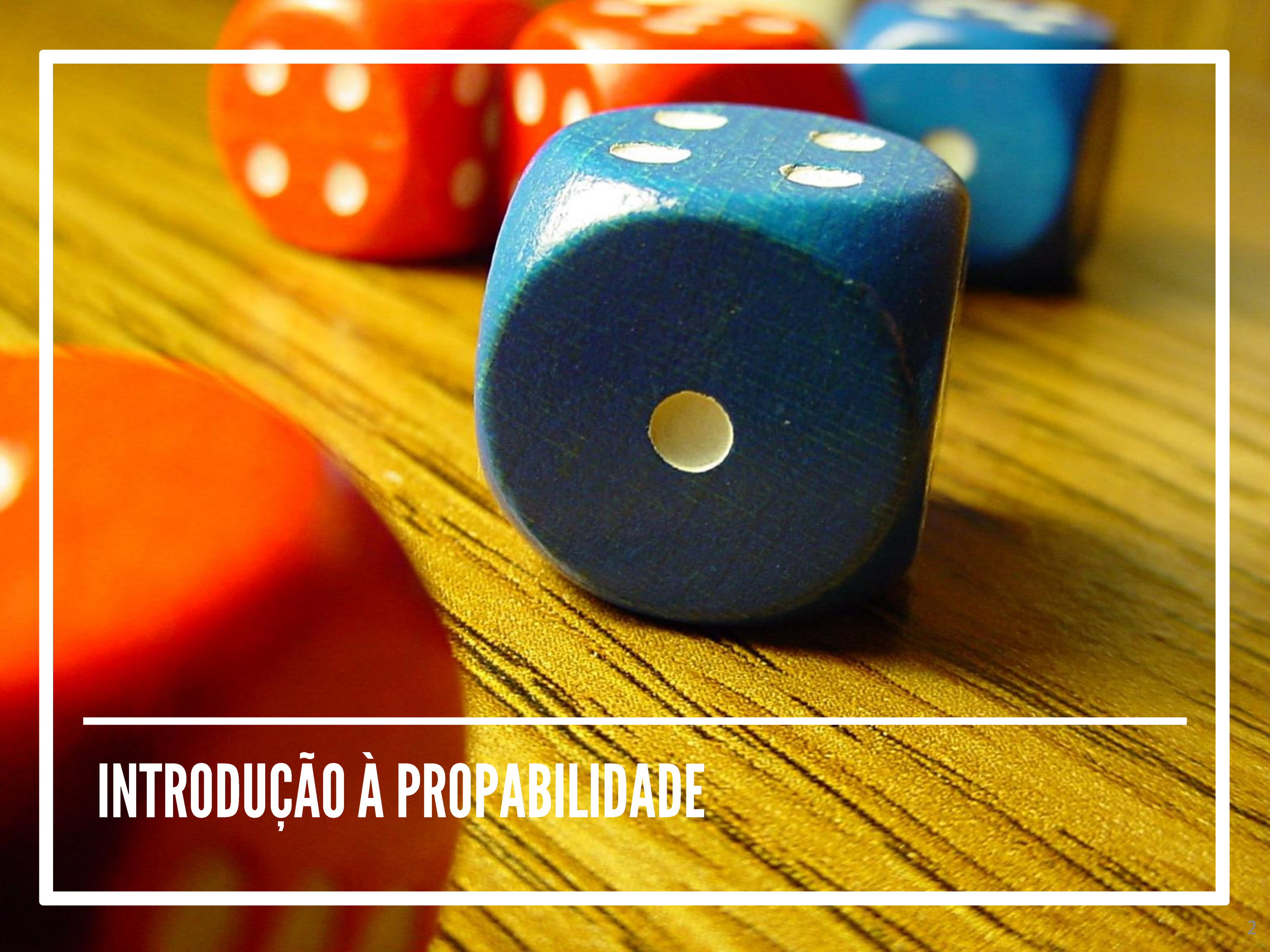
BIOLOGIA/BIOMEDICINA

# BIOESTATÍSTICA

Profª. Letícia Raposo
profleticiaraposo@gmail.com



# INTRODUÇÃO À PROPABILIDADE

# OBJETIVOS DA AULA

- Compreender os conceitos e terminologias relativos à teoria das probabilidades;
- Prever a ocorrência de um ou mais eventos utilizando a teoria das probabilidades;
- Aprender a usar modelos de probabilidade para entender melhor os fenômenos aleatórios.

# INTRODUÇÃO

- *Nas aulas anteriores...*
  - Entender uma variável estudando o comportamento de um conjunto de observações (amostra).
  - Predomínio do raciocínio indutivo: com base na organização e descrição dos dados observados, procuramos fazer conjecturas sobre o universo (população) em estudo.
- *Hoje...*
  - Raciocínio de forma inversa: procuraremos entender como poderão ocorrer os resultados de uma variável, considerando certas suposições (raciocínio dedutivo).

# INTRODUÇÃO

**Supondo que 60% dos estudantes da Universidade usam a biblioteca, o que se pode deduzir sobre a porcentagem de alunos que usam a biblioteca em uma amostra simples de 10 alunos?**

- A resposta a essa indagação não é um simples número, pois dependendo dos alunos selecionados, teremos resultados diferentes.
- Precisamos apresentar quais são os possíveis resultados e como eles poderão ocorrer → *modelos probabilísticos*.

# MODELOS PROBABILÍSTICOS

Hipóteses, conjecturas, etc

Modelos probabilísticos

Distribuição de frequências

Resultados ou dados observados

# DEFINIÇÕES BÁSICAS

Os modelos probabilísticos são construídos a partir de certas hipóteses ou conjecturas sobre o problema em questão e constituem-se de duas partes:

1) dos <u>possíveis resultados</u> e

2) de uma certa <u>lei que nos diz quão provável é cada resultado</u> (ou grupo de resultados).

***Problema em questão***

**Lançamento de uma moeda**

***Possíveis resultados***

**Cara ou coroa**

***O quanto é provável cada resultado***

**Probabilidade de ocorrer cara é a mesma de ocorrer coroa**

# DEFINIÇÕES BÁSICAS

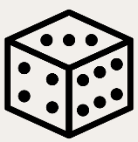
Seja um experimento aleatório (experiência ou situação em que deve ocorrer um, dentre vários resultados possíveis).

***Espaço amostral S*** **é o conjunto de <u>TODOS os resultados possíveis</u> do experimento e será denotado por $\Omega$.**

# ESPAÇO AMOSTRAL

Exemplos:

- Lançar um moeda e observar a face voltada para cima: $\Omega = \{cara, coroa\}$.



- Lançar um dado e observar o número de pontos marcado no lado voltado para cima: $\Omega = \{1,2,3,4,5,6\}$.

- Numa certa universidade, indagar a um aluno se ele já usou a biblioteca: $\Omega = \{sim, não\}$.

- Numa escola de ensino fundamental, selecionar uma criança e medir a sua altura: $\Omega = \{x, tal\ que\ x \in \Re\ e\ 0 < x <$

# ESPAÇO AMOSTRAL

**Discreto**

Quando podemos listar
os possíveis resultados.

**Contínuo**

Quando temos um infinidade
de resultados possíveis dentro
de um intervalo de números reais.

# DEFINIÇÕES BÁSICAS

Seja um experimento aleatório (experiência ou situação em que deve ocorrer um, dentre vários resultados possíveis).

***Espaço amostral*** **é o conjunto de <u>TODOS os resultados possíveis</u> do experimento e será denotado por $\Omega$.**

***Evento*** **é um <u>conjunto de resultados</u> de um experimento.**

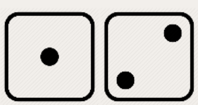
**Podemos dizer que A é um evento se e somente se A é um subconjunto do espaço amostral $\Omega$, pois $\Omega$ é o conjunto de TODOS os resultados possíveis.**

# EVENTO

Exemplo:

No lançamento de um dado, podemos ter interesse nos seguintes eventos:

*A = ocorrer um número par* - $A = \{2,4,6\}$;



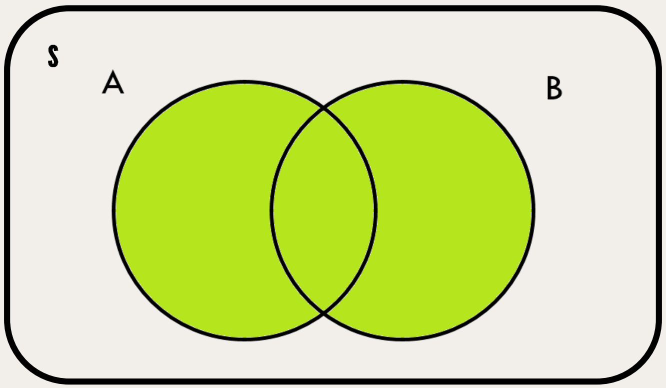
*B = ocorrer um nº menor que três* - $B = \{1,2\}$;

*C = ocorrer o ponto seis* - $C = \{6\}$; *e*

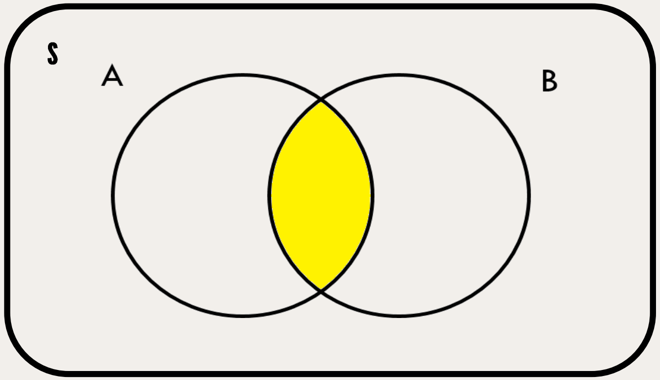
*D = ocorrer um ponto maior que seis* - $D = \{\quad\}$.

