

Princípios de Bioestatística

Testes Clínicos

Enrico A. Colosimo/UFMG

<http://www.est.ufmg.br/~enricoc/>

Depto. Estatística - ICEx - UFMG

Testes Clínicos

- Uma das experiências mais rotineiras da prática clínica é a solicitação de um teste.
- Os objetivos dos testes incluem a triagem de pacientes, o diagnóstico de doenças e o acompanhamento ou prognóstico referente a evolução do paciente.
- Os testes podem ser de imagem, de laboratório, elementos de uma examinação física ou combinação destes.
- Quão bom um teste classifica um indivíduo em doente ou saudável?
 - Idealmente, o teste diagnóstico deveria ser capaz de classificar o indivíduo, sem erro.
 - Em termos práticos, a habilidade de classificar indivíduos no correto status, depende da acurácia do teste, entre outras coisas.

Testes Diagnóstico e de Triagem

- Um teste diagnóstico é utilizado para determinar a presença ou ausência de uma doença quando o indivíduo apresenta sinais ou sintomas da doença.
- Um teste de triagem identifica indivíduos assintomáticos que podem ter a doença.
- Exemplos de testes:
 - Glicemia para diabetes;
 - Mamografia para câncer de mama;
 - PSA para câncer de próstata;
 - Fezes ocultas para câncer de cólon;
 - Pressão intra-ocular para glaucoma;
 - etc.

Variação em Medidas Biológicas

- O resultado de vários testes é em uma escala numérica (variáveis quantitativas);
- A distribuição das medidas numéricas em humanos pode ou não permitir uma fácil separação entre doentes e não-doentes na população de interesse.
- Ou seja, a busca por pontos de corte deve ser cuidadosamente realizada na busca por classificação.

Validade de Teste

- Para chegar a classificação, existem várias possibilidades, com níveis de *certeza* que variam de acordo com as informações disponíveis.
- Validade/Acurácia é a habilidade de um teste em separar os indivíduos doentes daqueles saudáveis.

Sensibilidade e Especificidade

- O **grau de acúrcia de um teste** é avaliado em dois grupos de indivíduos sabidamente: *doentes* e *não doentes*.
- Nesta etapa, o status do paciente é obtido utilizando um *padrão ouro*, usualmente invasivo e caro.

Tabela: Esquema padrão dos dados para um teste clínico.

Teste	Doença		Total
	Presente ($D = 1$)	Ausente ($D = 0$)	
Positivo ($T = +$)	a	b	$a + b$
Negativo ($T = -$)	c	d	$c + d$
Total	$n_1 = a + c$	$n_2 = b + d$	$n = n_1 + n_2$

Usualmente, os totais n_1 e n_2 são fixos.

Notação associada aos testes clínicos

- Os eventos que estamos interessados são:
 - $\{T = +\}$: teste positivo;
 - $\{T = -\}$: teste negativo;
 - $\{D = 1\}$: indivíduo portador da doença;
 - $\{D = 0\}$: indivíduo não portador da doença.

Sensibilidade e especificidade

Na análise da qualidade/acurácia de testes clínicos, temos interesse em conhecer duas probabilidades condicionais:

- a **Sensibilidade (s)**: é a probabilidade do teste ser positivo, dado que o indivíduo é doente.

$$s = P(T = + | D = 1)$$

- a **Especificidade (e)**: é a probabilidade do teste ser negativo, dado que o indivíduo não é doente.

$$e = P(T = - | D = 0)$$

Sensibilidade e especificidade

- Sensibilidade
 - a **Sensibilidade (s)**: é a habilidade do teste identificar corretamente aqueles que tem a doença (a) entre todos indivíduos doentes (a+c).
 - Sensibilidade é uma característica fixa do teste.
- Especificidade:
 - **Especificidade (e)**: é a habilidade do teste identificar corretamente aqueles que não tem a doença (b) entre todos indivíduos sem a doentes (b+d).
 - Sensibilidade é uma característica fixa do teste.

Calculando sensibilidade e especificidade

Recapitulando ...

