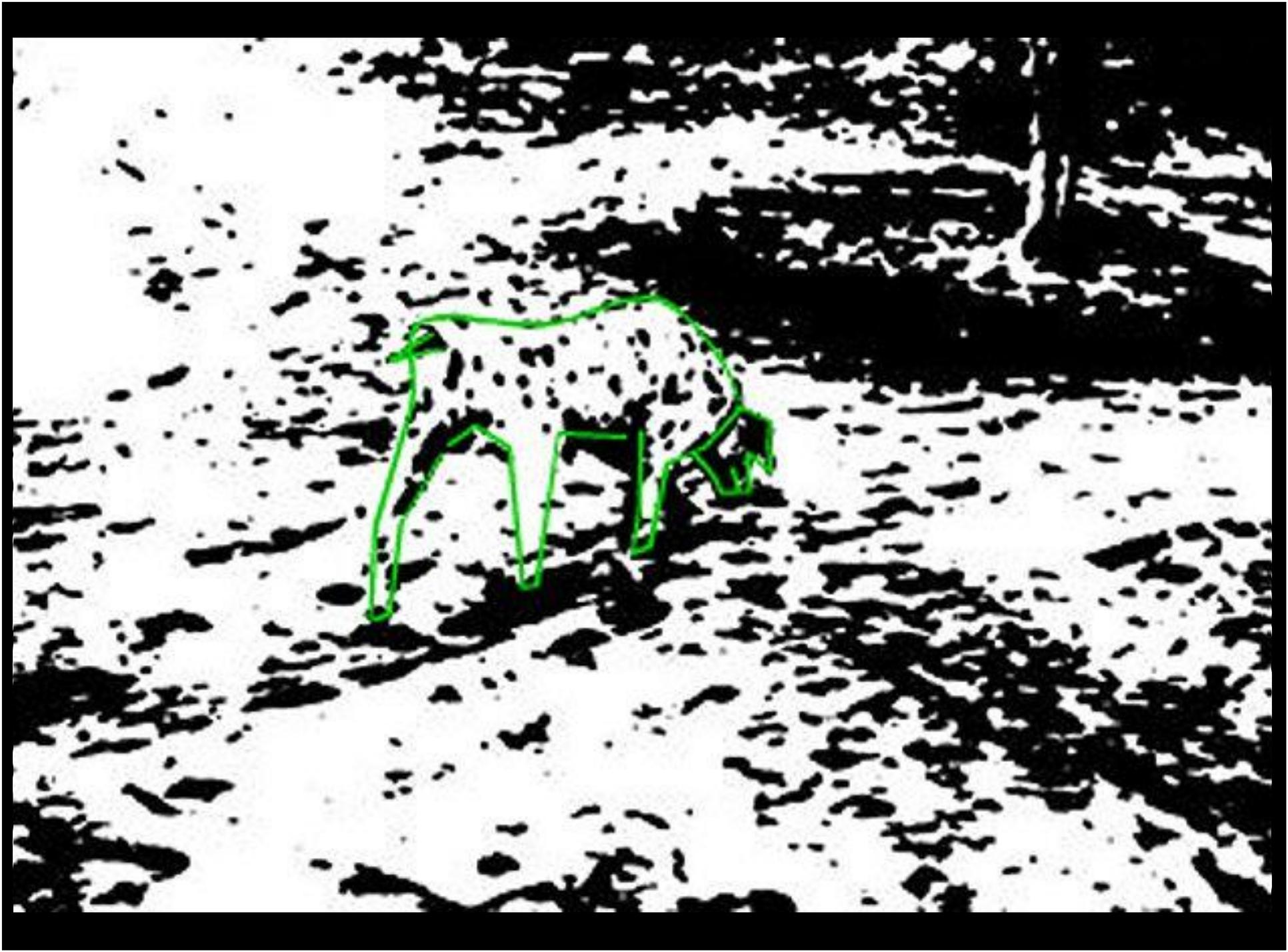


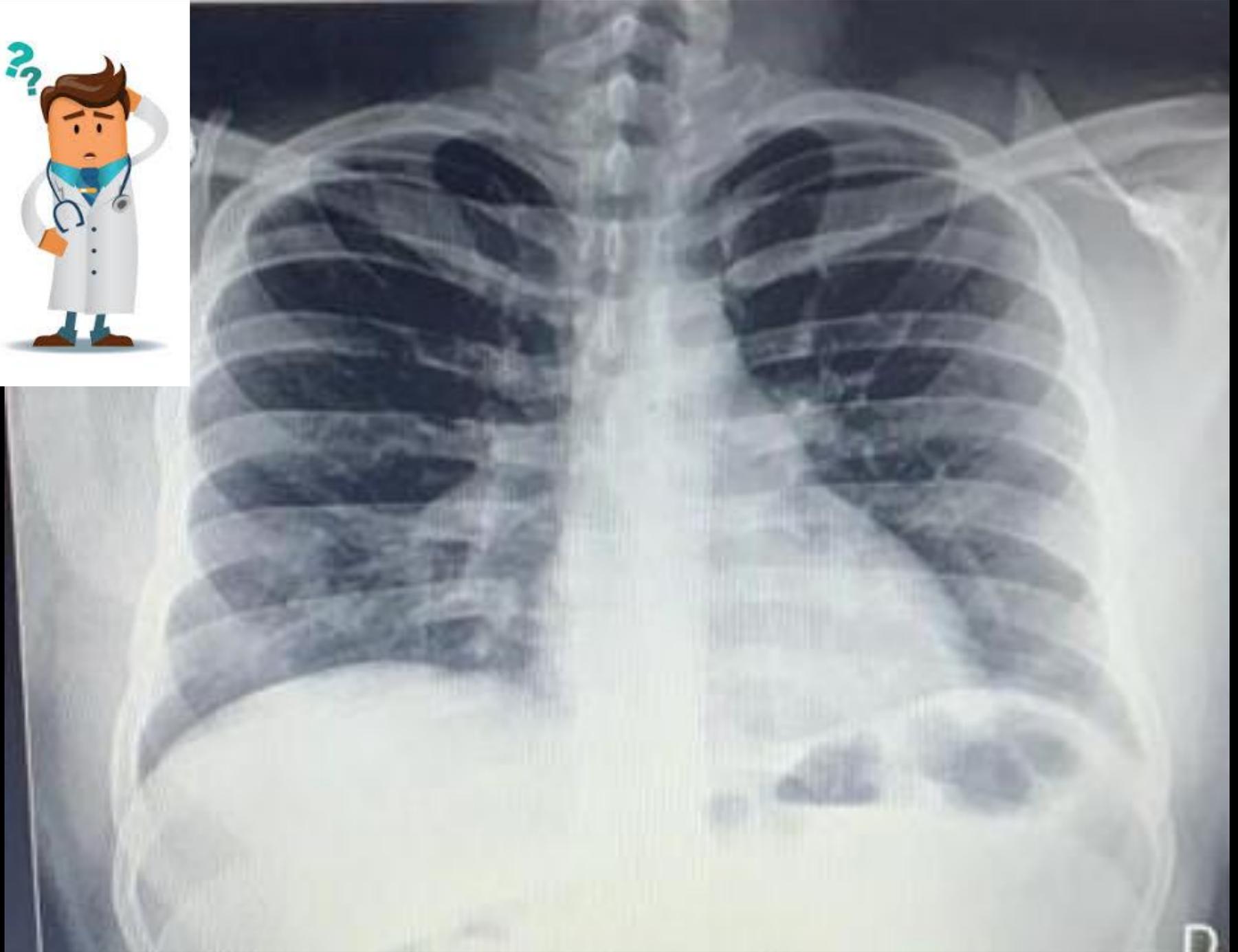
# Ilusão de Pinna

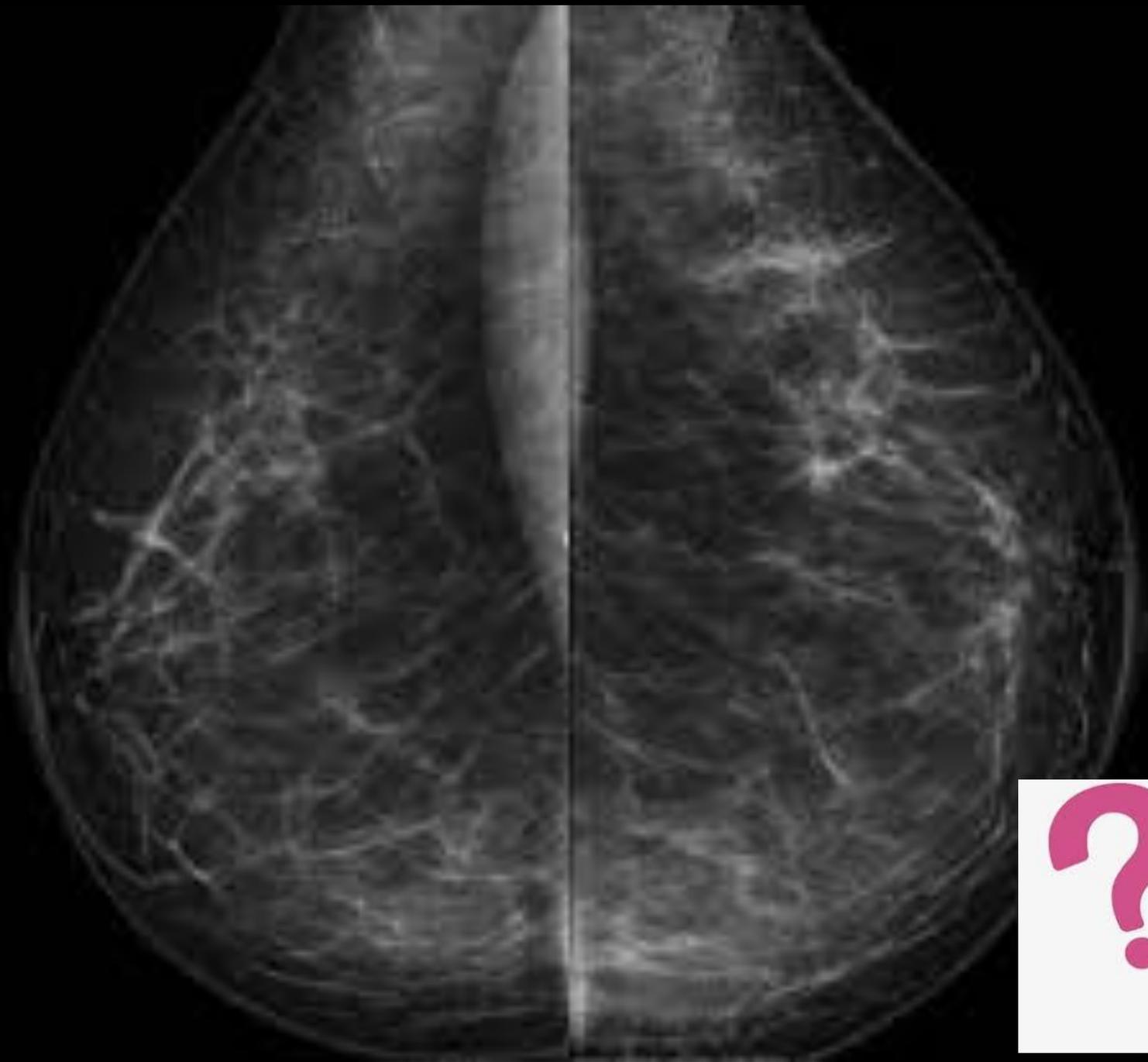










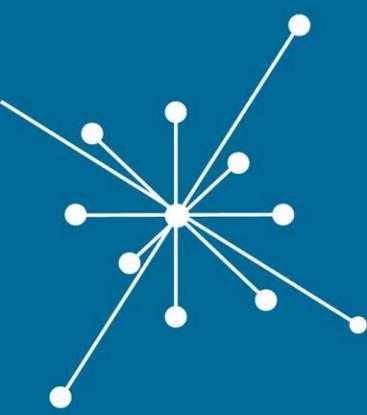
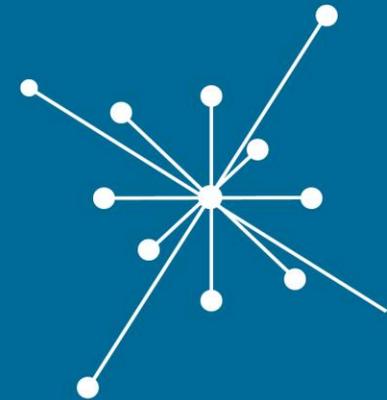


Detectar não é o único critério importante



Malígnico ou Benígnico?