**Evento impossível – representado pelo conjunto vazio.**

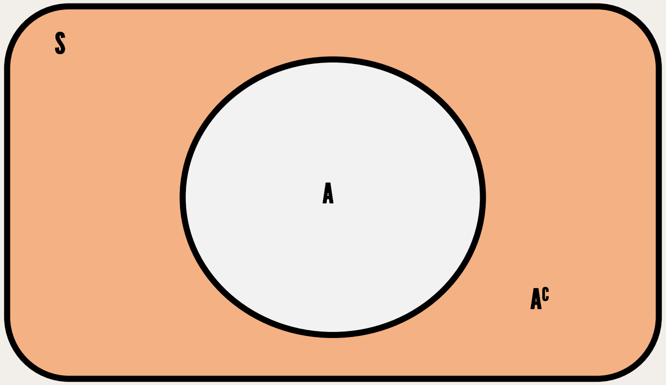
# UNIÕES, INTERSECÇÕES E COMPLEMENTOS




União de dois eventos
$A \cup B$

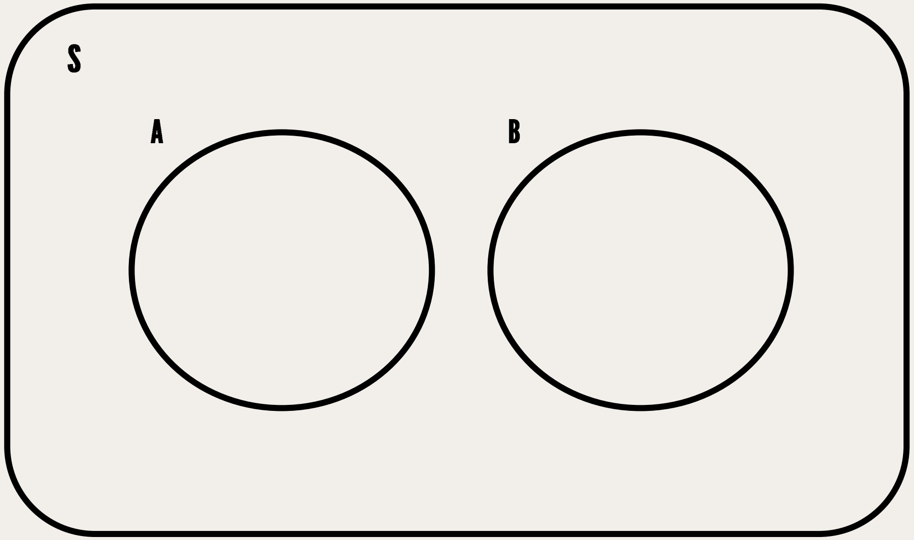



Intersecção de dois eventos
$A \cap B$




Complemento do evento A

# EVENTOS MUTUAMENTE EXCLUSIVOS




Não possuem elementos em comum,
de forma que eles não podem ocorrer simultaneamente.

# DEFINIÇÕES BÁSICAS

Seja um experimento aleatório (experiência ou situação em que deve ocorrer um, dentre vários resultados possíveis).

***Espaço amostral*** **é o conjunto de TODOS os resultados possíveis do experimento e será denotado por $\Omega$.**

***Evento*** **é um conjunto de resultados de um experimento.**

**Podemos dizer que A é um evento se e somente se A é um subconjunto do espaço amostral $\Omega$, pois $\Omega$ é o conjunto de TODOS os resultados possíveis.**

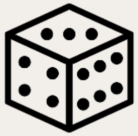
***Probabilidade*** **é um valor entre 0 e 1. A soma das probabilidades de todos os resultados possíveis do experimento deve ser igual a 1.**

# PROBABILIDADE

- No lançamento de um moeda, se considerarmos a moeda perfeitamente equilibrada e o lançamento imparcial, os resultados tornam-se equiprováveis. Temos o seguinte modelo probabilístico:

| Resultado | Probabilidade |
|---|---|
| Cara | 0,5 (1/2) |
| Coroa | 0,5 (1/2) |

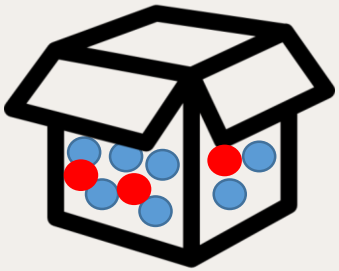
- No lançamento de um dado, se considerarmos o dado perfeitamente equilibrado e o lançamento imparcial, tem-se o seguinte modelo probabilístico:



| Resultado | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Probabilidade | 1/6 | 1/6 | 1/6 | 1/6 | 1/6 | 1/6 |

# PROBABILIDADE

- Na seleção de uma bola na urna, sabendo que temos 7 bolas azuis e 3 vermelhas, supondo que a bola seja extraída aleatoriamente, temos o seguinte modelo:



| Resultado | Probabilidade |
| --- | --- |
| Azul | 0,7 (7/10) |
| Vermelha | 0,3 (3/10) |

- No problema de usuários da biblioteca, vamos supor que em toda a universidade 60% dos alunos usam e 40% não. Se o aluno for selecionado aleatoriamente, o modelo probabilístico será:

| Resultado | Probabilidade |
| --- | --- |
| Sim | 0,6 |
| Não | 0,4 |

# PROBABILIDADE

*<u>Princípio da equiprobabilidade</u>*: quando as características do experimento sugerem N resultados possíveis, todos com igual probabilidade de ocorrência, a probabilidade de um certo evento A, contendo $N_A$ resultados, pode ser definida por:

$$P(A) = \frac{N_A}{N}$$

*A = ocorrer um n° par -* $P(A) = \frac{3}{6} = \frac{1}{2} = 0,5$

*B = ocorrer um n° < 3 –* $P(B) = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}$

*C = ocorrer o ponto 6 –* $P(C) = \frac{1}{6}$

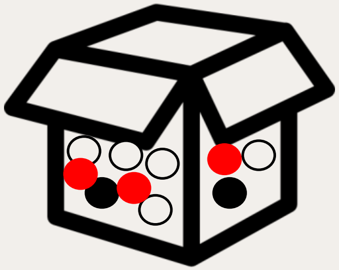
*D = ocorrer um ponto > 6 –* $P(D) = \frac{0}{6} = 0.$

# PROBABILIDADE

Uma forma mais geral de alocar probabilidades a eventos é somando as probabilidades dos resultados que compõem o evento.

$$P(ocorrer\ n^{\underline{o}}\ par) = \frac{1}{6} + \frac{1}{6} + \frac{1}{6} = \frac{1}{2}$$

Ex: seja uma urna com 5 bolas brancas, 3 vermelhas e 2 pretas. Selecionar uma bola ao acaso. Qual a probabilidade da bola selecionada ser branca ou vermelha?



$$P(branca\ ou\ vermelha) = \frac{5}{10} + \frac{3}{10} = \frac{8}{10} = 0{,}8$$

$$P(branca\ ou\ vermelha) = 1 - P(preta) = 1 - \frac{2}{10} = 0{,}8$$

**OU = SOMA!!!**

# PROBABILIDADE

- Eventos independentes: quando a ocorrência de um deles não altera a probabilidade da ocorrência do outro.
  - Ex: no lançamento imparcial de um dado e uma moeda, os eventos $A = nº\,par\,no\,dado$ e $B = cara\,na\,moeda$ podem ser admitidos como independentes, já que a ocorrência de A (ou B) nada tem a ver com a ocorrência de B (ou A).
- Quando a ocorrência de um evento puder ser interpretada como resultante da ocorrência simultânea de dois outros eventos independentes, sua probabilidade pode ser obtida pelo produto das probabilidades individuais desses eventos.

# PROBABILIDADE

Exemplo: Lançar duas vezes, de forma imparcial e independente, um dado perfeitamente equilibrado. Calcular a probabilidade de ocorrer número par em ambos os lançamentos.

$$P(nº\ par\ em\ ambos\ os\ lançamentos) =$$
$$= P(nº\ par\ no\ 1º\ lançamento) \times P(nº\ par\ no\ 2º\ lançamento) = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$$

**E = PRODUTO!!!**

# EXEMPLO

Um experimento médico mostrou que a probabilidade de um novo medicamento ser efetivo é de 0,75, a probabilidade de um certo efeito colateral é de 0,4 e a probabilidade de **ambos** ocorrerem é de 0,3. Esses eventos são independentes?

# EXEMPLO

Um experimento médico mostrou que a probabilidade de um novo medicamento ser efetivo é de 0,75, a probabilidade de um certo efeito colateral é de 0,4 e a probabilidade de ambos ocorrerem é de 0,3. Esses eventos são independentes?

$$P(A \cap B) = 0{,}3$$

PARA SEREM EVENTOS INDEPENDENTES $\longrightarrow$ $P(A \cap B) = P(A)P(B)$

$$P(A \cap B) = 0{,}75 \times 0{,}4 = 0{,}3 \checkmark$$

# REGRAS BÁSICAS DA PROBABILIDADE

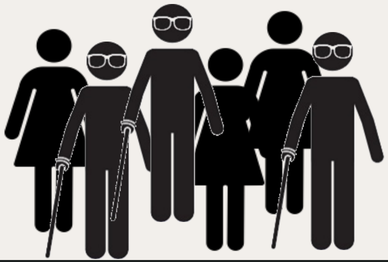
- A probabilidade de um evento A ocorrer é um número entre 0 e 1:

$$0 \leq \mathrm{P}(A) \leq 1$$

- O espaço amostral S tem probabilidade igual a 1: $\mathrm{P}(S) = 1$
- A probabilidade de um conjunto vazio $(\emptyset)$ ocorrer é nula: $\mathrm{P}(\emptyset) = 0$
- Regra da adição: $\mathrm{P}(A \cup B) = P(A) + P(B) - \mathrm{P}(A \cap B)$
  - Eventos mutuamente excludentes: $\mathrm{P}(A \cup B) = P(A) + P(B)$
- Se $A^C$ for o evento complementar de A: $\mathrm{P}(A^C) = 1 - P(A)$
- Regra da multiplicação para eventos independentes:

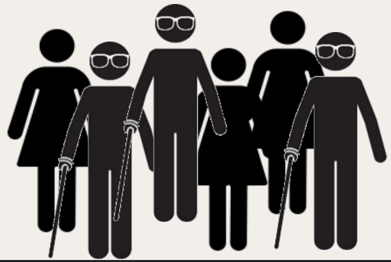
$$\mathrm{P}(A \cap B) = P(A) \times P(B)$$

# EXEMPLO



Aproximadamente 4,25% da população é cega e 50% da população é feminina. Se a probabilidade de ser cego **ou** mulher é 54%, qual é a probabilidade de uma pessoa ser cega **e** mulher?

# EXEMPLO



Aproximadamente 4,25% da população é cega e 50% da população é feminina. Se a probabilidade de ser cego ou mulher é 54%, qual é a probabilidade de uma pessoa ser cega e mulher?