Tabela: Esquema padrão dos dados para um teste clínico.

Teste	Doença		Total
	Presente ($D = 1$)	Ausente ($D = 0$)	
Positivo ($T = +$)	a	b	$a + b$
Negativo ($T = -$)	c	d	$c + d$
Total	$n_1 = a + c$	$n_2 = b + d$	$n = n_1 + n_2$

Sensibilidade e especificidade (estimativas), n_1 e n_2 fixos.

$$s = \frac{a}{n_1} = \frac{a}{a + c} ; e = \frac{d}{n_2} = \frac{d}{b + d}$$

Calculando sensibilidade e especificidade

Exemplo: Metástase de carcinoma hepático

- Lind & Singer (1986) ¹ estudaram a qualidade da tomografia computadorizada para o diagnóstico de metástase de carcinoma de fígado.
- A tabela a seguir resume os resultados obtidos pelo estudo. Um total de 150 pacientes foram submetidos a dois exames: a tomografia computadorizada e a laparotomia.
- A laparotomia é o *padrão ouro* (classifica o paciente sem erro) para este caso.

¹LIND, S. E., SINGER, D. E. Diagnosing liver metastases: a Bayesian analysis. **Journal of Clinical Oncology**, v.3, p. 379-88, 1986.

Calculando sensibilidade e especificidade

Exemplo: Metástase de carcinoma hepático

Tabela: Resultados do estudo da tomografia computadorizada.

Tomografia	Metástase de carcinoma hepático		Total
	Presente ($D = 1$)	Ausente ($D = 0$)	
Positivo ($T = +$)	52	9	61
Negativo ($T = -$)	15	74	89
Total	67	83	150

$$\hat{s} = \frac{52}{67} = 0,776$$

$$\hat{e} = \frac{74}{83} = 0,892$$

- A especificidade (89,2%) da tomografia computadorizada é maior que sua sensibilidade (77,6%).
- Podemos calcular intervalos de confiança para estas quantidades.

Examinando o Efeito de Pontos de Corte

Exemplo: Diabetes Mellitus tipo II

Diabetes Mellitus tipo II

- Prevalente na população de idosos.
- Teste de tolerância a glicose.
- Indivíduos tomam uma solução de glicose, e o sangue é retirado em intervalos regulares para medir a glicose.
- O teste de triagem consistindo de uma medida de glicose em jejum é mais rápido, simples e mais barato.
- Como encontrar o ponto de corte para separar testes positivo (+) daqueles negativo (-)?

Examinando o Efeito de Pontos de Corte

Exemplo: Diabetes Mellitus tipo II

Diabetes Mellitus tipo II

- Como encontrar o ponto de corte para separar teste + de -?
- O que acontece com a sensibilidade e especificidade se o ponto de corte for alto (digamos, acima de 110 mg/dl)?
- O que acontece com a sensibilidade e especificidade se o ponto de corte for baixo (digamos, abaixo de 90 mg/dl)?
- Diferentes pontos de corte produzem diferentes sensibilidades e especificidades.
- Aumentar sensibilidade implica, sempre, em diminuir especificidade, e vice-versa.

Valor preditivo positivo e negativo

- A sensibilidade e especificidade têm uma limitação séria: não ajudam a decisão da equipe médica.
- Ou seja, ao receber um paciente com resultado positivo do teste, é necessário avaliar se o paciente está realmente doente.
- Para obter a sensibilidade e a especificidade, sabemos o status do indivíduo.
- Duas outras quantidades fazem este papel:
 - **Valor Preditivo Positivo (VPP):** é a probabilidade do paciente estar realmente doente quando o resultado do teste é positivo

$$VPP = P(D = 1 | T = +)$$

- **Valor Preditivo Negativo:** é a probabilidade do paciente não estar doente quando o resultado do teste é negativo

$$VPN = P(D = 0 | T = -)$$

Exemplo: História do Sr. Leonard Mlodnaw (Andar do bêbado, 2008)

Em 1989 o Sr. Leonard teve o Elisa + para HIV e o médico dele fez a seguinte afirmação:

"Você tem uma probabilidade de 999/1000 de morrer em uma década. Sinto muito."