# DESEMPENHO DO OBSERVADOR (CURVAS ROC)



GRUPO DE  
**DOSIMETRIA  
DAS RADIAÇÕES**  
e FÍSICA MÉDICA

---

IFUSP - Instituto de Física da USP

# Desempenho do observador

$$EXATIDÃO = \frac{TP + TN}{N}$$

SENSIBILIDADE (TPF)

ou  
FRAÇÃO DE  
VERDADEIROS  
POSITIVOS

$$TPF = \frac{TP}{TP + FN} \rightarrow \text{DOENTES}$$

ESPECIFICIDADE (TNF)

ou  
PROPORÇÃO DOS  
CASOS NEGATIVOS  
CORRETAMENTE  
IDENTIFICADOS

$$especificidade = 1 - FPF = \frac{TN}{TN + FP}$$

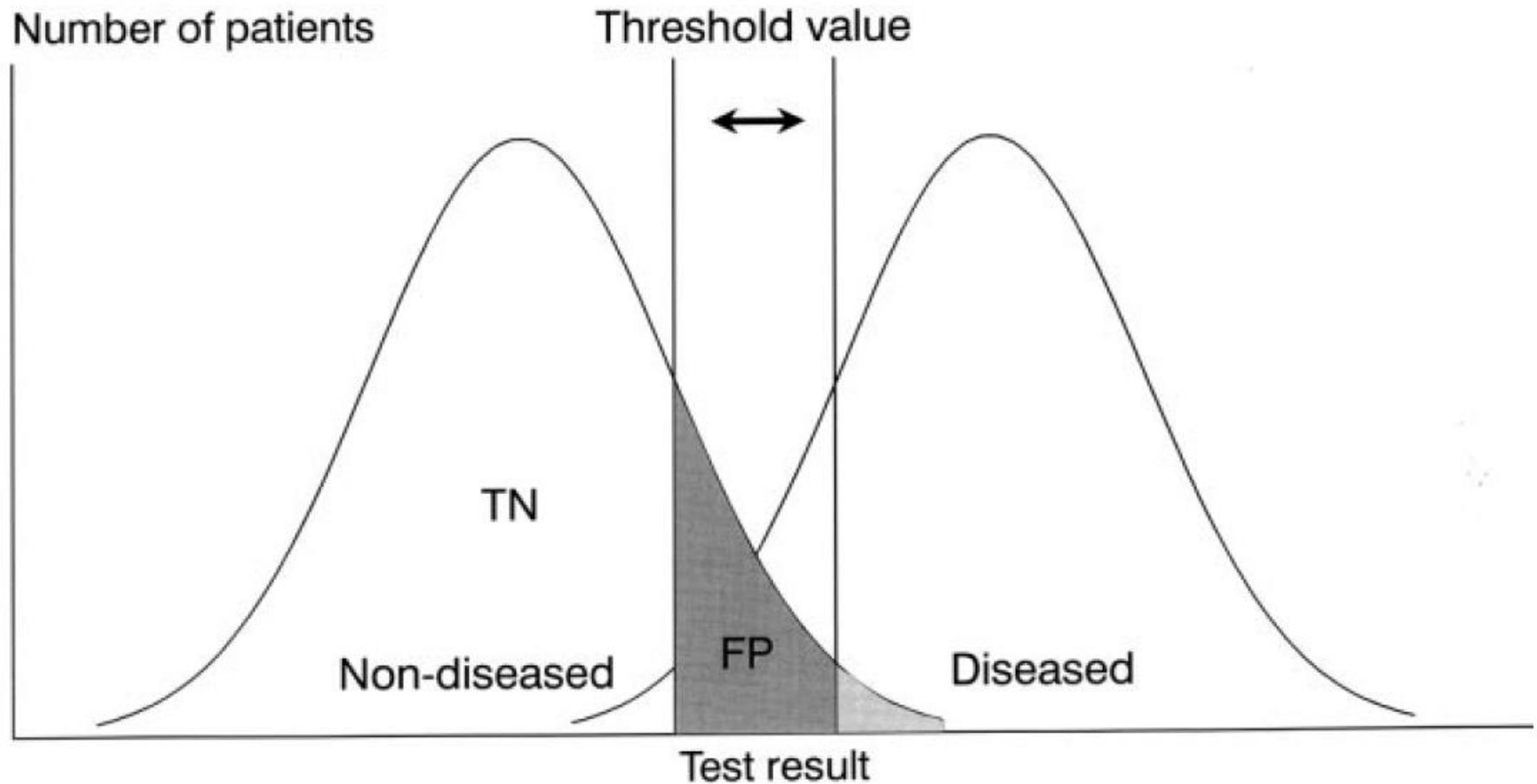
$$FPF = \frac{FP}{TN + FP} \rightarrow \text{SAUDÁVEIS}$$

$$TPF(\text{sensibilidade}) + FNF = 1 \quad FPF + TNF(\text{especificidade}) = 1$$

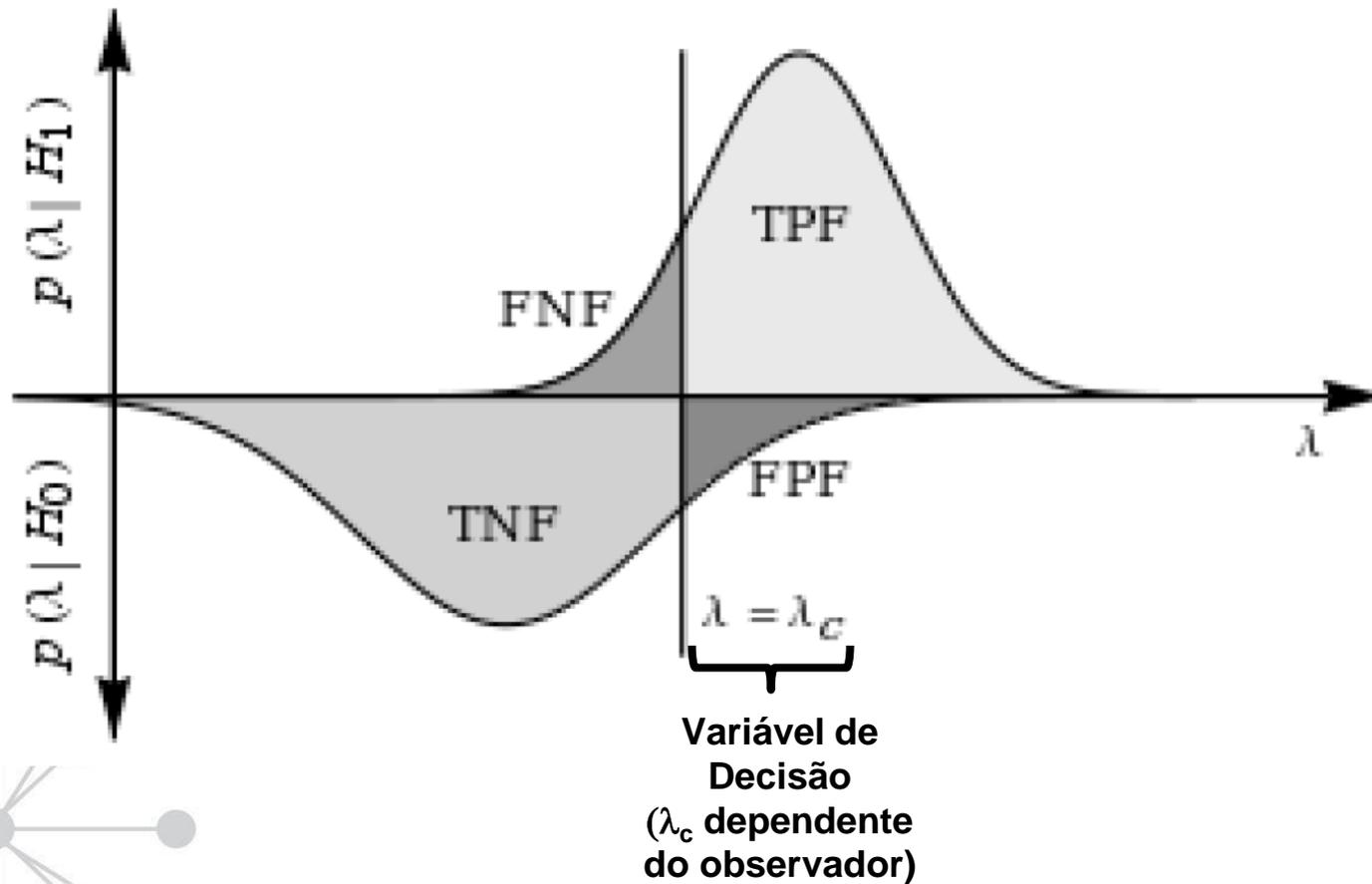
# Desempenho do observador

Influence of threshold on specificity

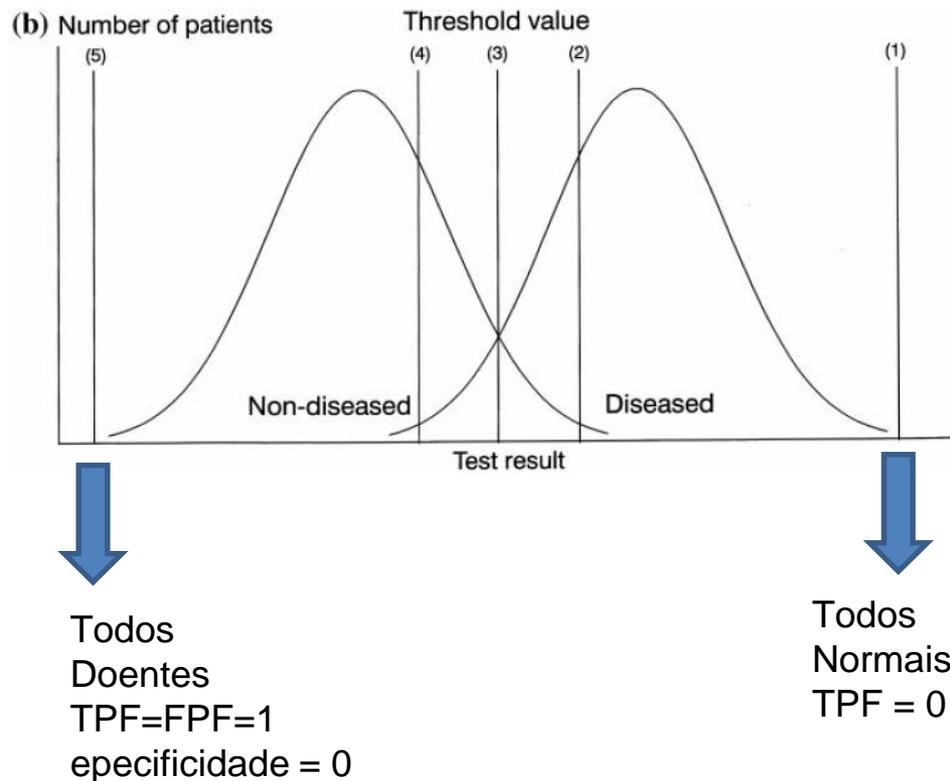
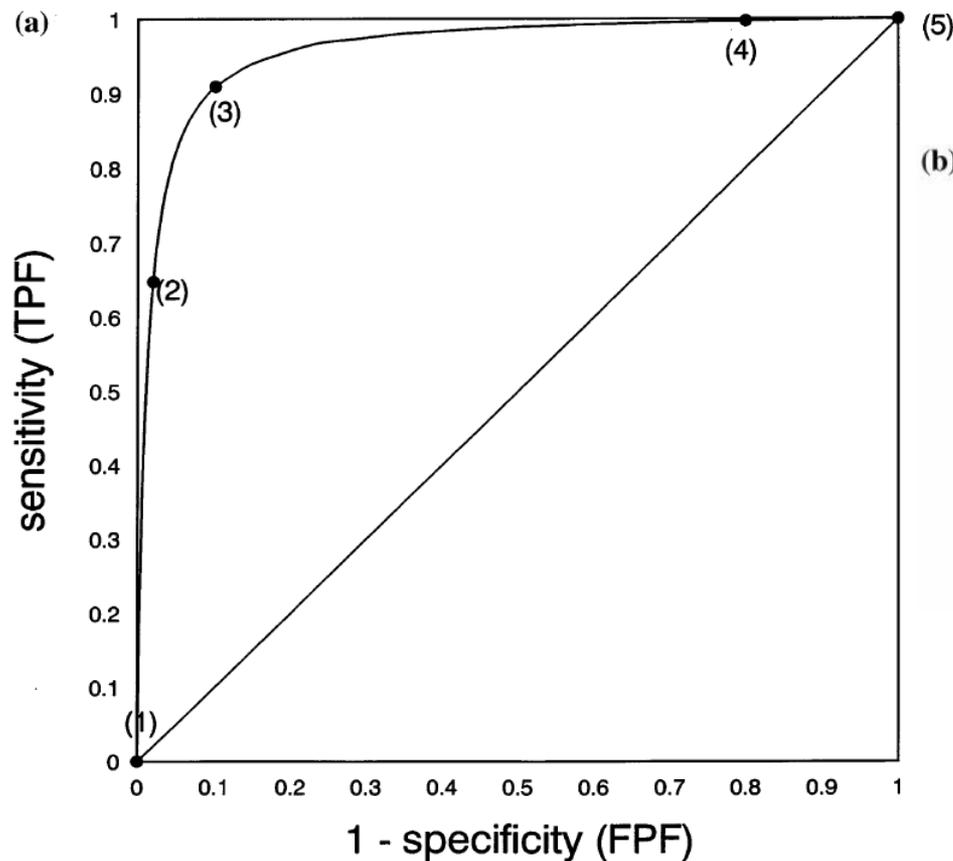
(b)