- ✓ $C$: é $cego$
- ✓ $M$: é $mulher$
- ✓ $P(C) = 0{,}0425$
- ✓ $P(M) = 0{,}50$
- ✓ $P(C \cup M) = 0{,}54$
- ✓ $P(C \cap M) = ?$

$$P(C \cup M) = P(C) + P(M) - P(C \cap M)$$

$$0{,}54 = 0{,}0425 + 0{,}50 - P(C \cap M)$$

$$\boxed{P(C \cap M) = 0{,}0025}$$

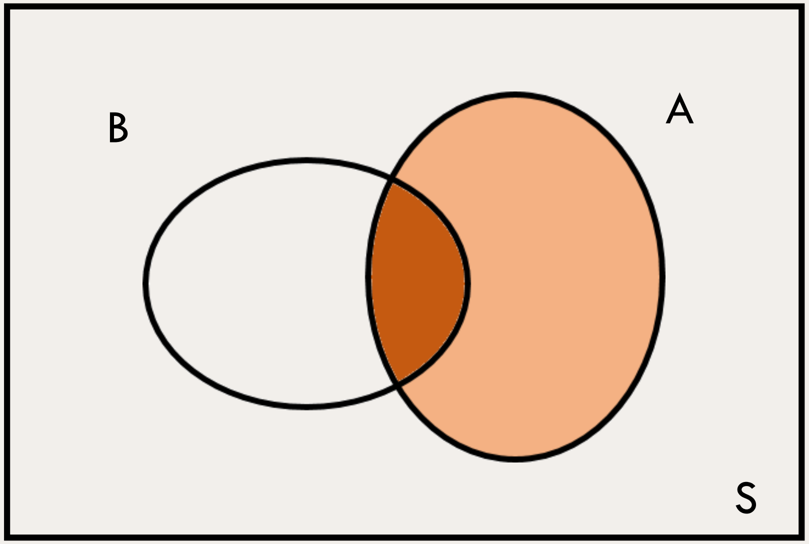
# PROBABILIDADE CONDICIONAL

Quando a obtenção das probabilidades depende do que é conhecido e do que foi aprendido ou assumido sobre a situação que estamos trabalhando, utilizamos a probabilidade condicional.

Sejam A e B dois eventos de um espaço amostral $S$, associado a um experimento, em que $P(A) > 0$. A probabilidade de B ocorrer condicionada a A ter ocorrido, será representada por $P(B|A)$ e calculada por

$$P(B|A) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)}$$

$$\frac{N_{AB}}{N_A} = \frac{\frac{N_{AB}}{N}}{\frac{N_A}{N}}$$



# PROBABILIDADE CONDICIONAL

Sejam A e B dois eventos de um espaço amostral $S$, associado a um experimento, em que $P(A) > 0$. A probabilidade de B ocorrer condicionada a A ter ocorrido, será representada por $P(B|A)$ e calculada por

$$P(B|A) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)}$$

$$\frac{N_{AB}}{N_A} = \frac{\frac{N_{AB}}{N}}{\frac{N_A}{N}}$$

Note que,

$$P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}$$

$$\frac{N_{AB}}{N_B} = \frac{\frac{N_{AB}}{N}}{\frac{N_B}{N}}$$

**As probabilidades condicionais não são definidas quando as probabilidades dos denominadores são iguais a zero.**

# REGRA DA MULTIPLICAÇÃO PARA PROBABILIDADES CONDICIONAIS

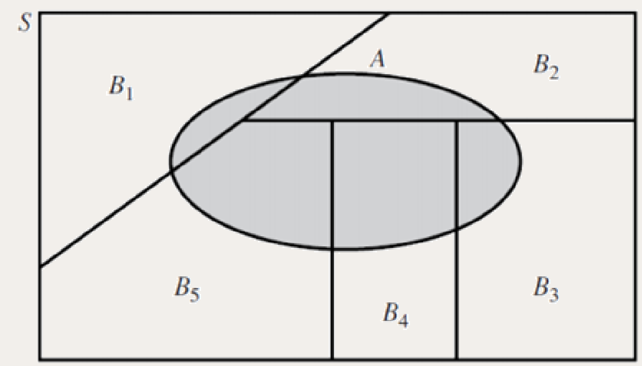
Com o conceito de probabilidade condicional, é possível apresentar uma maneira de se calcular a probabilidade da interseção de dois eventos A e B em função destes eventos. Esta expressão é denominada de regra da multiplicação.

$$P(A \cap B) = P(B|\mathrm{A})P(A) = P(A|\mathrm{B})P(B)$$

# PROBABILIDADE CONDICIONAL E PARTIÇÕES

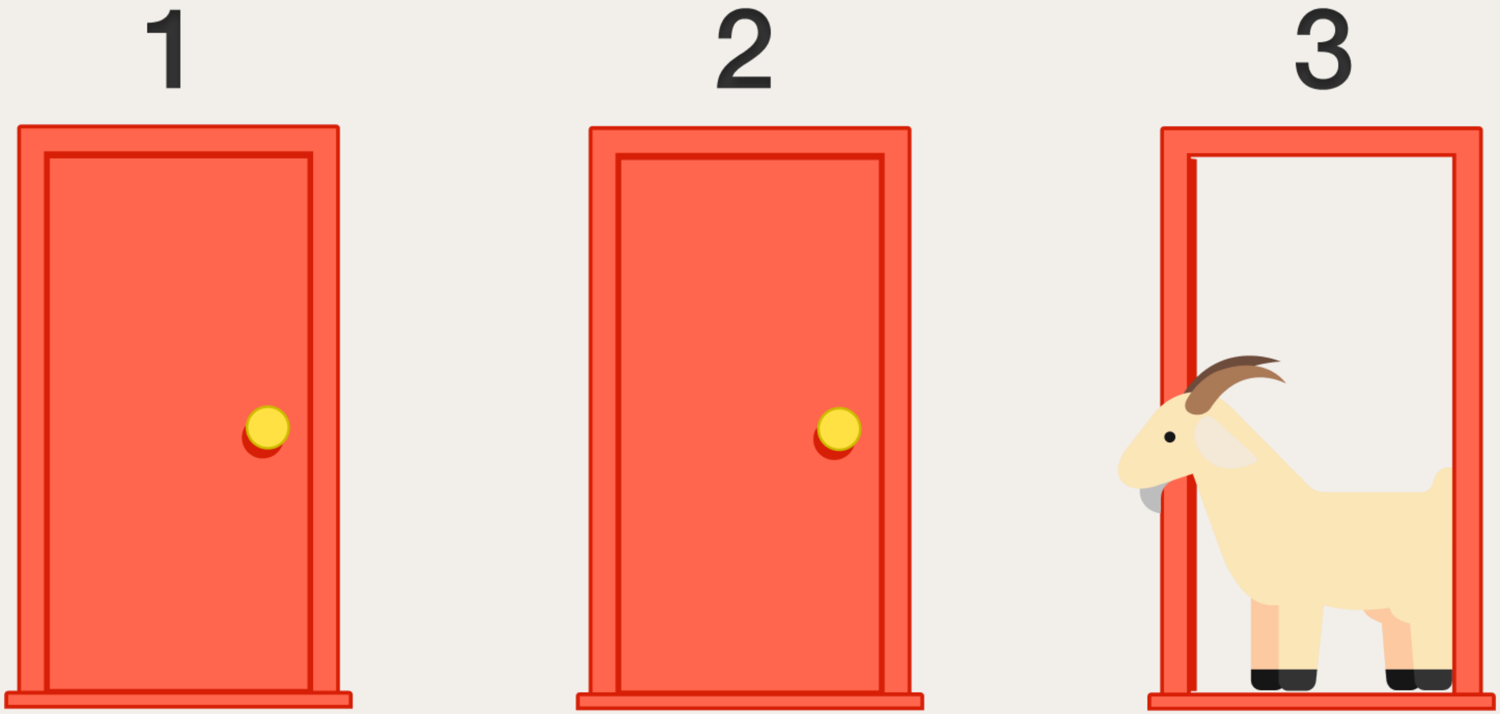
- Seja S o espaço amostral de um experimento, e considere k eventos disjuntos $B_1, B_2 \dots, B_k$ em S tais que $\bigcup_{i=1}^{k} B_i = S$. Dizemos que esses eventos formam uma partição de S.

- (Lei da probabilidade total) Suponha que os eventos $B_1, B_2 \dots, B_k$ formam uma partição do espaço S e que $P(B_j) > 0$ para $j = 1, \dots, k$. Então, para qualquer evento A em S,




$$P(A) = \sum_{j=1}^{k} P(B_j)\,P(A|B_j)$$

# O PROBLEMA DE MONTY HALL




https://www.youtube.com/watch?v=hdo4CZC76fA

# O PROBLEMA DE MONTY HALL

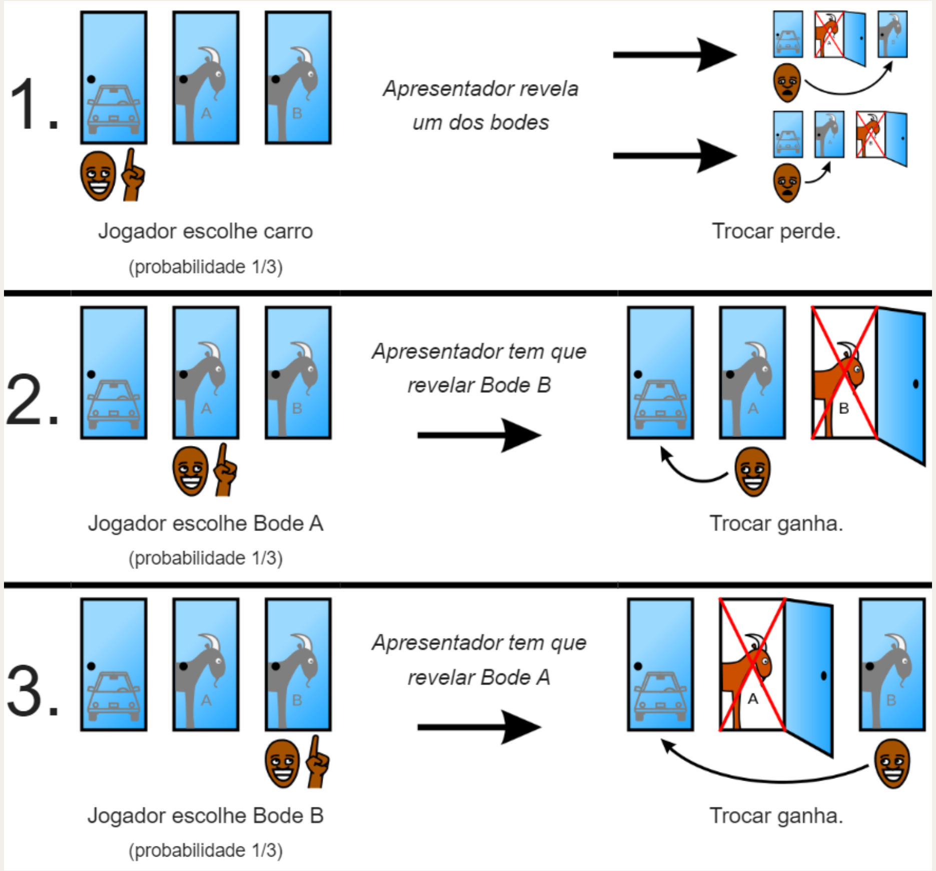



Imagem retirada de https://pt.wikipedia.org/wiki/Problema_de_Monty_Hall

# TEOREMA DE BAYES

THOMAS BAYES
(1701-1761)

PIERRE-SIMON LAPLACE
(1749-1827)

- O teorema de Bayes é um método para interpretar evidências no contexto de experiência ou conhecimento anterior.
- Foi descoberto por Thomas Bayes e descoberto independentemente por Pierre-Simon Laplace.
- Aplicações na área da epidemiologia, genética, processamento de imagem, aprendizado de máquina, psicologia, ciência forense...