Como o médico obteve este número?

- O valor de especificidade informado pelo laboratório:

$$e = P(T - | D = 0) = 999/1000.$$

e, portanto

$$P(T + | D = 0) = 1/1000!!$$

Ou seja, se com T+, a probabilidade de não ser HIV+, implica que ser HIV+ é 999/1000 !!!!!

- Ele confundiu com a verdadeira afirmação que deveria ser:

$$VPN = P(D = 1 | T+) = ?$$

Vamos entender a situação

- Caso: homem, heterossexual e não usuário de droga
-

$$\Omega = \{(D = 1, T+), (D = 0, T+), (D = 1, T-), (D = 0, T-)\}$$

- Suponha que p (prevalência) = 1/10000.
- Para cada 10 000 pessoas do caso em estudo, espera-se que o teste detecte 11 testes + (um realmente doente e 10 não doentes)
- Conclusão: Para cada 11 Elisa + somente um seria realmente doente. Ou seja,

$$VPP = P(D = 1 | T = +) = 1/11$$

- O médico deveria ter dito:

"Não se preocupe, existe uma probabilidade de 10/11 de que você não esteja infectado pelo HIV."

Calculando VPP e VPN

- Para calcular o VPP e o VPN recorreremos ao **Teorema de Bayes**.
- Suponha que os eventos C_1 e C_2 formem uma partição de Ω e que suas probabilidades sejam conhecidas. Suponha ainda que para um evento A , se conheçam as probabilidades $P(A|C_i)$ para $i = 1, 2$. Então, para qualquer i :

Teorema de Bayes

$$P(C_i|A) = \frac{P(A|C_i) \times P(C_i)}{P(A|C_1) \times P(C_1) + P(A|C_2) \times P(C_2)}, i = 1, 2.$$

Calculando VPP e VPN

- $VPP = P(D = 1 | T = +)$. Pelo Teorema de Bayes, temos:

$$\begin{aligned} P(D = 1 | T = +) &= \frac{\overbrace{P(T = + | D = 1)}^{\text{sensibilidade}} \overbrace{P(D = 1)}^{\text{prevalência}}}{\underbrace{P(T = + | D = 1)}_{\text{sensibilidade}} \underbrace{P(D = 1)}_{\text{prevalência}} + \underbrace{P(T = + | D = 0)}_{1 - \text{especificidade}} \underbrace{P(D = 0)}_{1 - \text{prevalência}}} \\ &= \frac{ps}{ps + (1 - p)(1 - e)}, \end{aligned}$$

em que $p = P(D = 1)$ é a prevalência da doença na população de interesse (proporção de doentes, ou probabilidade de doença pré-teste).

Calculando VPP e VPN

- $VPN = P(D = 0|T = -)$, e da mesma forma (via Teorema de Bayes), temos:

$$\begin{aligned} P(D = 0|T = -) &= \frac{\overbrace{P(T = -|D = 0)}^{\text{especificidade}} \overbrace{P(D = 0)}^{1-\text{prevalência}}}{\underbrace{P(T = -|D = 0)}_{\text{especificidade}} \underbrace{P(D = 0)}_{1-\text{prevalência}} + \underbrace{P(T = -|D = 1)}_{1-\text{sensibilidade}} \underbrace{P(D = 1)}_{\text{prevalência}}} \\ &= \frac{(1 - p)e}{p(1 - s) + (1 - p)e}. \end{aligned}$$

Calculando VPP e VPN

Exemplo: Metástase de carcinoma hepático (continuação)

Para uma população cuja **prevalência de metástase de carcinoma de fígado é de 2%**, o VPP da tomografia computadorizada é

$$VPP = \frac{0,02 \times 0,78}{0,02 \times 0,78 + (1 - 0,02) \times (1 - 0,89)} = 0,13$$

e o VPN é

$$VPN = \frac{(1 - 0,02) \times 0,89}{(1 - 0,02) \times 0,89 + 0,02 \times (1 - 0,78)} = 0,99.$$

Calculando VPP e VPN/Versão simplificada

Exemplo: Metástase de carcinoma hepático (continuação)

Vamos construir uma tabela para uma amostra de tamanho 10000 ($p = 0,02$, $s = 0,78$, $e = 0,89$).