# Metodologia ROC



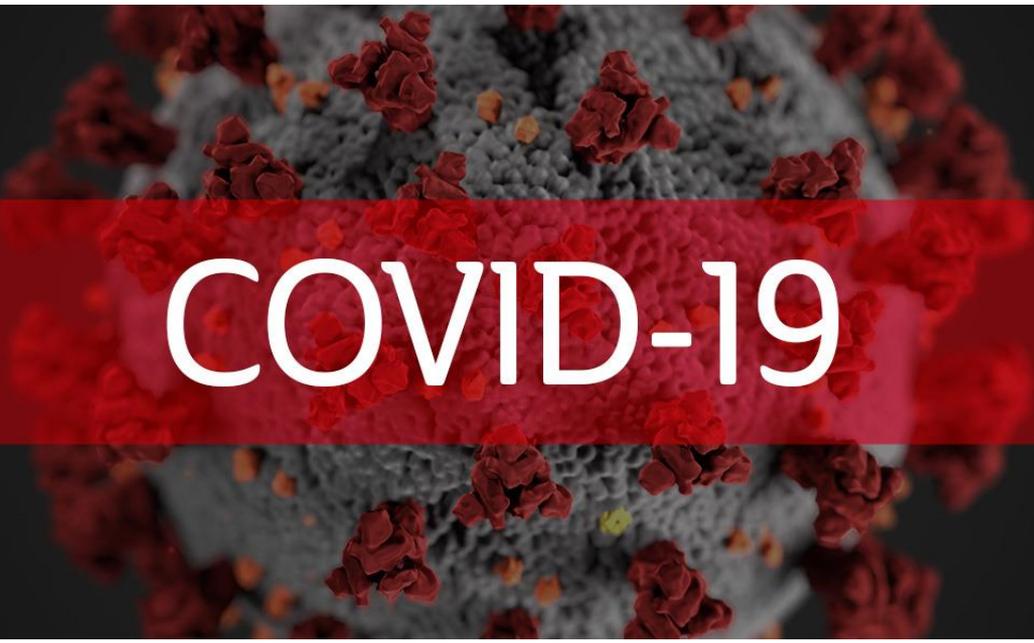
# Metodologia ROC



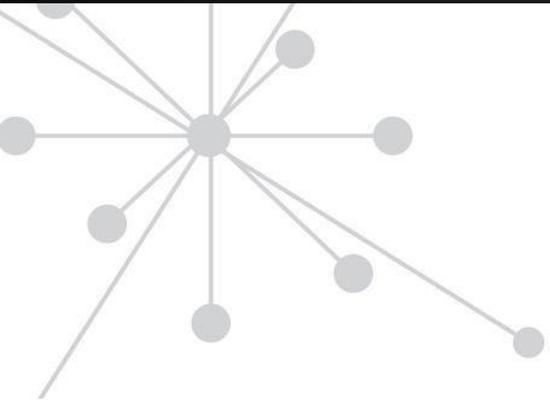
# Teste para COVID-19



IFUSP - Instituto de Física da USP

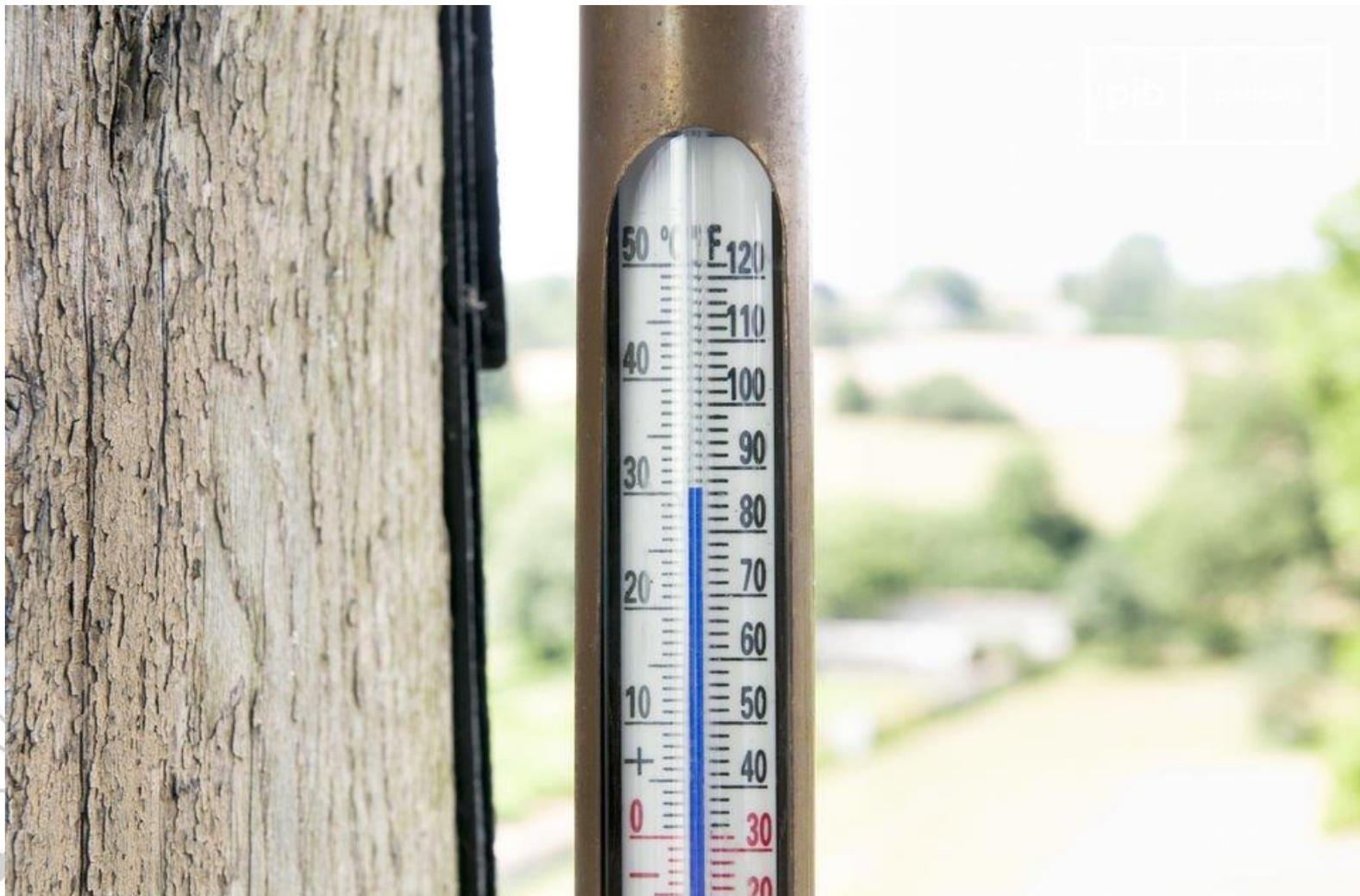
A detailed 3D rendering of a COVID-19 virus particle. The central core is a textured grey sphere, surrounded by a dense layer of red, crown-shaped surface proteins. The entire structure is set against a dark background with some faint orange and yellow particles.

# COVID-19

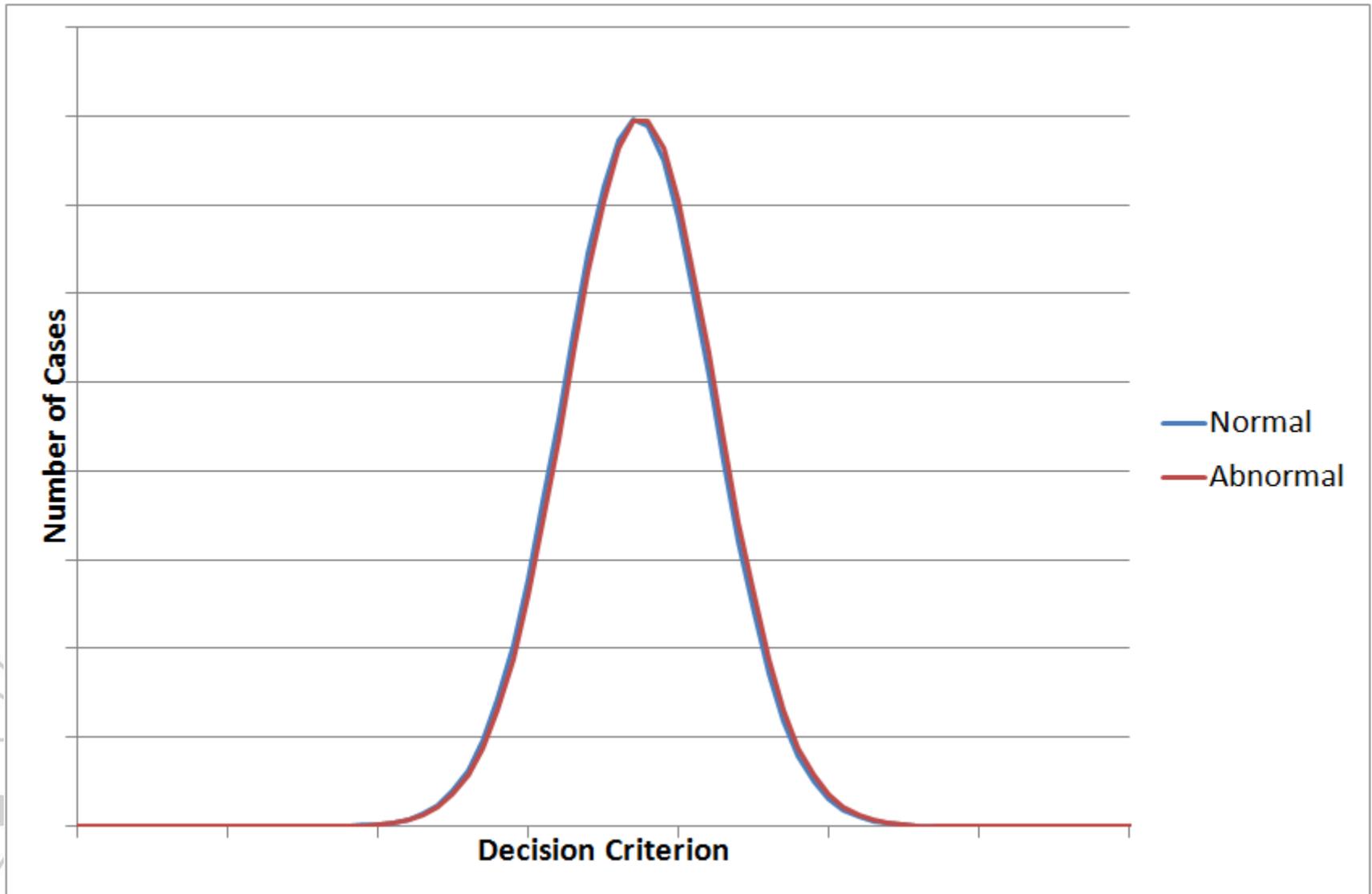
A decorative graphic in the bottom left corner featuring a central grey node connected to several other grey nodes by thin grey lines, forming a star-like network structure.