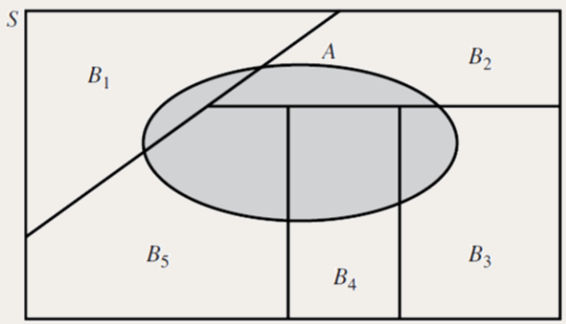
# TEOREMA DE BAYES

$$P(A \cap B) = P(A)P(\mathrm{B|A}) = P(B)P(A|B)$$

$$P(\mathrm{B|A}) = \frac{P(B)P(\mathrm{A|B})}{P(A)}$$

Este é o teorema de Bayes, o qual permite o cálculo de $P(\mathrm{B|A})$ se conhecermos $P(A), P(B)\ e\ P(A|B)$.

# TEOREMA DE BAYES




A probabilidade de ocorrência do evento $B_i$, dado que o evento A ocorreu no experimento:

$$P(B_i|A) = \frac{P(B_i)P(A|B_i)}{P(A)}$$

PROBABILIDADE A POSTERIORI

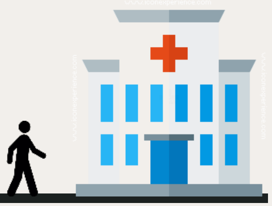
PROBABILIDADE A PRIORI

VEROSSIMILHANÇA

$$P(B_i|A) = \frac{P(B_i)P(A|B_i)}{\sum_{j=1}^{n} P(B_j)P(A|B_j)}$$

EVIDÊNCIA

# EXEMPLO



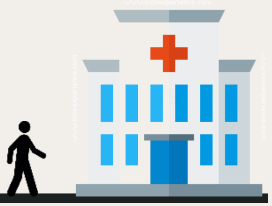
Você está caminhando na rua e nota que o posto de saúde está fornecendo um teste gratuito para uma certa doença. O teste tem a seguinte confiabilidade:

- *Sensibilidade: se uma pessoa tem a doença, o teste tem 90% de probabilidade de dar um resultado positivo.*
- *Especificidade: se uma pessoa não tem a doença, o teste tem 90% de probabilidade de dar um resultado negativo. (Portanto, só 10% de probabilidade de dar resultado falso positivo).*

Dados epidemiológicos indicam que a prevalência da doença é de apenas 1 em 10.000, mas como o teste é gratuito e não invasivo, você decide fazer.

Alguns dias depois você recebe uma carta informando que seu teste deu positivo. Agora, qual é a probabilidade de você ter a doença?

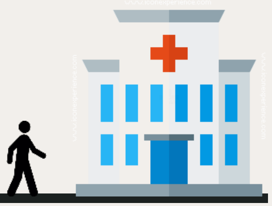
# EXEMPLO



Dados epidemiológicos indicam que a prevalência da doença é de apenas 1 em 10.000, mas como o teste é gratuito e não invasivo, você decide fazer.

$D_+$: ter a doença
$T_+$: teste positivo
- $P(D_+) = 0{,}0001$ → Prevalência (Probabilidade pré-teste)

# EXEMPLO



Sensibilidade: se uma pessoa tem a doença, o teste tem 90% de probabilidade de dar um resultado positivo.

$D_+$: ter a doença
$T_+$: teste positivo

- $P(D_+) = 0{,}0001$ → Prevalência (Probabilidade pré-teste)
- $P(T_+|D_+) = 0{,}90$

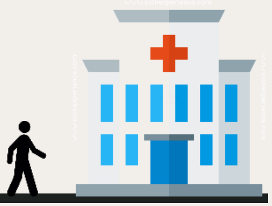
# EXEMPLO

Especificidade: se uma pessoa não tem a doença, o teste tem 90% de probabilidade de dar um resultado negativo. (Portanto, só 10% de probabilidade de dar resultado falso positivo).

$D_+$: ter a doença
$T_+$: teste positivo

- $P(D_+) = 0{,}0001$ → Prevalência (Probabilidade pré-teste)
- $P(T_+|D_+) = 0{,}90$
- $P(T_-|D_-) = 0{,}90$
- $P(T_+|D_-) = 0{,}10$

# EXEMPLO



Alguns dias depois você recebe uma carta informando que seu teste deu positivo. Agora, qual é a probabilidade de você ter a doença?

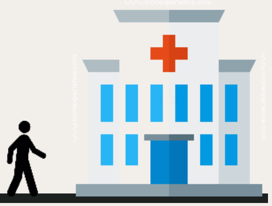
$D_+$: ter a doença
$T_+$: teste positivo

- $P(D_+) = 0{,}0001$ → Prevalência (Probabilidade pré-teste)
- $P(T_+|D_+) = 0{,}90$
- $P(T_-|D_-) = 0{,}90$
- $P(T_+|D_-) = 0{,}10$

$$P(D_+|T_+) = \frac{P(T_+|D_+)P(D_+)}{P(T_+)}$$

?

# EXEMPLO



Alguns dias depois você recebe uma carta informando que seu teste deu positivo. Agora, qual é a probabilidade de você ter a doença?

$D_+$: ter a doença
$T_+$: teste positivo

- $P(D_+) = 0{,}0001$
- $P(T_+|D_+) = 0{,}90$
- $P(T_-|D_-) = 0{,}90$
- $P(T_+|D_-) = 0{,}10$

$$P(D_+|T_+) = \frac{P(T_+|D_+)P(D_+)}{P(T_+)}$$

$$P(T_+) = P(T_+ \cap D_+) + P(T_+ \cap D_-)$$
$$P(T_+) = P(T_+|D_+)P(D_+) + P(T_+|D_-)P(D_-)$$
$$P(T_+) = 0{,}90 \times 0{,}0001 + 0{,}10 \times 0{,}9999 = 0{,}10008$$

# EXEMPLO

Agora, qual é a probabilidade de você ter a doença?

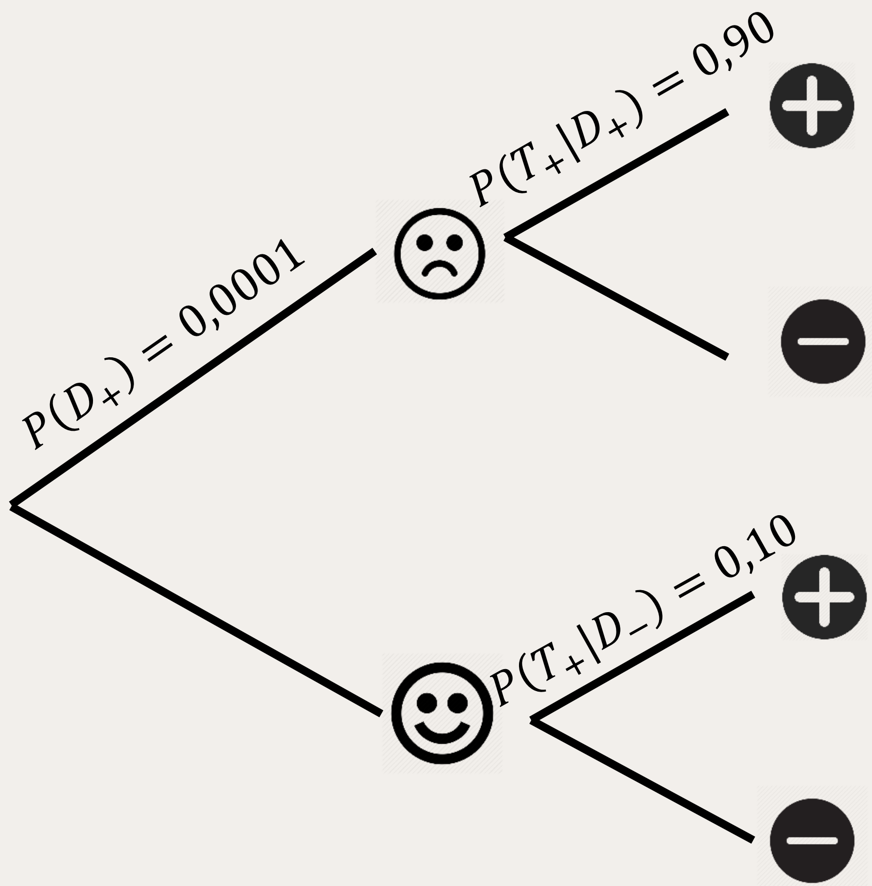
$D_+$: ter a doença
$T_+$: teste positivo
- $P(D_+) = 0{,}0001$