Metástase de carcinoma hepático	Tomografia		Total
	Positivo ($T = +$)	Negativo ($T = -$)	
Presente ($D = 1$)	156	44	200
Ausente ($D = 0$)	1078	8722	9800
Total	1234	8766	10000

$$VPP = \frac{156}{1234} = 0,13$$

e o VPN é

$$VPN = \frac{8722}{8766} = 0,99.$$

Calculando VPP e VPN

Exemplo: Metástase de carcinoma hepático (continuação)

Observações:

- O VPP é baixo enquanto o VPN é bastante alto.
- Se o resultado da tomografia computadorizada é negativo, a probabilidade de não haver metástase é de 99%.
- Por outro lado, se o resultado for positivo, o risco de errar (falso positivo) é muito alto (87%).
- Os valores de VPP e VPN são diretamente ligados a prevalência da doença na população em estudo.

Decisões incorretas

- **Probabilidade de Falso-Positivo (PFP):**

$$PFP = P(D = 0|T = +) = 1 - P(D = 1|T = +) = 1 - VPP$$

- **Probabilidade de Falso-Negativo (PFN):**

$$PFN = P(D = 1|T = -) = 1 - P(D = 0|T = -) = 1 - VPN$$

- **Atenção:** não há na literatura padronização relativa aos nomes atribuídos às probabilidades condicionais acima. PFP e PFN são frequentemente utilizados para as quantidades $1 - s$ e $1 - e$.

VPP e VPN em Palavras

- **Probabilidade de Falso-Positivo (PFP):**

$$PFP = P(D = 0|T = +) = 1 - P(D = 1|T = +) = 1 - VPP.$$

Proporção de indivíduos que não tem a doença entre aqueles com o teste positivo.

- **Probabilidade de Falso-Negativo (PFN):**

$$PFN = P(D = 1|T = -) = 1 - P(D = 0|T = -) = 1 - VPN.$$

Proporção de indivíduos que tem a doença entre aqueles com o teste negativo.

- **Atenção:** ao contrário da sensibilidade e especificidade, VPP e VPN NÃO são características **fixas** do teste, dependem da prevalência da doença.

Decisões incorretas

Exemplo: Teste ELISA para detecção do HIV

- Entre as várias técnicas para detectar a presença do HIV, a primeira a se difundir no Brasil foi o teste de ELISA (*Enzymelinked immunosorbent assay*).
- Em 1985 esta técnica foi comercializada por vários laboratórios americanos.
- O Laboratório ABBOTT relatou, em seus testes preliminares, sensibilidade de 95% e especificidade de 99,8%.
- Com estes valores (sensibilidade e especificidade) mais a prevalência podemos calcular VPP, VPN e conseqüentemente PFP e PFN.

Decisões incorretas

Exemplo: Teste ELISA para detecção do HIV

Relembrando

$$VPP = \frac{ps}{ps + (1 - p)(1 - e)} \text{ e } PFP = 1 - VPP$$

- Para uma prevalência de 2% ($p = 1/50 = 0,02$) temos:

$$VPP = \frac{0,02 \times 0,95}{0,02 \times 0,95 + (1 - 0,02) \times (1 - 0,998)} = 0,9065$$

$$PFP = 1 - 0,9065 = 0,0935$$

- Valor preditivo positivo de 90,7% e probabilidade de falso positivo de 9,3%.
- Da mesma forma (sabendo e , s e p), obtemos $VPN = 99,89\%$ e $PFN = 0,11\%$.

Decisões incorretas

Exemplo: Teste ELISA para detecção do HIV

- Variando os valores da prevalência temos os seguintes resultados para VPP, VPN, PFP e PFN:

Tabela: Valores de predição (VPP e VPN) e proporção de falsos resultados (PFP e PFN) do teste ELISA para detecção do HIV, versão ABBOTT.