Cortesia: I.Sechopoulos – Radboud umc

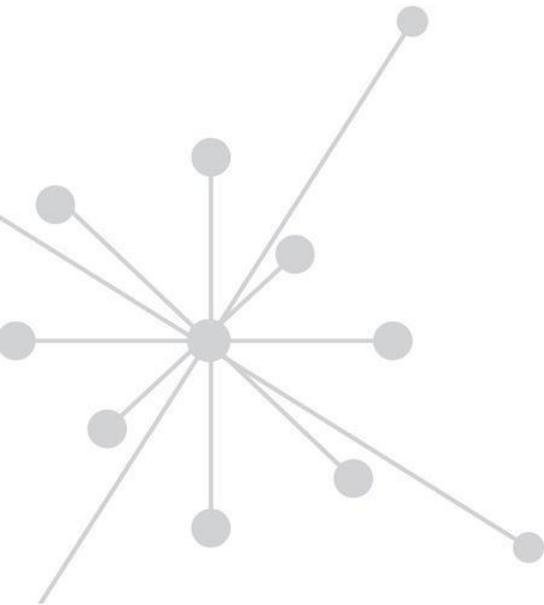
# COVID-19 Test: Temperature Outside

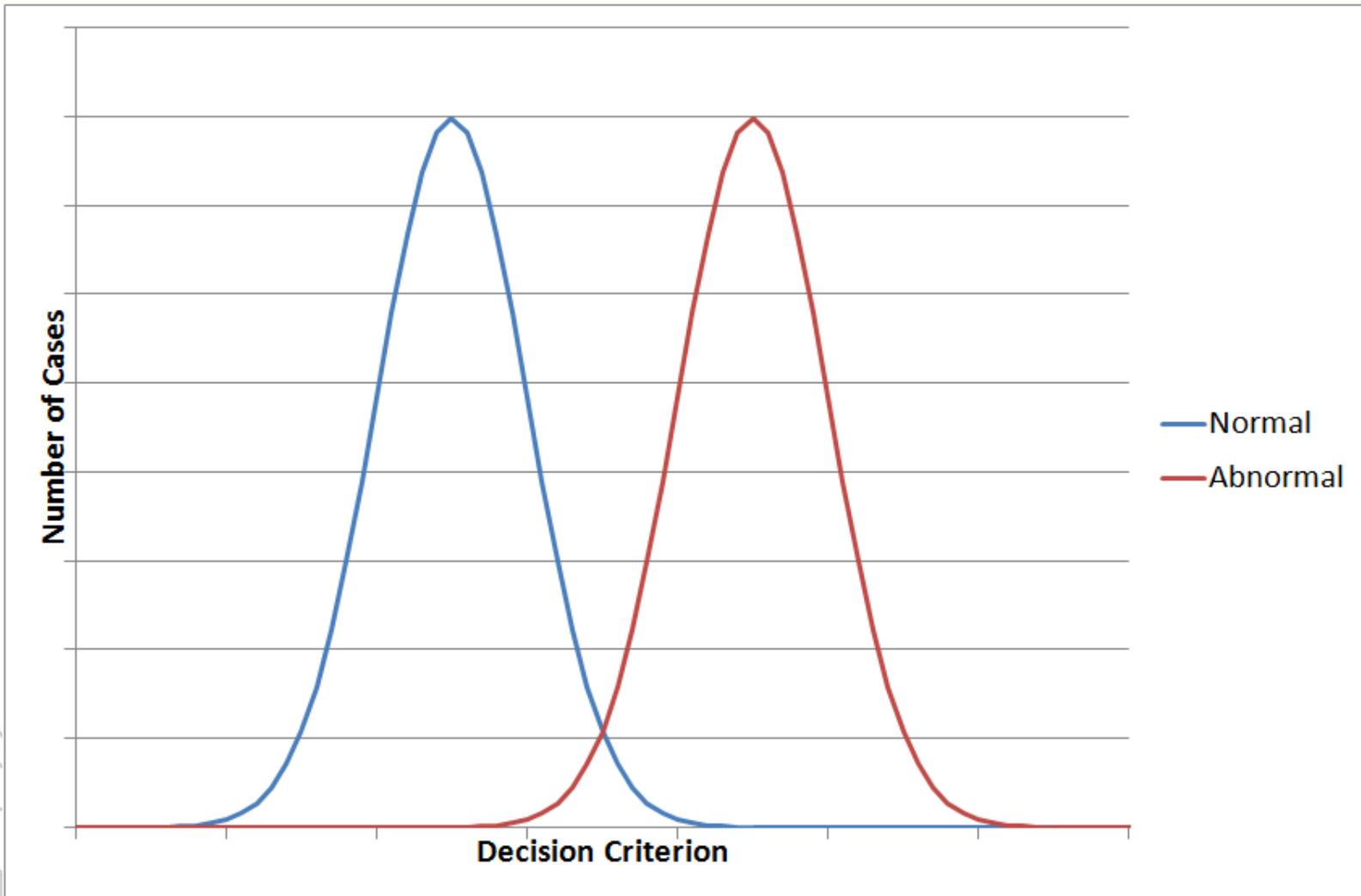


Cortesia: I.Sechopoulos – Radboud umc



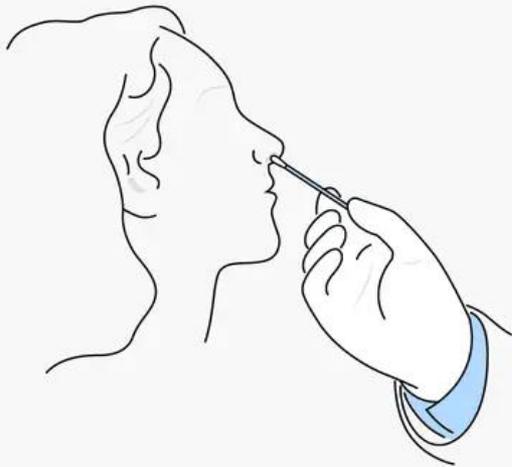
# COVID-19 Test: Patient Temperature



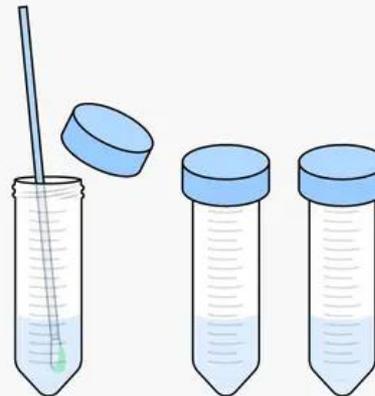


# COVID-19 Test: (very good) RT-PCR

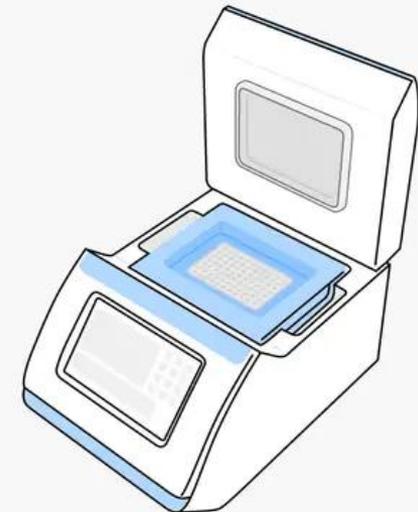