$$P(D_+|T_+) = \frac{P(T_+|D_+)P(D_+)}{P(T_+)}$$

$$P(D_+|T_+) = \frac{0{,}90 \times 0{,}0001}{0{,}10008} = 0{,}0009$$

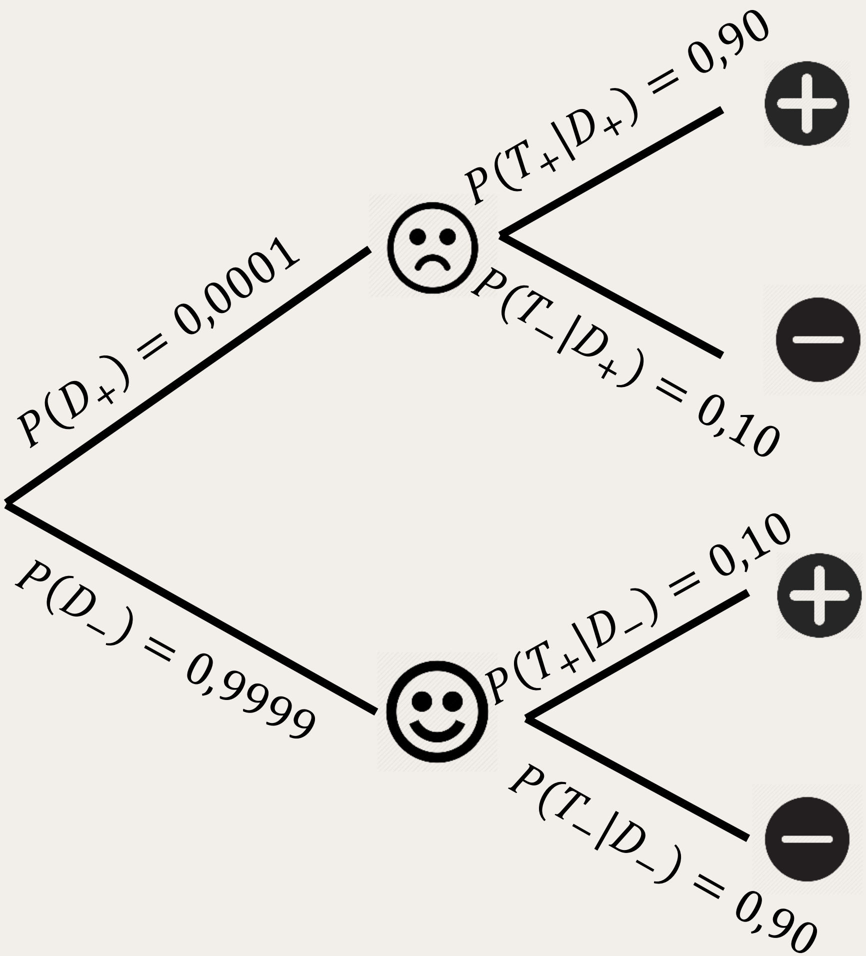
A probabilidade pós-teste aumentou 9x, mas continua baixa, aproximadamente 1 em 1000.
- Doença é relativamente rara (1 em 10.000).

# DIAGRAMA EM ÁRVORE



# DIAGRAMA EM ÁRVORE

$P(D_+) = 0{,}0001$



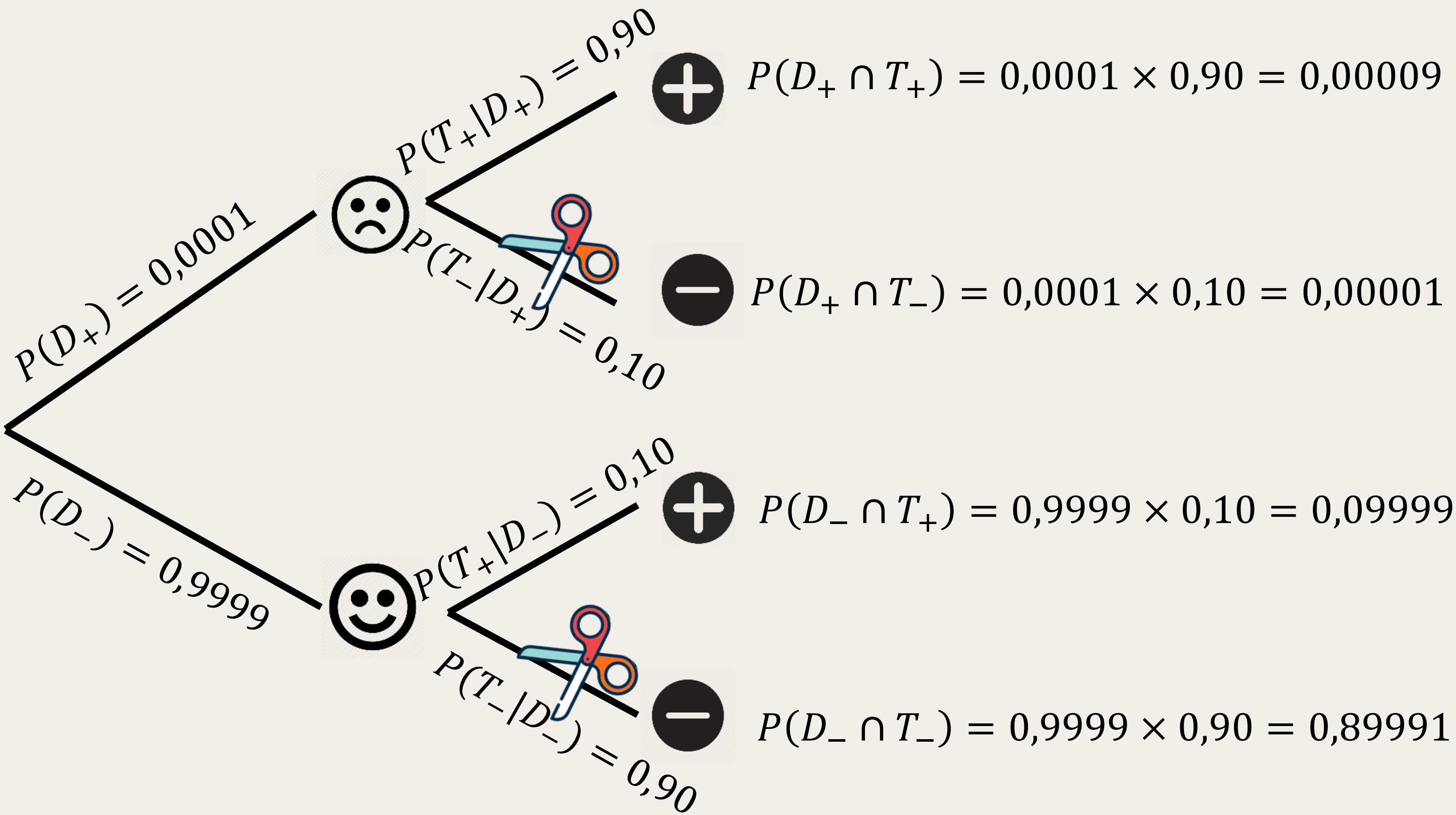

$$P(D_+ \cap T_+) = 0{,}0001 \times 0{,}90 = 0{,}00009$$

$$P(D_+ \cap T_-) = 0{,}0001 \times 0{,}10 = 0{,}00001$$

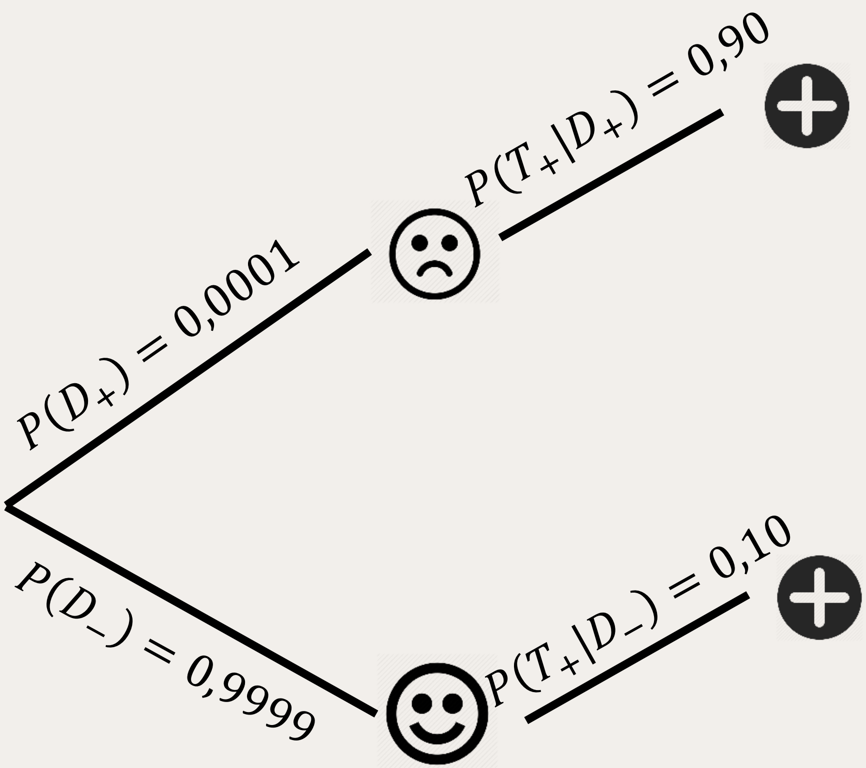
$$P(D_- \cap T_+) = 0{,}9999 \times 0{,}10 = 0{,}09999$$

$$P(D_- \cap T_-) = 0{,}9999 \times 0{,}90 = 0{,}89991$$

# DIAGRAMA EM ÁRVORE

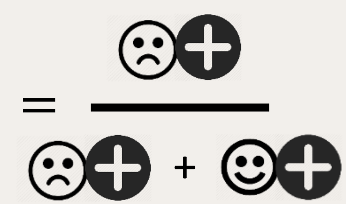


# DIAGRAMA EM ÁRVORE




$P(D_+ \cap T_+) = 0{,}0001 \times 0{,}90 = 0{,}00009$

$P(D \cap T_+) = 0{,}9999 \times 0{,}10 = 0{,}09999$

$P(D_+|T_+) =$ 

# TESTES DIAGNÓSTICOS

## OBJETIVOS DA AULA

- Compreender o que são testes diagnósticos;
- Conhecer os principais índices de desempenho dos testes;
  - Sensibilidade;
  - Especificidade;
  - Valores Preditivos.
- Avaliar a determinação do ponte de corte;
- Curva ROC.

# TESTES DIAGNÓSTICOS

- Diagnóstico: decisão clínica baseada, conscientemente ou não, em probabilidade.
- Objetivos:
  - Triagem de pacientes;
  - Diagnóstico de doenças;
  - Acompanhamento ou prognóstico da evolução do paciente.
- Para chegar ao diagnóstico, existem várias possibilidades, com níveis de certeza que variam de acordo com as informações disponíveis.