Prevalência	VPP (%)	VPN (%)	PFP (%)	PFN (%)
1/100.000	0,47	100,00	99,53	0,00
1/10.000	4,54	100,00	95,46	0,00
1/1.000	32,21	99,99	67,79	0,01
1/500	48,77	99,99	51,23	0,01
1/200	70,47	99,99	29,53	0,01
1/100	82,75	99,99	17,25	0,01
1/50	90,65	99,89	9,35	0,11

Decisões incorretas

Exemplo: Teste ELISA para detecção do HIV

- Considerando-se a população total de um país, a AIDS é uma doença de prevalência baixa.
- Os resultados da tabela mostram que em um programa de uso do teste em larga escala, grande parte dos pacientes com **resultado positivo** consiste na realidade de **falsos-positivo** (VPP baixo e PFP alto).
- Por outro lado VPN é alto e PFN é baixo para prevalência menores que 1/100. Ou seja há pouquíssimos falsos-negativos.
- Um resultado positivo deve ser reconfirmado através de teste baseado em tecnologia diferente do ELISA.

Escolha entre testes diagnósticos

- Idealmente, os testes utilizados devem ter alta sensibilidade e especificidade.
- Na prática nem sempre existem testes disponíveis com características ótimas.
- É comum a situação em que há mais de um teste ou os valores da sensibilidade e especificidade podem ser calibrados a partir de uma escala numérica.
- A curva ROC (receiver operator characteristic) é utilizada para a comparação de testes diferentes para a mesma patologia.
- A escolha de um ponto de corte para um teste obtido a partir de uma escala numérica deve ser realizada de acordo com o seu objetivo. Os objetivos mais comuns são: triagem (prevalência baixa) ou diagnóstico (prevalência alta).

Escolha entre pontos de corte

Tabela: VPP e VPN para alguns valores de sensibilidade e especificidade para prevalências de 1% e 90%.

<i>s</i>	<i>e</i>	Prevalência de 1%		Prevalência de 90%	
		<i>VPP</i>	<i>VPN</i>	<i>VPP</i>	<i>VPN</i>
0,99	0,99	0,5000	0,9999	0,9989	0,9167
0,99	0,90	0,0909	0,9999	0,9889	0,9091
0,99	0,80	0,0476	0,9999	0,9780	0,8989
0,90	0,99	0,4762	0,9990	0,9988	0,5238
0,90	0,90	0,0833	0,9989	0,9878	0,5000
0,90	0,80	0,0435	0,9987	0,9759	0,4706
0,80	0,99	0,4469	0,9980	0,9986	0,3548
0,80	0,90	0,0748	0,9978	0,9863	0,3333
0,80	0,80	0,0388	0,9975	0,9730	0,3077

Escolha de Ponto de Corte: Teste de Triagem

- Teste de Triagem: **Prevalência é (muito) baixa** e baixo custo.
- Objetivo Principal: é não perder doentes. Ou seja, devemos minimizar falsos negativos ou maximizar VPN.
- VPN é alto mas devemos te-lo o mais alto possível.
- **Usar um teste com alta sensibilidade.**
- VPP é muito baixo, gerando muitos falsos positivos. Ou seja, gerando custo alto (re-teste), ansiedade, etc.
- VPP é mais influenciado pela especificidade.

Escolha de Ponto de Corte: Teste de Diagnóstico (confirmatório)

- Teste Diagnóstico: **prevalência alta**, alto custo e, usualmente, invasivo.
- Objetivo Principal: é minimizar falsos positivos ou maximizar VPP.
- **Usar um teste com alta especificidade.**
- VPN é influenciado mais pela sensibilidade.

Escolha entre testes diagnósticos

Em conclusão.....