**Swab**

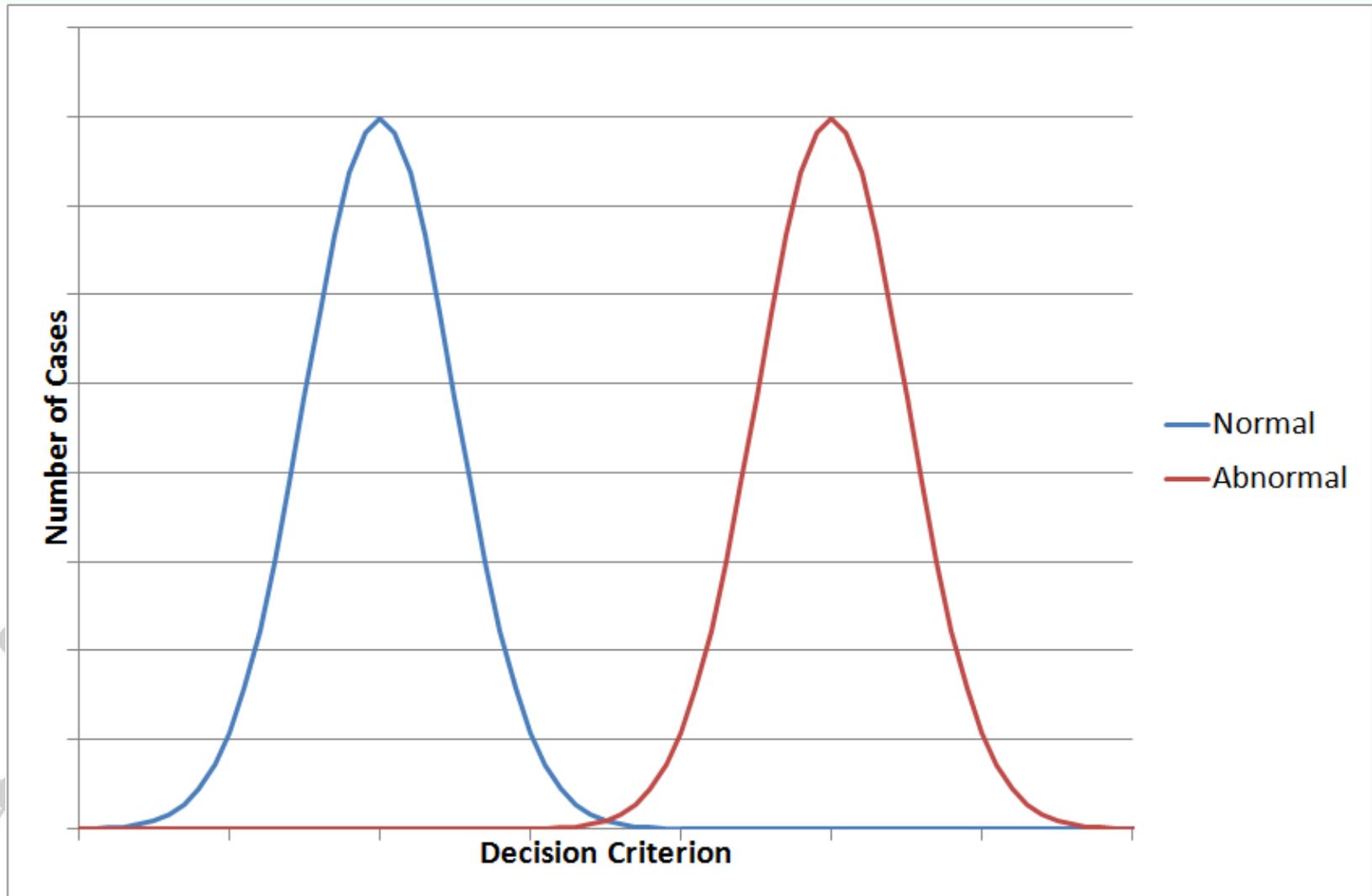


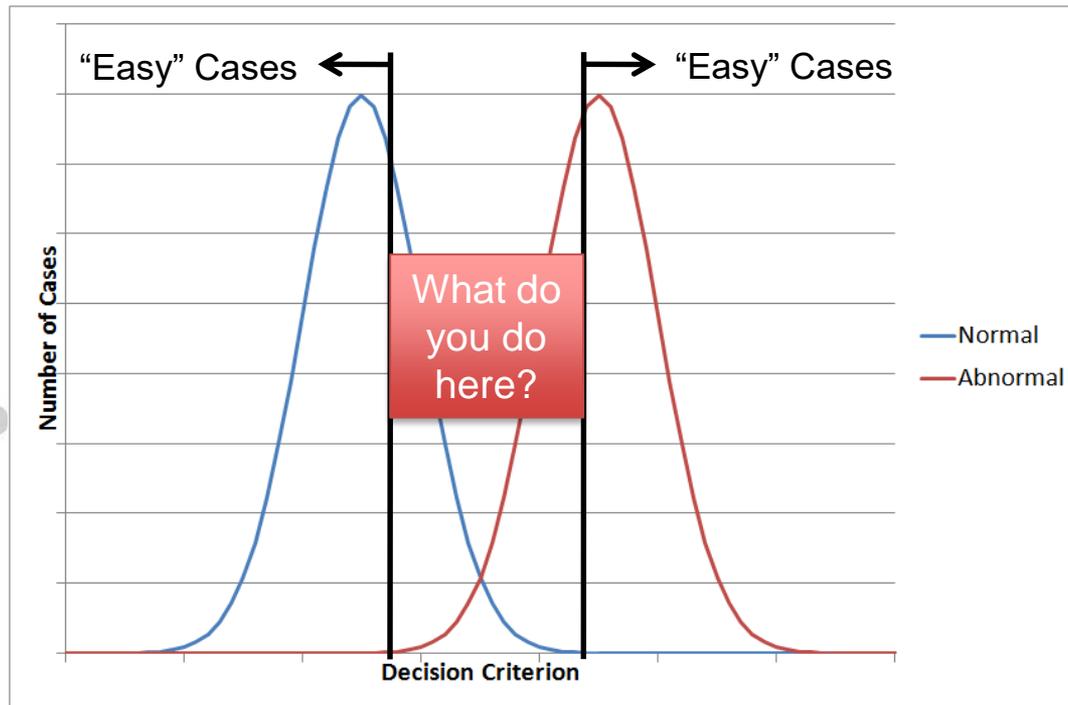
**Lysis buffer**



**RT-PCR machine**

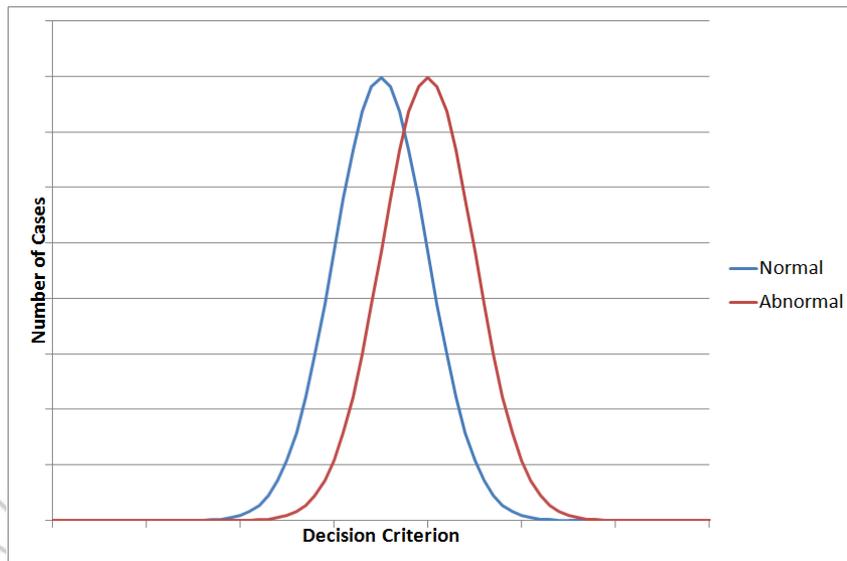






# Superposição depende das ferramentas diagnósticas

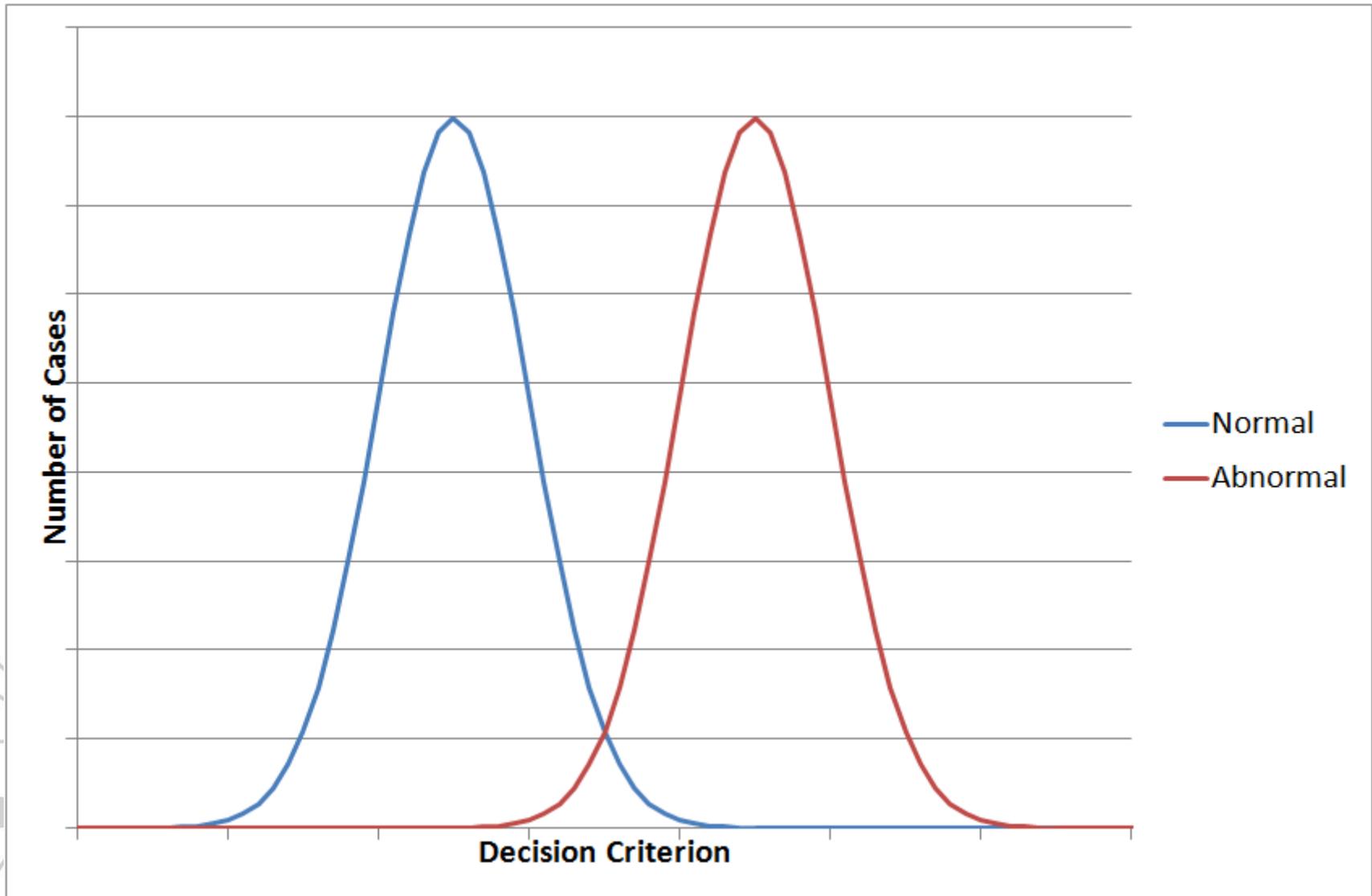
## Bad System



## Very Good System

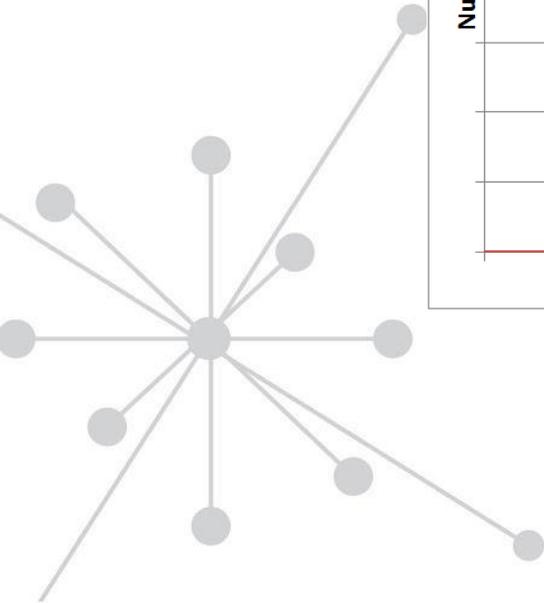
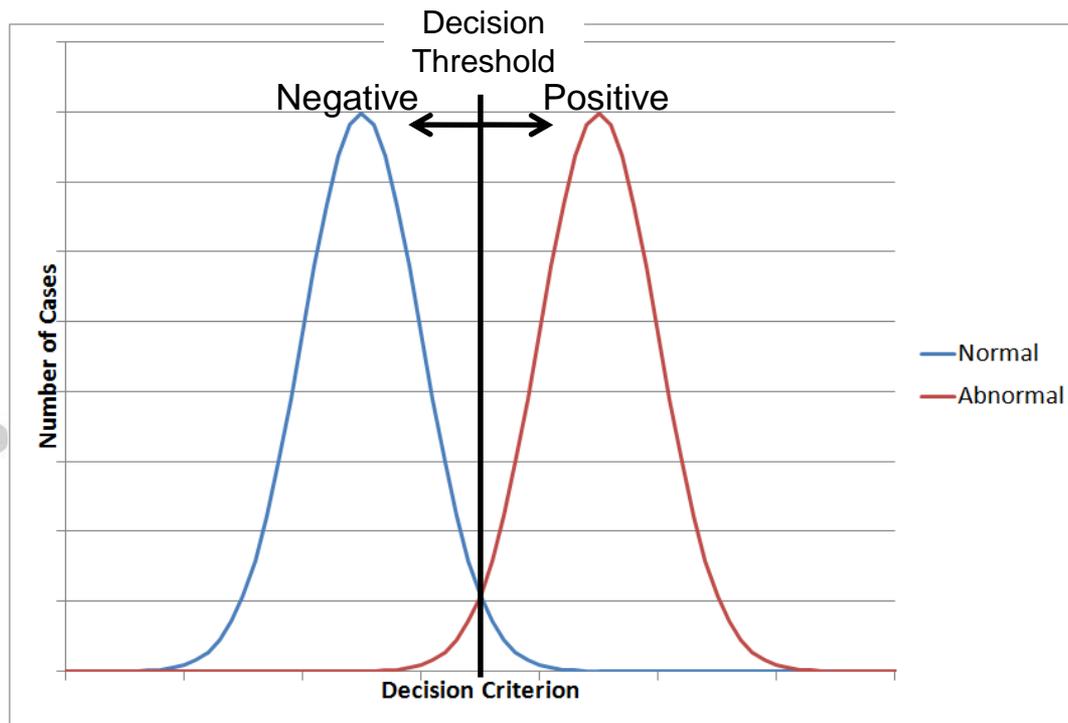