**COMO MEDIR O NÍVEL DE CERTEZA DE PRESENÇA DE UMA DOENÇA APÓS A OBSERVAÇÃO DE UM TESTE POSITIVO?**

# VALIDADE DE UM TESTE DIAGNÓSTICO

| | | Referência | |
|---|---|---|---|
| | | Doente | Não Doente |
| Teste Diagnóstico | Positivo | Verdadeiros Positivos (VP) | Falsos Positivos (FP) |
| | Negativo | Falsos Negativos (FN) | Verdadeiros Negativos (VN) |

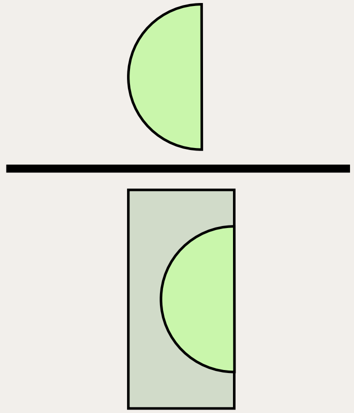
Para determinar a validade, compara-se os resultados do teste com os de uma referência (padrão ouro).

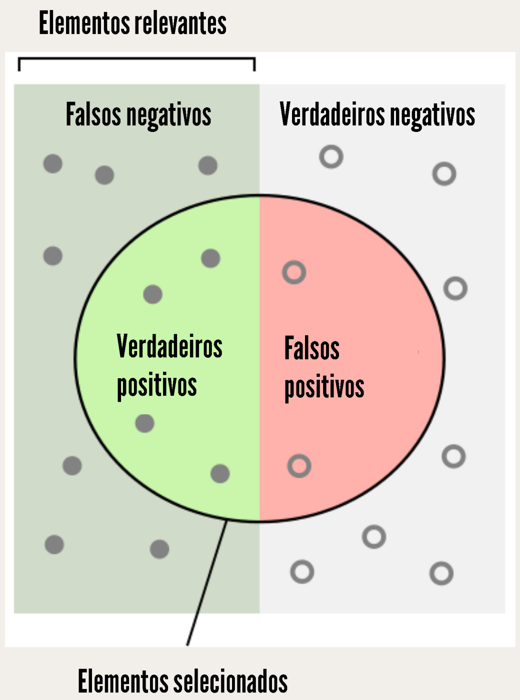
# SENSIBILIDADE E ESPECIFICIDADE

A sensibilidade e a especificidade são medidas importantes pois nos dão uma ideia de quão bom é o desempenho de um teste diagnóstico em comparação com o de um teste padrão ouro existente.

<u>Sensibilidade</u>: proporção verdadeiros positivos em relação ao total de doentes.

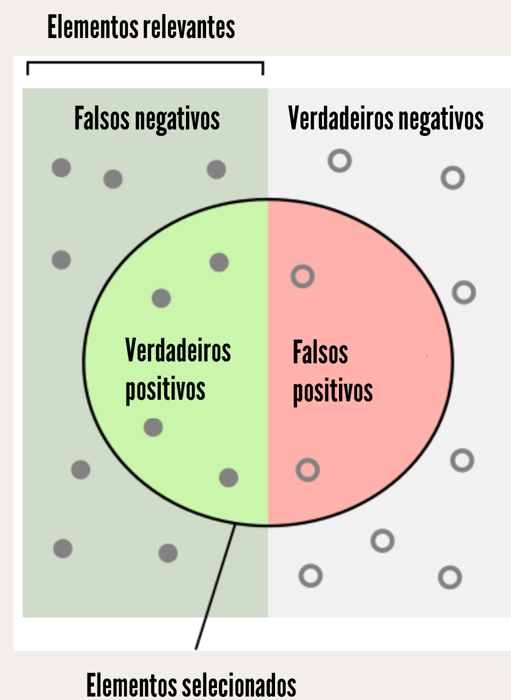
$$S = \frac{VP}{VP+FN} =$$





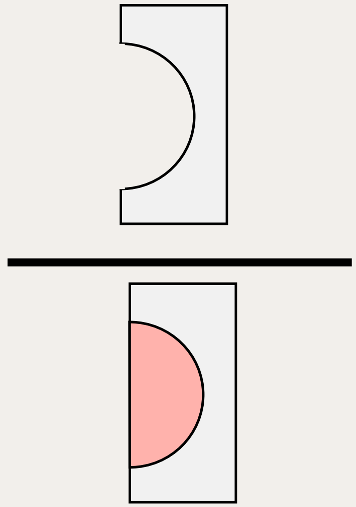
# SENSIBILIDADE E ESPECIFICIDADE

A sensibilidade e a especificidade são medidas importantes pois nos dão uma ideia de quão bom é o desempenho de um teste diagnóstico em comparação com o de um teste padrão ouro existente.




<u>Especificidade</u>: proporção verdadeiros negativos em relação ao total de não doentes.

$$E = \frac{VN}{VN+FP} =$$



# TESTES SENSÍVEIS

- Quando não se pode correr o risco de não detectar a doença, uma vez que os falsos negativos serão dispensados de seguimento.
- Teste sensível (poucos falso-negativos):
  - Doença perigosa, mas tratável (sífilis, tuberculose, Hodgkin, transfusão - aids);
  - Excluir doenças;
  - Probabilidade de doença é baixa e propósito é descobrir a doença: exame periódico, banco de sangue.

# TESTES ESPECÍFICOS

- Associados com custo;
- Rotulação de pacientes;
- Teste específico (<u>poucos falso positivos</u>):
  - Quimioterapia, indicação de cirurgia, doença estigmatizante.

# SENSIBILIDADE E ESPECIFICIDADE

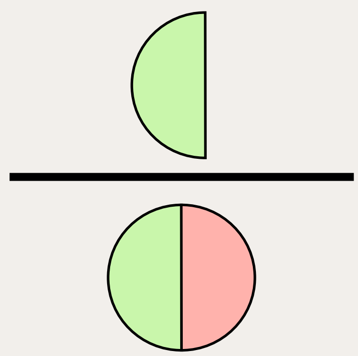
- Úteis para avaliar o desempenho de um teste diagnóstico, mas não são muito úteis para ajudar a tomar decisões clínicas personalizadas.
- Quando um clínico tem um paciente cujo teste apresentou resultado positivo, a pergunta mais importante é a seguinte: dado que o teste é positivo, qual é a probabilidade de o paciente ter a doença?

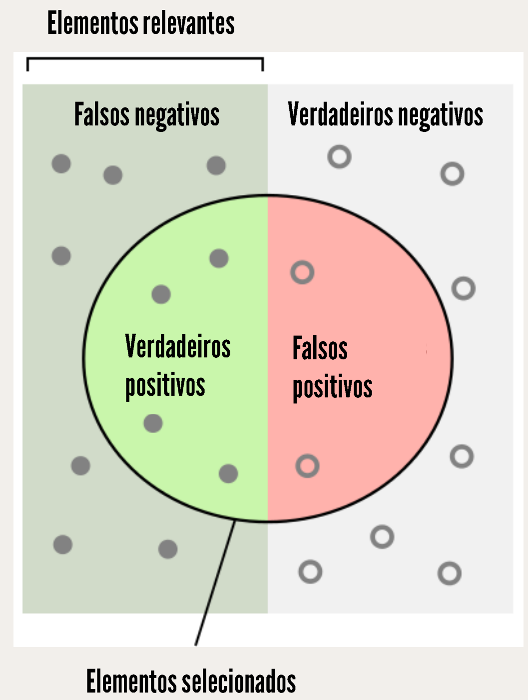
# VALORES PREDITIVOS

Ajudam a compreender o quão bem um teste é capaz de diagnosticar uma doença com base nos resultados do padrão ouro.

<u>Valor Preditivo Positivo</u>: proporção verdadeiros positivos em relação ao total de positivos pelo teste.

$$\text{VPP} = \frac{VP}{VP+FP} =$$



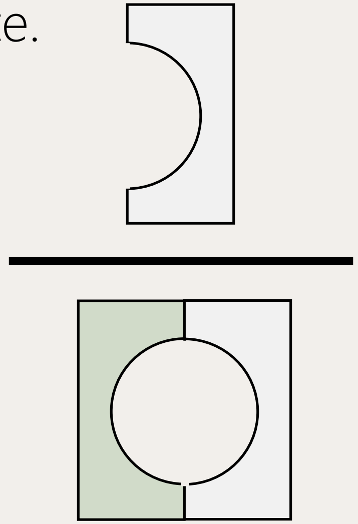


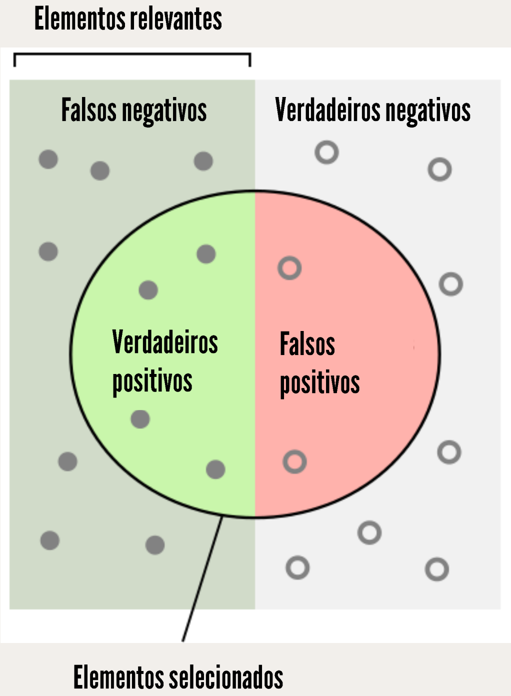
# VALORES PREDITIVOS

Ajudam a compreender o quão bem um novo teste é capaz de diagnosticar uma doença com base nos resultados do padrão ouro.

<u>Valor Preditivo Negativo</u>: proporção de verdadeiros negativos em relação ao total de negativos identificados pelo teste.

$$\mathrm{VPN} = \frac{VN}{VN+FN} =$$





# VALORES PREDITIVOS

- ATENÇÃO!!! Dependem da prevalência da doença na população.
- Se a prevalência (probabilidade pré-teste) da doença for alta em uma determinada população, o VPP aumenta e o VPN diminui.
    - Valores preditivos não são características fixas do teste e não podem ser generalizados para populações com diferentes prevalências da doença.

$$VPP = \frac{S \times P}{(S \times P) + (1 - E) \times (1 - P)}$$

$$VPN = \frac{E \times (1 - P)}{(1 - S) \times P + E \times (1 - P)}$$

***SÓ PODEMOS CALCULAR O VPP E VPN A PARTIR DA MATRIZ DE CONFUSÃO SE ELA TRAZ O VALOR REAL DA PREVALÊNCIA.**

# VALORES PREDITIVOS

- VPP alto: um paciente cujo teste apresente resultado positivo muito provavelmente tem a doença que está sendo investigada.
- VPN alto: um paciente cujo teste apresente resultado negativo muito provavelmente não tem a doença que está sendo investigada.