- 1 Teste de Triagem: o risco de perder um caso (doente) é alto (doença fatal e existe tratamento, ou a doença é contaminante):
 - Minimize falsos negativos;
 - Use teste de alta sensibilidade.
- 2 Se o teste diagnóstico (confirmatório) é caro ou invasivo:
 - Minimize falso-positivos;
 - Use teste de alta especificidade.
- 3 Balancear a quantidade de falsos positivos contra falsos negativos.

Combinação de testes diagnósticos

- Combinação de testes é útil para aumentarmos a qualidade dos mesmos, aumentar sensibilidade ou especificidade.
- Muitas vezes, para o diagnóstico de certa doença, dispomos apenas de testes com VPP e VPN baixo.
- Se existe um bom teste, este pode ser muito caro ou oferece grande risco ao paciente.
- Nestas circunstâncias, uma opção frequentemente utilizada é o uso de uma **combinação de testes**.

Combinação de testes diagnósticos

- Quando dois testes são usados é preciso encontrar as medidas de qualidade do teste múltiplo.
- As maneiras mais simples de se formar um teste múltiplo, a partir de resultados de dois testes, são os esquemas **em paralelo (simultâneo)** e **em série (sequencial)**.

Combinação de testes diagnósticos

Combinação em paralelo (sensibilidade)

- O resultado do teste será considerado positivo **se pelo menos um dos testes apresentar resultado positivo**. É de maior utilidade em casos de urgência.

Teste A	Teste B	Teste em paralelo
-	-	-
-	+	+
+	-	+
+	+	+

Sensibilidade

$$\begin{aligned}P(T = + | D = 1) &= P(T_{A+} \cup T_{B+} | D = 1) \\ &= P(T_{A+} | D = 1) + P(T_{B+} | D = 1) - P(T_{A+} \cap T_{B+} | D = 1) \\ S &= S_A + S_B - S_A \times S_B\end{aligned}$$

Combinação de testes diagnósticos

Combinação em paralelo (especificidade)

- Pode-se calcular a especificidade de um teste em paralelo admitindo-se que os resultados dos dois testes **são independentes**.

Teste A	Teste B	Teste em paralelo
-	-	-
-	+	+
+	-	+
+	+	+

Especificidade

$$\begin{aligned}P(T = - | D = 0) &= P(T_{A-} \cap T_{B-} | D = 0) \\ &= P(T_{A-} | D = 0) \times P(T_{B-} | D = 0) \\ e &= e_A \times e_B\end{aligned}$$

Combinação de testes diagnósticos

Combinação em série

- Os testes são aplicados consecutivamente, sendo o segundo será aplicado apenas se o primeiro apresentar resultado positivo.
- Esse procedimento é indicado em situações onde não há necessidade de rápido atendimento e quando o paciente poder ser acompanhado ao longo do tempo.

Teste A	Teste B	Teste em série
-	desnecessário	-
+	-	-
+	+	+

Combinação de testes diagnósticos

Combinação em série (sensibilidade)

Teste A	Teste B	Teste em série
-	desnecessário	-
+	-	-
+	+	+

Sensibilidade

$$\begin{aligned}P(T = + | D = 1) &= P(T_{A+} \cap T_{B+} | D = 1) \\ &= P(T_{A+} | D = 1) \times P(T_{B+} | D = 1) \\ s &= s_A \times s_B\end{aligned}$$

Combinação de testes diagnósticos

Combinação em série (especificidade)

Teste A	Teste B	Teste em série
-	desnecessário	-
+	-	-
+	+	+

Especificidade

$$\begin{aligned}P(T = - | D = 0) &= P(T_{A-} \cup T_{B-} | D = 0) \\ &= P(T_{A-} | D = 0) + P(T_{B-} | D = 0) \\ &\quad - P(T_{A-} | D = 0) \times P(T_{B-} | D = 0) \\ e &= e_A + e_B - e_A \times e_B\end{aligned}$$

Combinação de testes diagnósticos

Exemplo: Diagnóstico de câncer pancreático

Imagine um paciente idoso com dores persistentes nas costas e no abdômen e perda de peso. Na ausência de uma explicação para estes sintomas, a possibilidade de câncer do pâncreas é frequentemente levantada. É comum para se verificar esta possibilidade diagnóstica, que ambos os testes de **ultra-som** e **tomografia computadorizada** do pâncreas sejam solicitados.