# Sistema usual

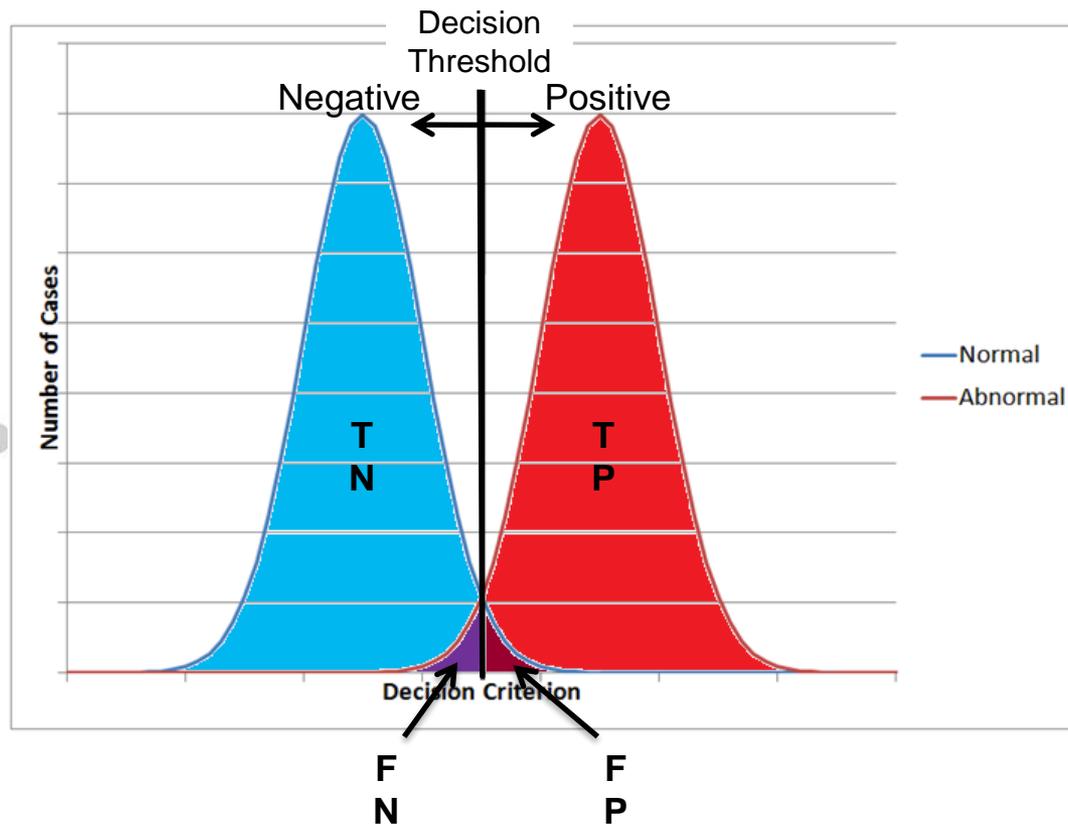


Cortesia: I.Sechopoulos – Radboud umc

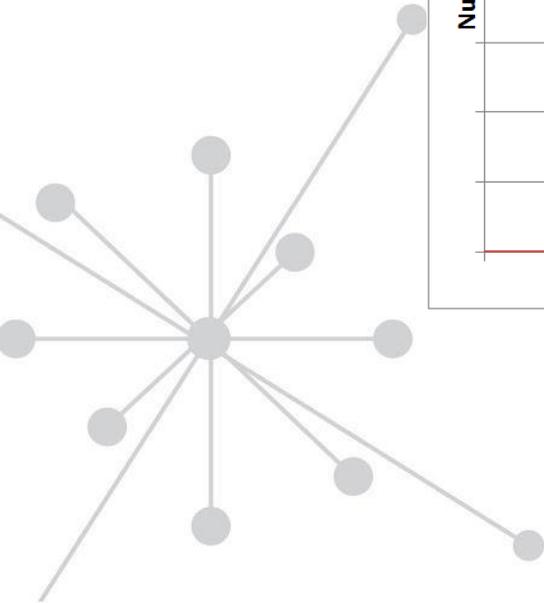
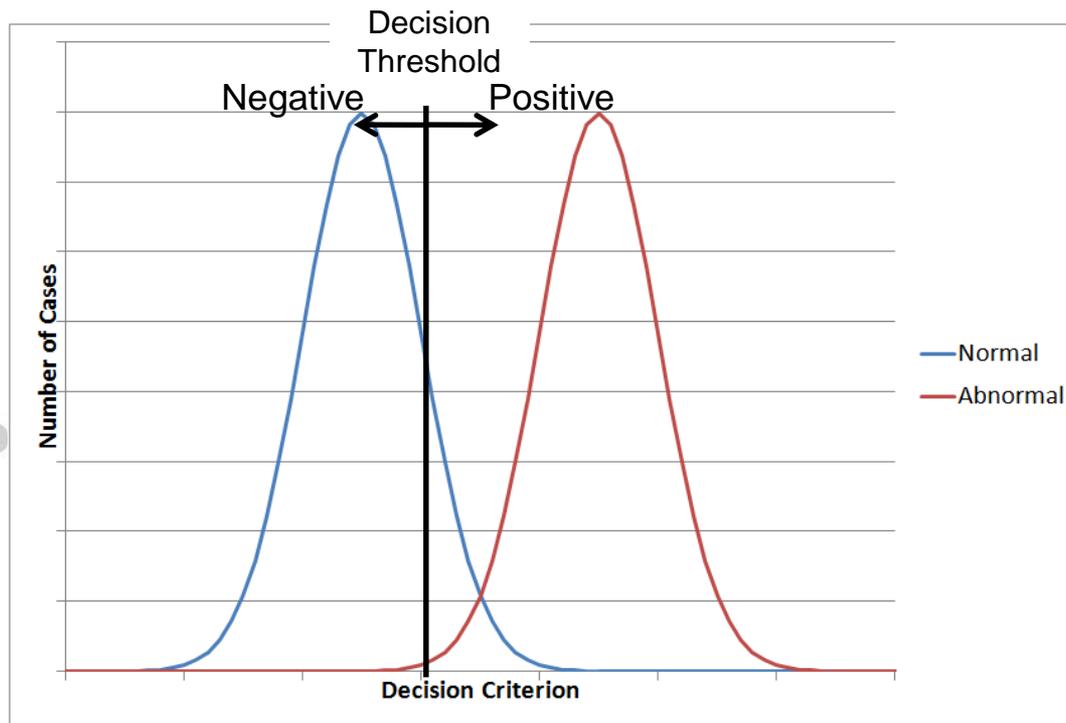
# Um observador



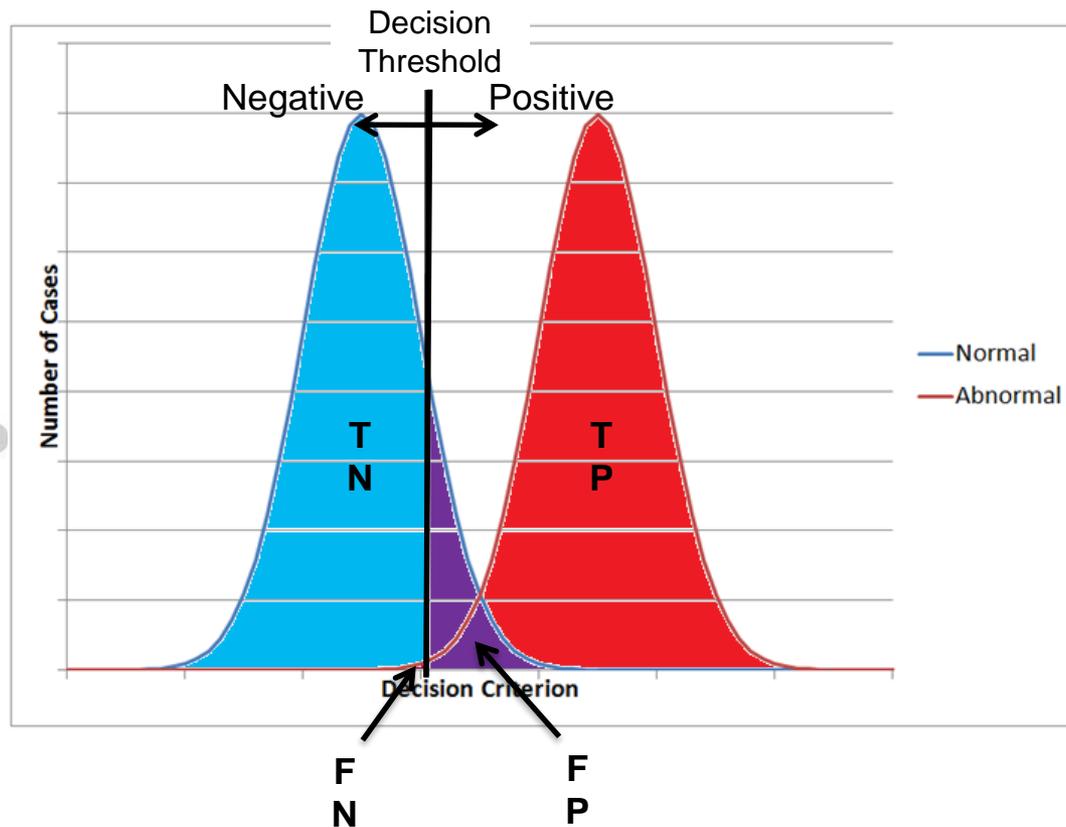
# Um observador



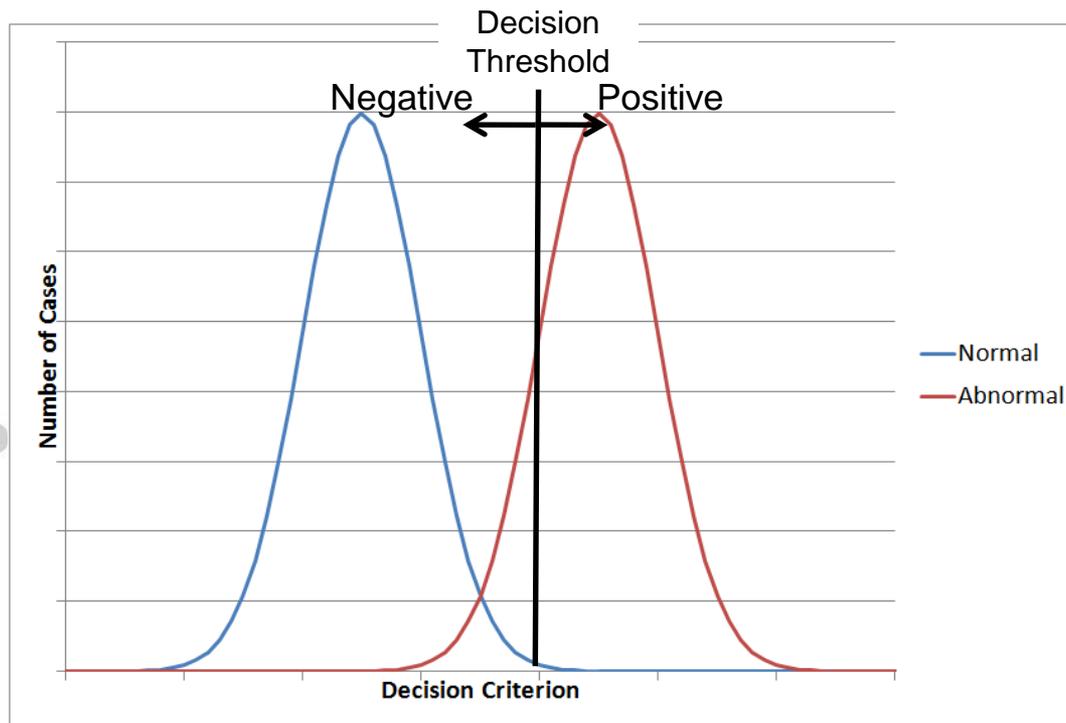
# Um observador que não quer perder nada...



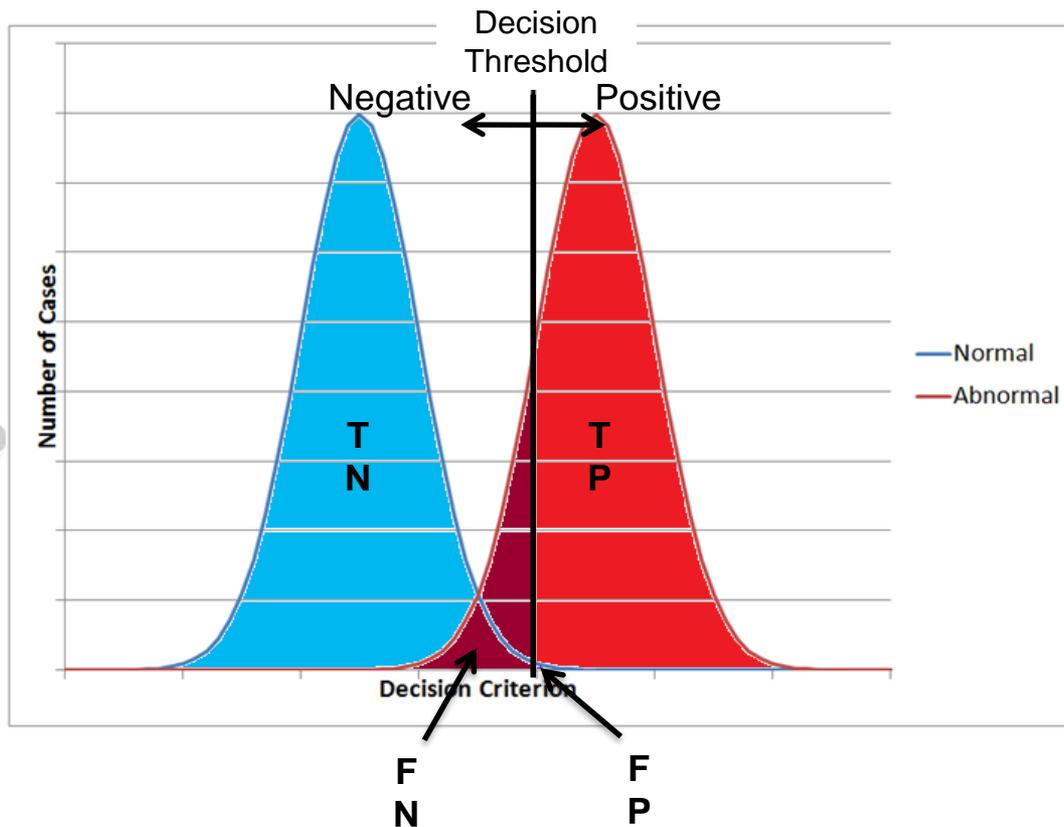
# Um observador que não quer perder nada...