# VALORES PREDITIVOS

- Quanto mais sensível, melhor o VPN.

$$VPN = \frac{E \times (1 - P)}{\downarrow (1 - S) \times P + E \times (1 - P)}$$

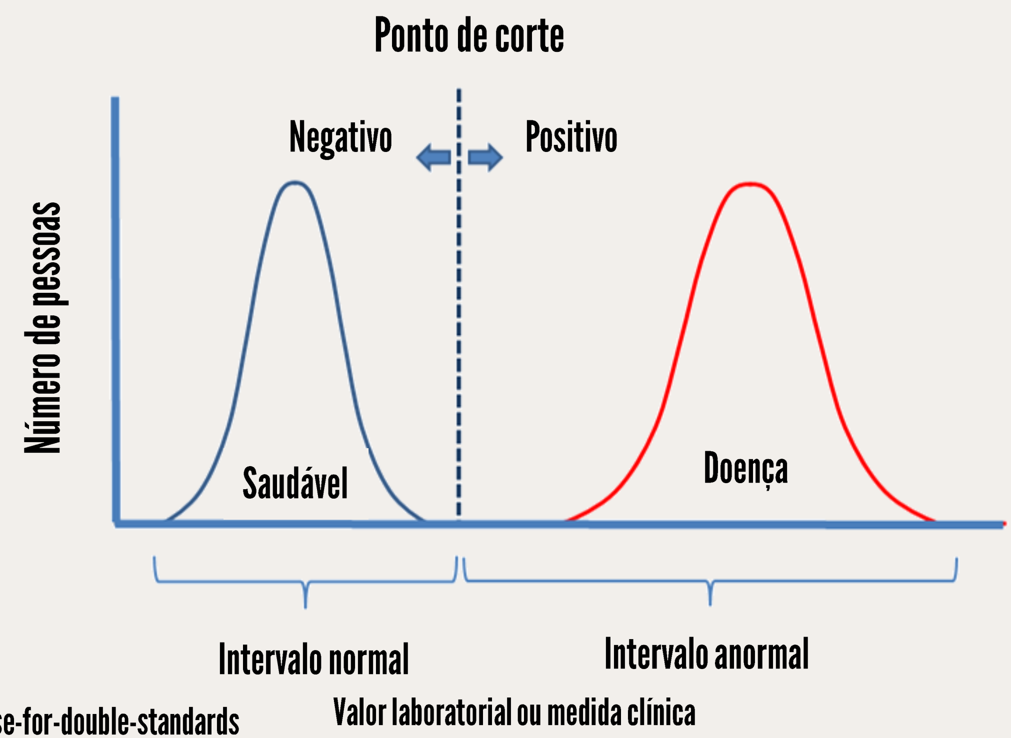
- Quanto mais específico, melhor o VPP.

$$VPP = \frac{S \times P}{(S \times P) + \downarrow (1 - E) \times (1 - P)}$$

**O VPP E O VPN SÃO MAIS ÚTEIS QUE A SENSIBILIDADE E A ESPECIFICIDADE PARA OS CLÍNICOS PORQUE ESTIMAM A PROBABILIDADE DE DOENÇA (OU SUA AUSÊNCIA) A PARTIR DO RESULTADO DO TESTE.**

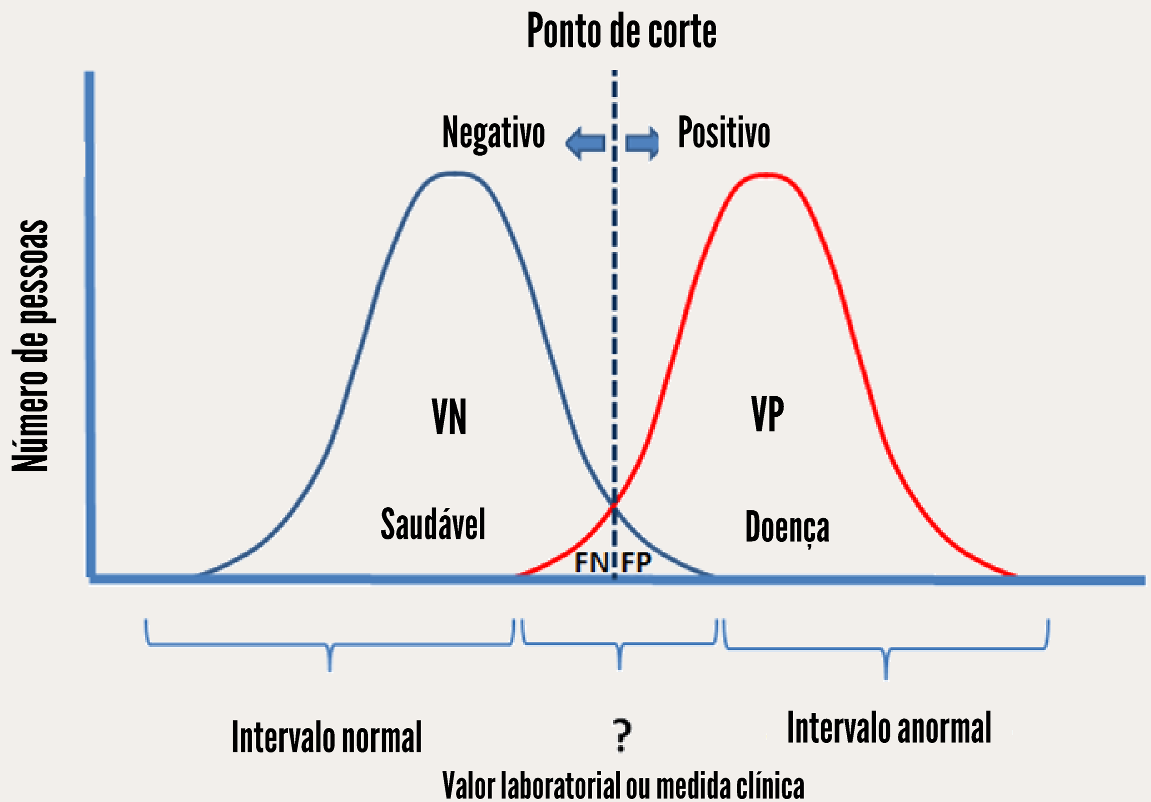
# PONTO DE CORTE

Quando um teste diagnóstico é avaliado, o pesquisador estabelece um ponto de corte que define se o teste é positivo ou negativo, e há sempre uma troca entre sensibilidade e especificidade.