Tabela: Sensibilidade e especificidade dos testes de ultra-som e tomografia computadorizada no diagnóstico do câncer de pâncreas, individualmente e em conjunto (dados hipotéticos).

Teste	Sensibilidade (%)	Especificidade (%)
A: Ultrasom	80	60
B: Tomografia	90	90
Paralelo: A ou B +	98	54
Série: A e B +	72	96

Necessidade da combinação de testes

Há pelo menos duas situações em que a necessidade de combinação de testes surge naturalmente

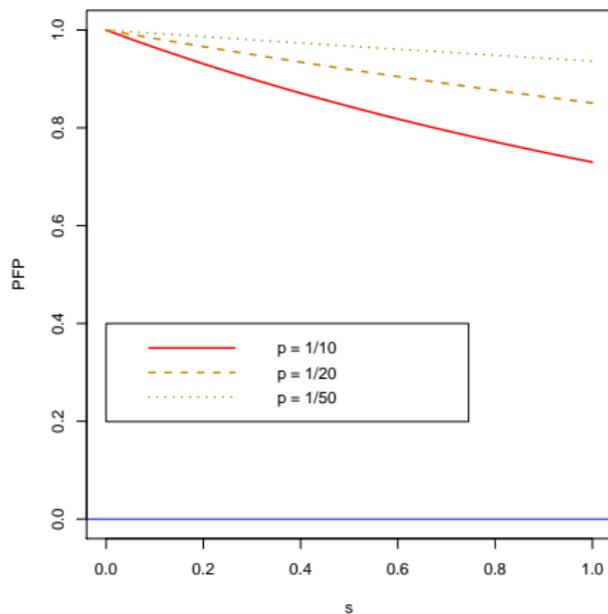
- **Triagem:** é um tipo de procedimento que visa classificar pessoas assintomáticas quanto à probabilidade de terem ou não a doença.
 - É aplicado em grande número de pessoas de uma população.
 - A triagem não faz um diagnóstico, mas aponta as pessoas com maior probabilidade de estarem doentes. Essas são submetidas a um teste diagnóstico para comprovar ou não a presença da doença.
 - É indicada em caso de doença séria, se o tratamento na fase assintomática é mais benéfico do que na fase sintomática e em casos de alta prevalência.
 - O teste de triagem é considerado o primeiro dos testes de uma combinação em série

Necessidade da combinação de testes

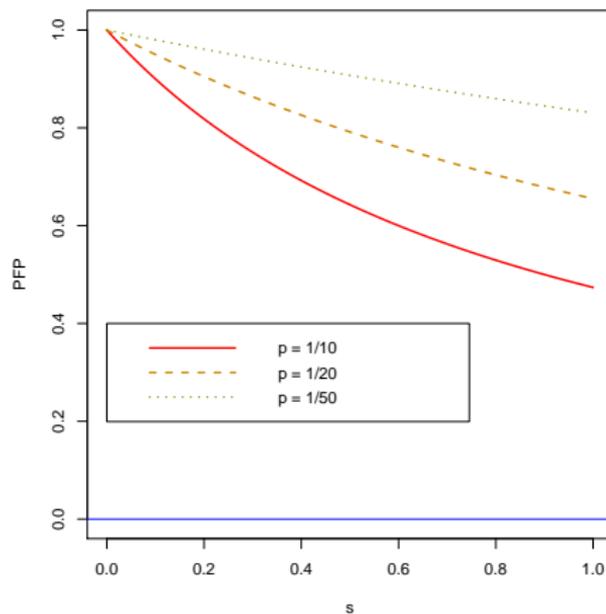
- **Diagnóstico individual:** aparecem os dois tipos de combinação: em série e paralelo.
 - A combinação em paralelo é usada em casos de urgência ou para pacientes residentes em lugares distantes.
 - A combinação em série é usada em consultórios e clínicas hospitalares e em casos de testes caros e arriscados.