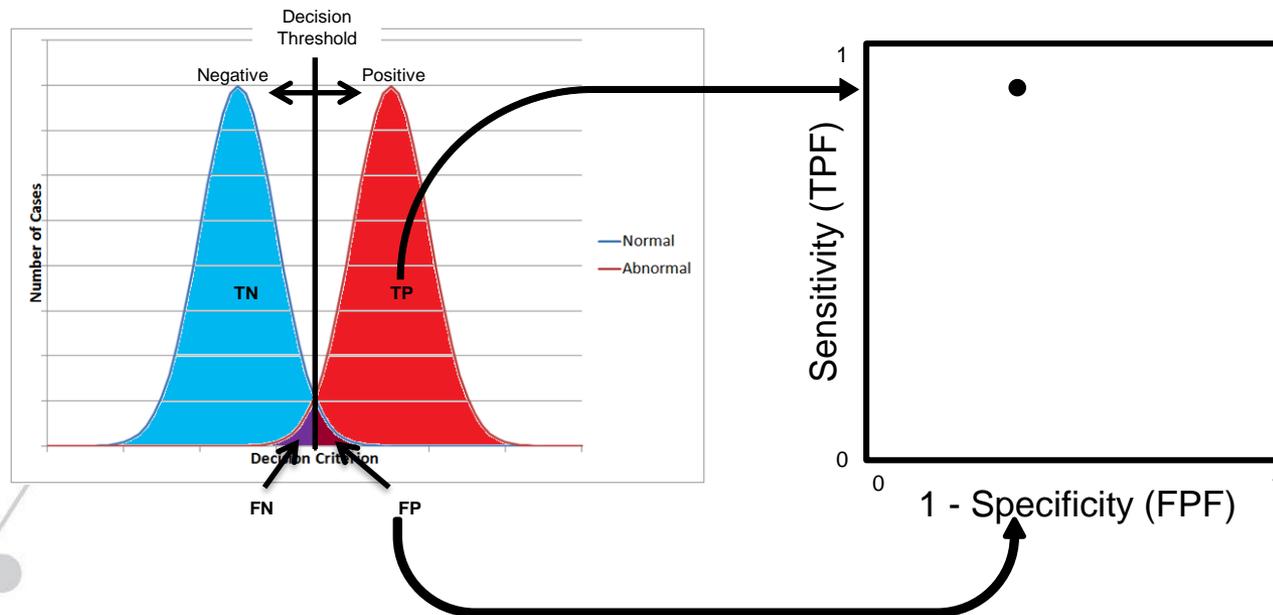
# Um observador que não quer preocupar as pessoas sem razão...



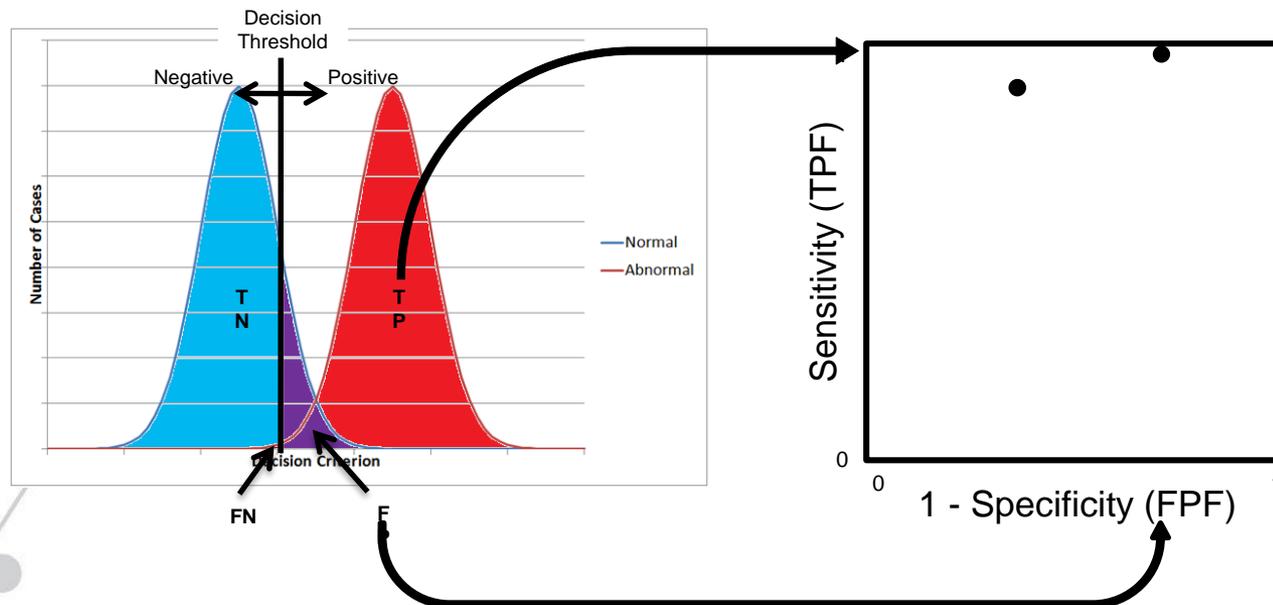
# Um observador que não quer preocupar as pessoas sem razão...



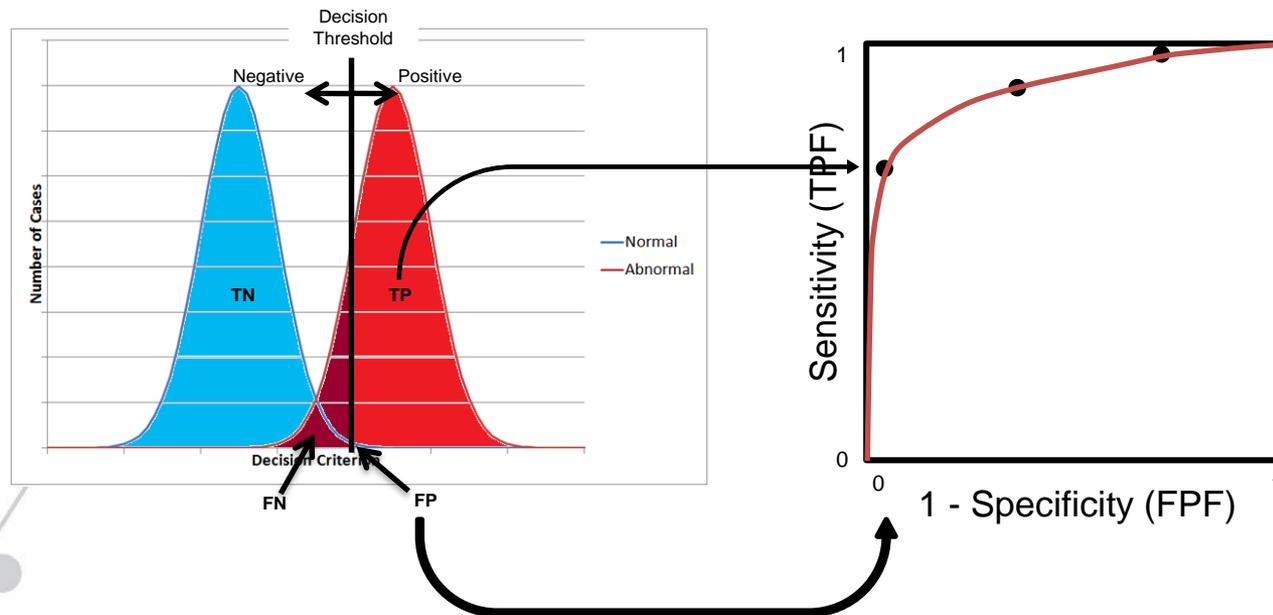
# Então, o que é uma curva ROC?



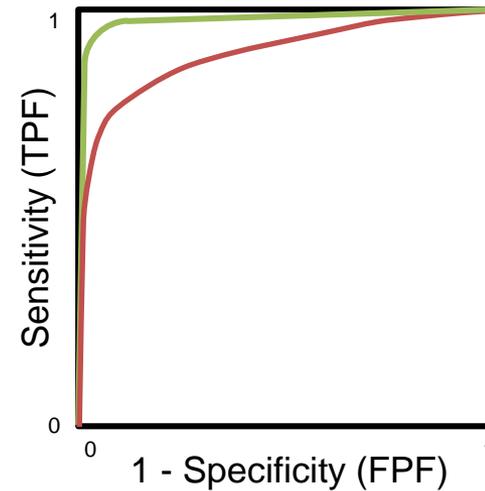
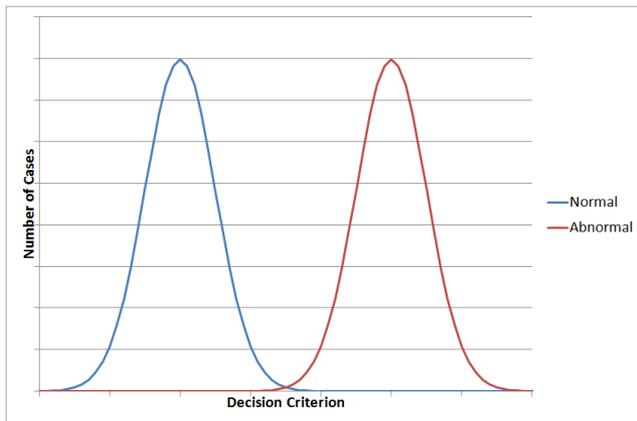
# Então, o que é uma curva ROC?



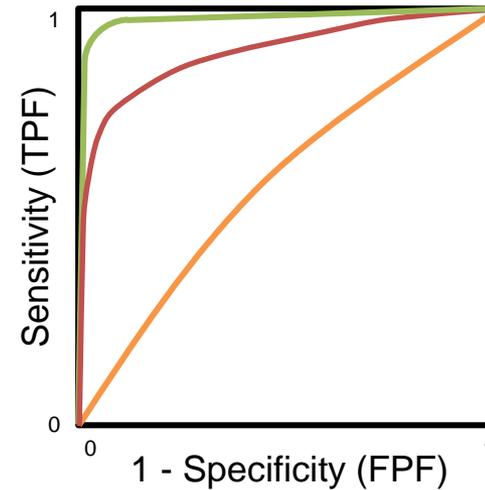
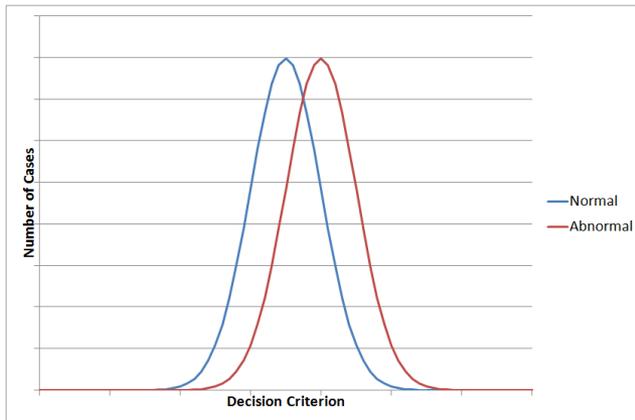
# Então, o que é uma curva ROC?