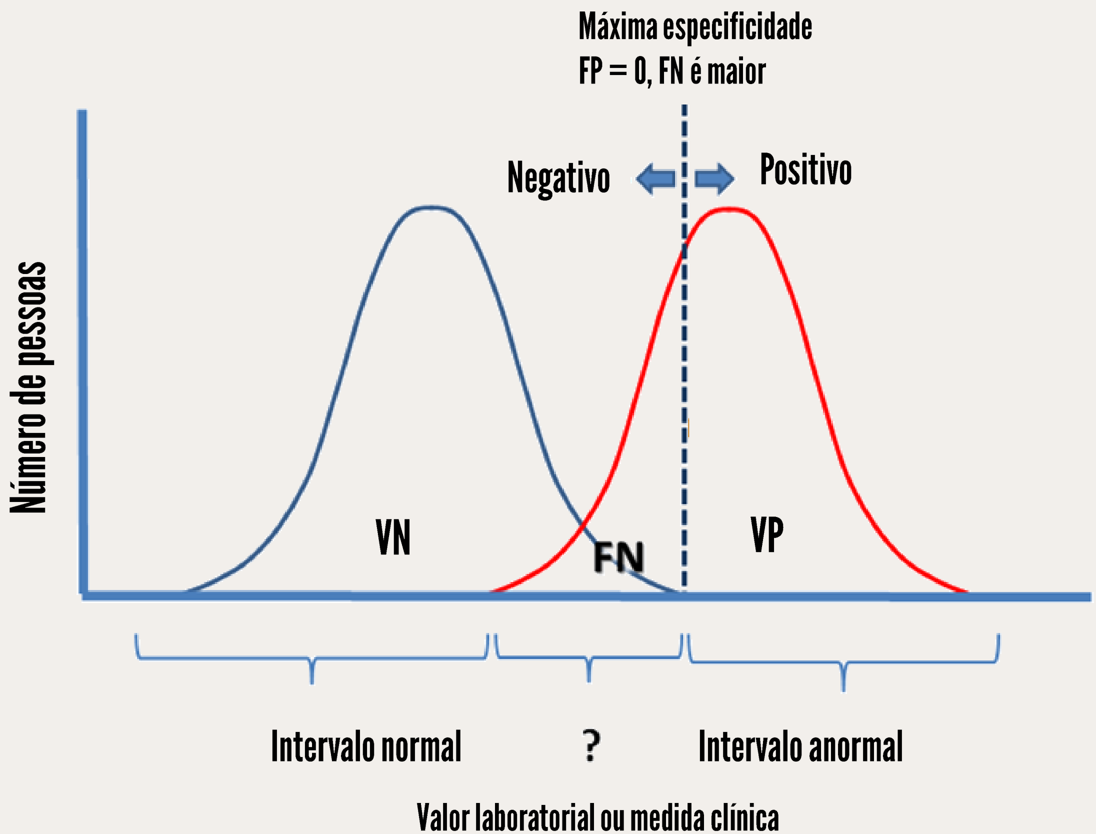

http://www.drcoplan.com/dsm5-the-case-for-double-standards

# PONTO DE CORTE



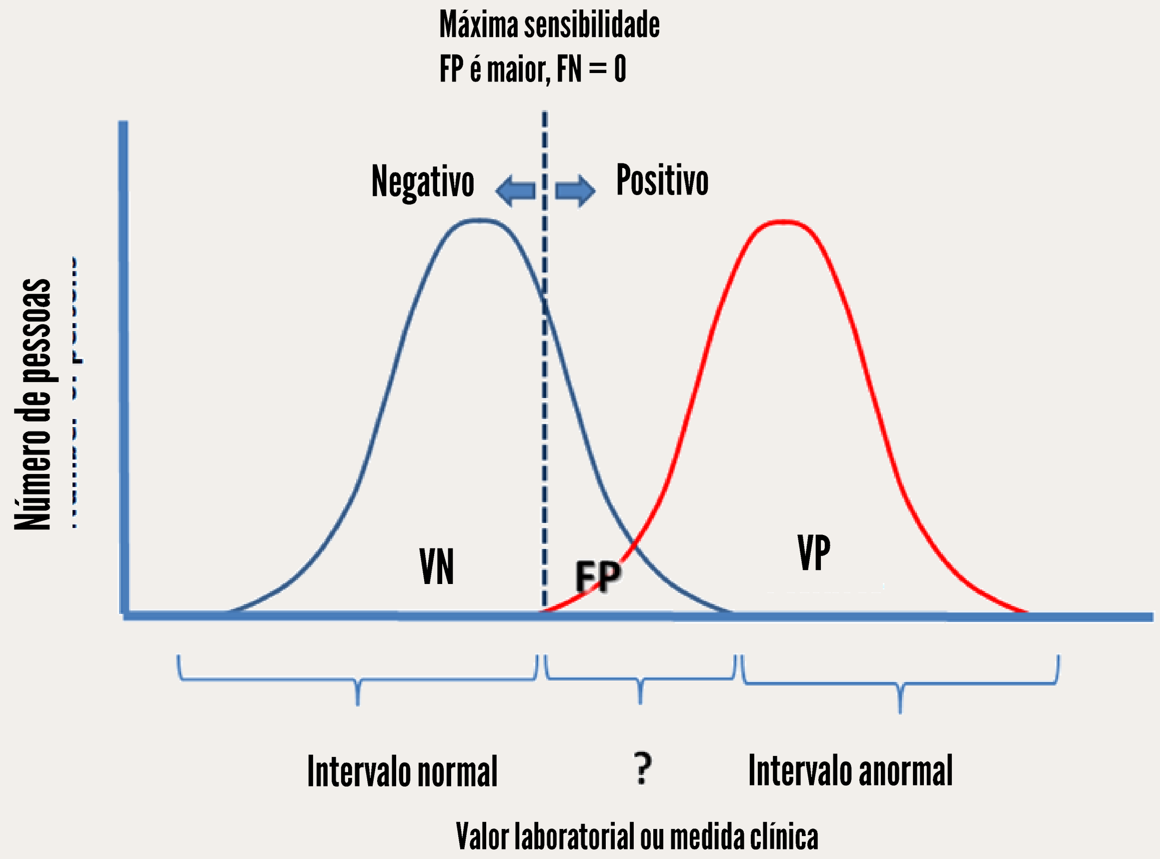

http://www.drcoplan.com/dsm5-the-case-for-double-standards

# PONTO DE CORTE




http://www.drcoplan.com/dsm5-the-case-for-double-standards

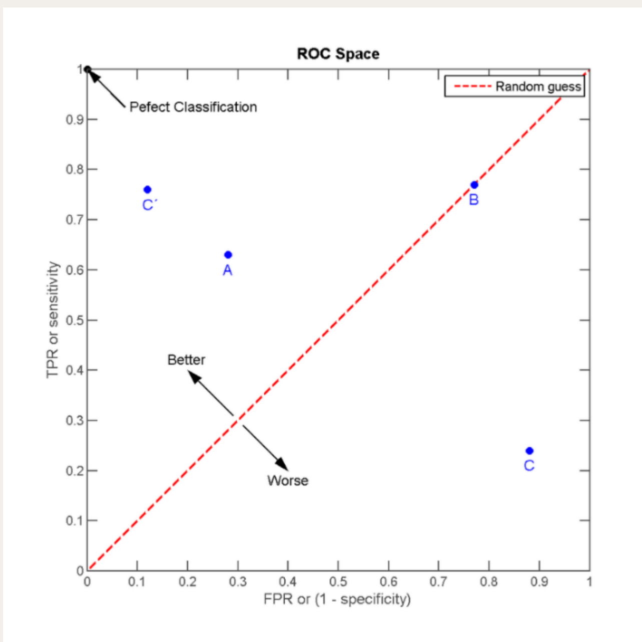
# PONTO DE CORTE

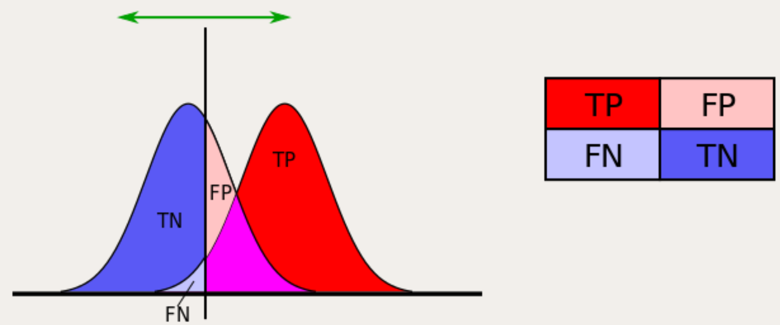


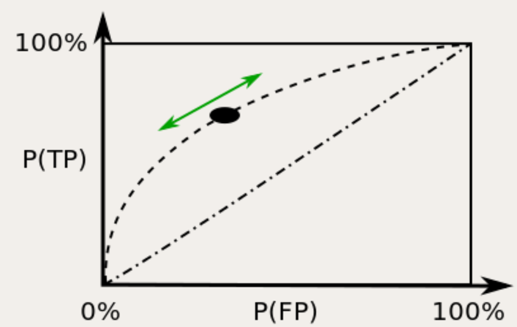

http://www.drcoplan.com/dsm5-the-case-for-double-standards

# CURVAS ROC

Usamos curvas ROC para fazer uma avaliação global do valor de um teste diagnóstico por meio do cálculo da área sob a curva (*Area Under ROC Curve*, AUC).



# EXERCÍCIO

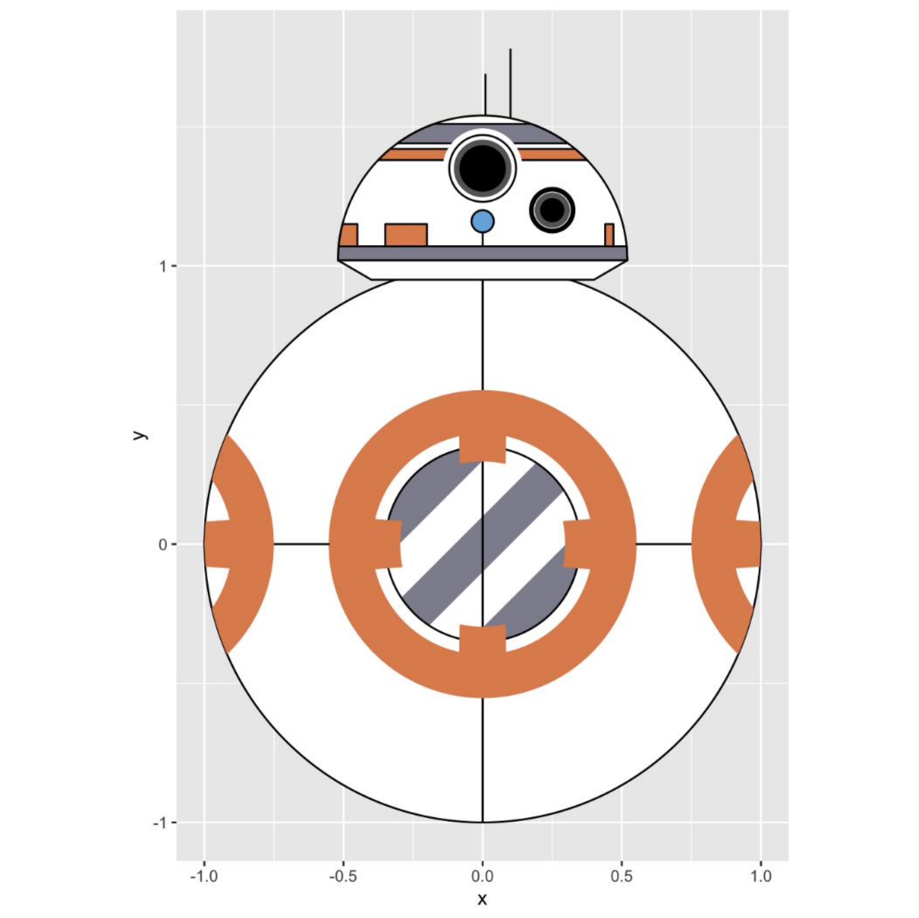
Um <u>médico clínico geral</u> de uma escola examinou uma população de 2.000 alunos na tentativa de detectar casos suspeitos de tracoma. Considere que a <u>prevalência de tracoma</u> na faixa etária de escolares seja de <u>10%</u>, a <u>sensibilidade</u> do exame do médico clínico geral seja de <u>80%</u> e sua <u>especificidade</u> de <u>80%</u>. Todas as crianças rotuladas como "positivas", ou seja, suspeitas de tracoma pelo clínico geral da escola serão posteriormente encaminhadas para exames com o oftalmologista. <u>A sensibilidade e especificidade do exame do oftalmologista é 90%.</u>


**Retirado de: http://www.joinville.ifsc.edu.br/~anna/AULAS%20EPIDEMIOLOGIA%20-%20CURSO/epidem/Epi_Valid_R.pdf**

# EXERCÍCIO

1. Quantas crianças foram rotuladas como "positivas" pelo médico da escola?
2. Quantas crianças foram rotuladas como "positivas" pelo oftalmologista?
3. Qual é o valor preditivo positivo do exame feito pelo médico da escola?
4. Qual é o valor preditivo positivo do exame feito pelo oftalmologista?
5. Quantas crianças são examinadas por ambos, ou seja, pelo médico da escola e pelo oftalmologista?

# ARTE DO DIA FEITA EM R




https://www.r-graph-gallery.com/144-droid-bb-8-data-art.html

# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


- BARBETTA, Pedro Alberto. Estatística aplicada às ciências sociais. Ed. UFSC, 2008.

- DANCEY, Christine P.; REIDY, John G.; ROWE, Richard. Estatística Sem Matemática para as Ciências da Saúde. Penso Editora, 2017.

- MAGNUSSON, Willian E. Estatística [sem] matemática: a ligação entre as questões e a análise. Planta, 2003.