Simulações para comparação de PFP e PFN

especificidade = 70 %

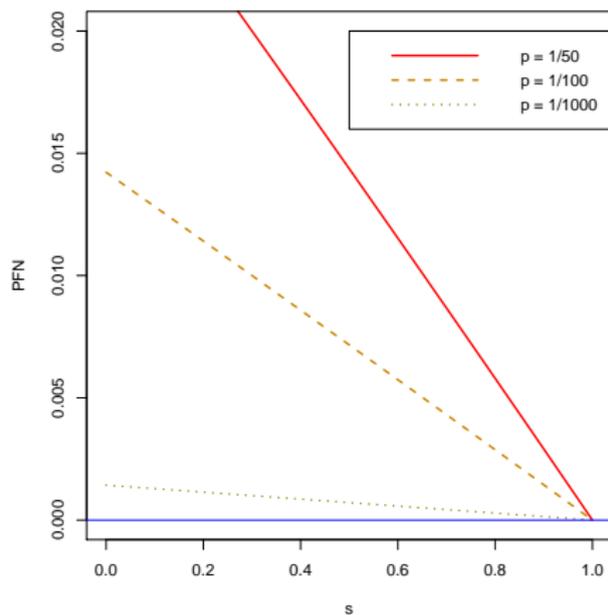


especificidade = 90 %

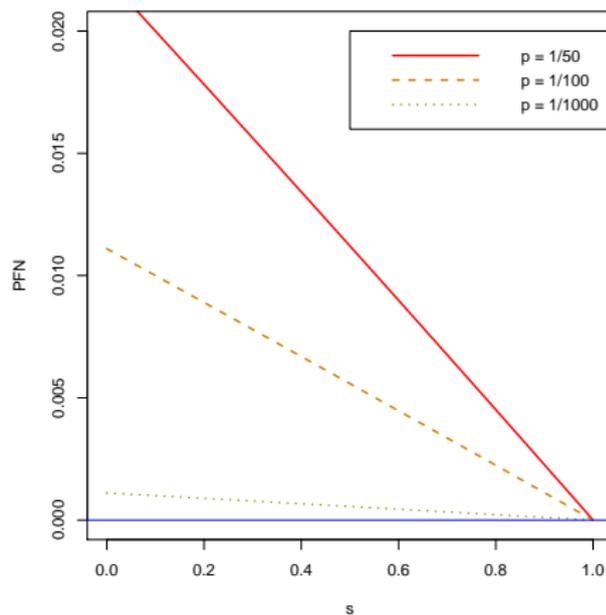


Simulações para comparação de PFP e PFN

especificidade = 70 %

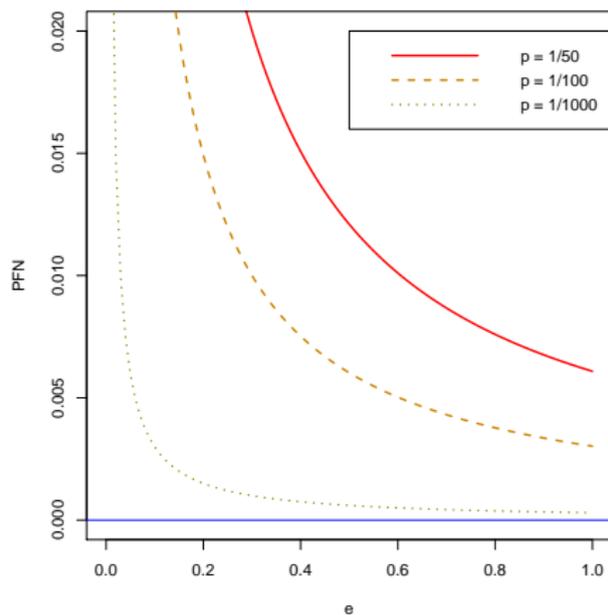


especificidade = 90 %



Simulações para comparação de PFP e PFN

sensibilidade = 70 %



sensibilidade = 90 %