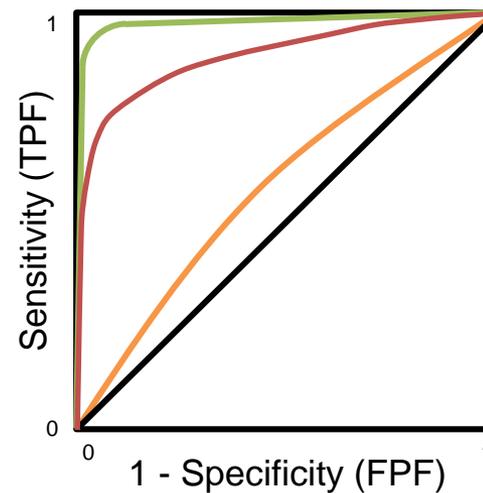
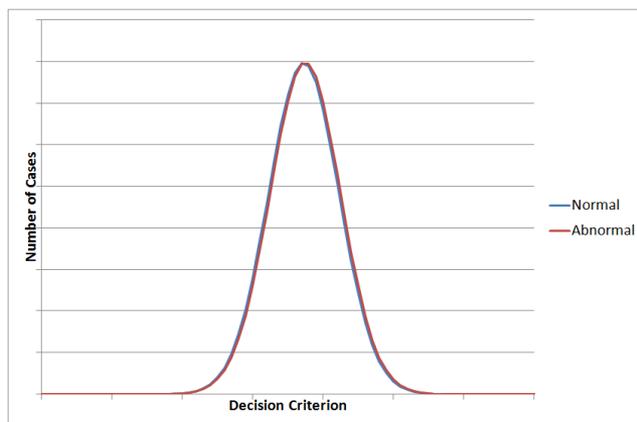
# Um sistema muito bom



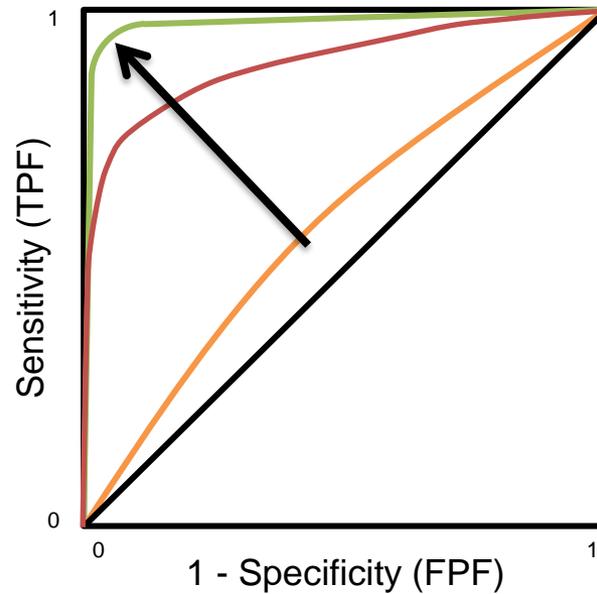
# Um sistema muito ruim



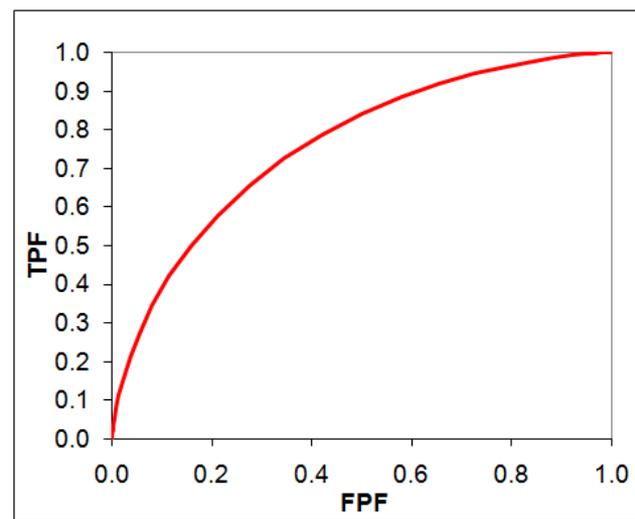
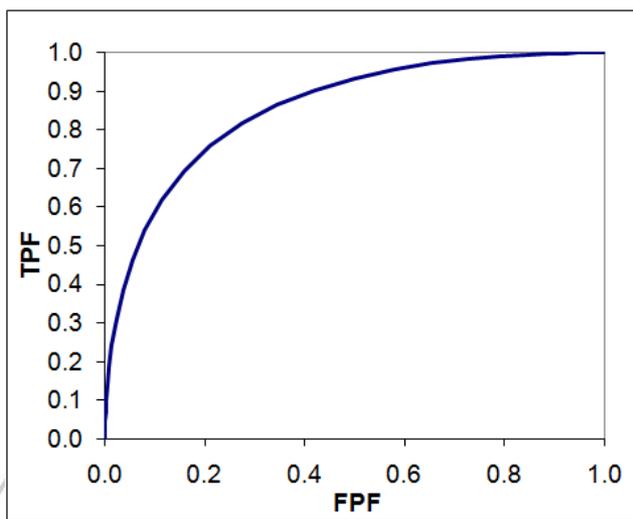
# Jogando um dado para determinar a presença de uma doença



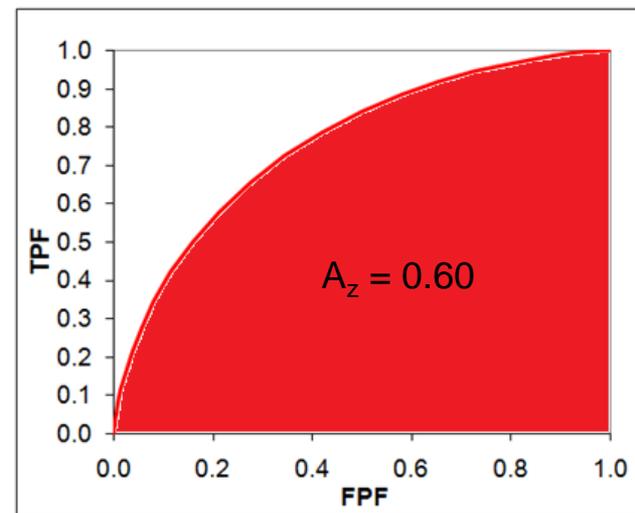
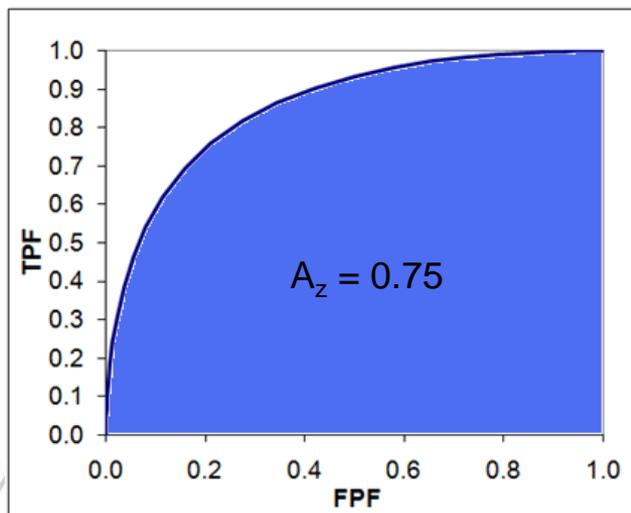
# Comparando curvas ROC



# Comparando curvas ROC



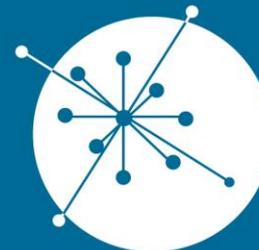
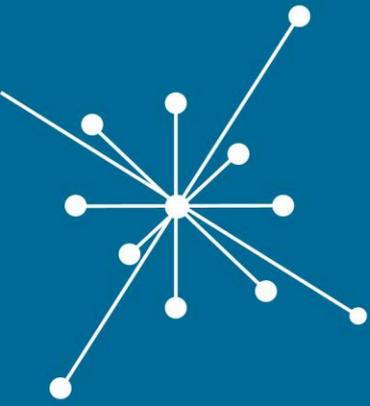
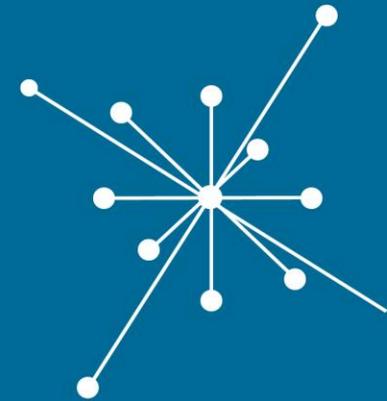
# Área sob a curva



$$0.5 \leq A_z \leq 1.0$$

# PRÁTICA 1

## - SORTEIO DOS GRUPOS

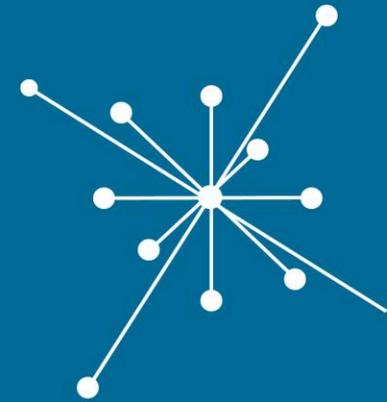


GRUPO DE  
**DOSIMETRIA  
DAS RADIAÇÕES**  
e FÍSICA MÉDICA

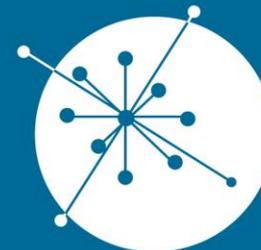
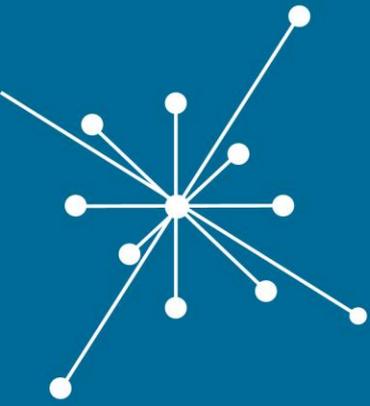
---

IFUSP - Instituto de Física da USP

# PRÁTICA 1



- SORTEIO DO GRUPO APRESENTADOR  
E DISCUSSÃO



GRUPO DE  
**DOSIMETRIA  
DAS RADIAÇÕES**  
e FÍSICA MÉDICA

---

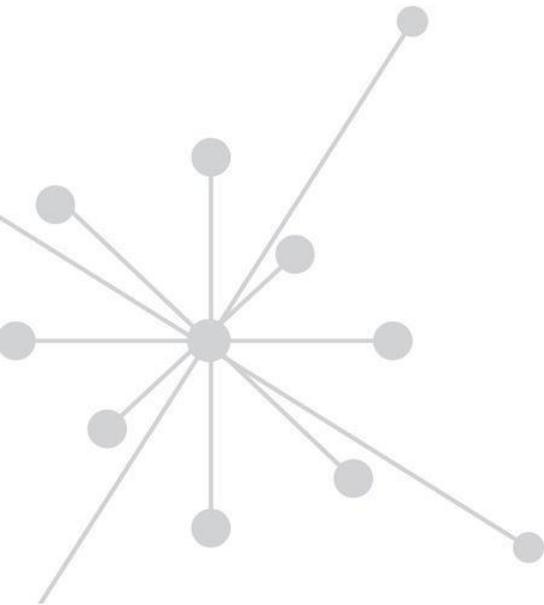
IFUSP - Instituto de Física da USP

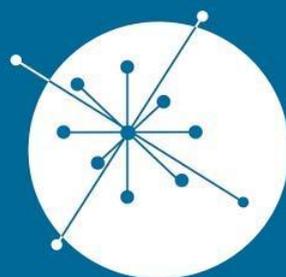
- Fornece uma descrição completa das propriedades do Sistema
- Independe do limiar de decisão do leitor
- Não é independente das habilidades do leitor
  - O leitor é parte do processo
- Aplicável a problemas binários
- Modelos mais complexos:
  - Location-specific (LROC)
  - Multiple findings (FROC)

- Google "FDA iMRMC"
- <https://www.fda.gov/medical-devices/cdrh-research-programs/statistical-assessment-methodology-diagnostics-and-biomarkers>
- Google "OR-DBM ROC"
- <https://perception.lab.uiowa.edu/improved-dbmroc-methods-diagnostic-radiology>
- Google "JAFROC"
- <http://www.devchakraborty.com/>

# Tarefas para a próxima aula

- Instalar o ImageJ
  - <https://imagej.net/Fiji/Downloads>
- Fazer uma "ambientação" no software
  - <https://imagej.net/Learn>





GRUPO DE  
**DOSIMETRIA  
DAS RADIAÇÕES**  
e FÍSICA MÉDICA

---

IFUSP - Instituto de Física da USP

