

# PALESTRA 2

18 de outubro de 2011

**Jonathan D. Mahnken, Ph.D., PStat®**

# Parte I - Esboço

- ❑ Tipos de Dados
  - Numéricos/Contínuos
  - Nominais/Categóricos
- ❑ Resumindo dados contínuos
  - Medidas de localização
  - Medidas de dispersão
  - Resumo gráfico
- ❑ Resumindo dados categóricos
  - Medidas
  - Resumo gráfico
- ❑ Relações entre as medidas
  - Medidas de associação

# Resumindo dados

- ❑ Dados são valores observados ou medidos
  - Forma de plural de datum
- ❑ Utilizam-se dados para fazer uma declaração sobre uma hipótese
  - O grupo A recebeu mais mamografias que o grupo B
  - O tratamento X não é melhor que o tratamento Y
- ❑ OBJETIVO: descrever população *brevemente*

# Resumindo dados

## ❑ Descrições numéricas

- Tendência central
- Dispersão
- Amplitude

## ❑ Descrições pictóricas

- Diagrama de dispersão
- Histograma
- Diagrama em caixa (box-plot)

# Tipos de Dados

## □ Dados Categóricos

- Valores qualitativos
- Variáveis nominais
  - Valores se encaixam numa categoria
    - Ex. Olhos azuis, verdes ou castanhos
  - Não há ordem de magnitude associada a vários níveis
- Variáveis Ordinais
  - Valores se encaixam numa categoria *mas* há uma ordem ou magnitude inerente
    - Ex. Muito doente, doente, saudável ou muito saudável

# Tipos de Dados

## □ Dados Numéricos

- Valores quantitativos
- Valores ao longo de uma continuidade
  - Variáveis contínuas
    - Ex. IMC
  - Variáveis Discretas
    - Número de visitas ao hospital

# Resumindo Dados Numéricos

- Medidas de tendência central
  - Média
  - Mediana
  - Moda
  - Média geométrica

# Resumindo Dados Numéricos

## □ Média

- Média aritmética
- Diagrama de x-barra
- Pode usar os dados tabulados (média ponderada)

## □ Mediana

- Observação média
  - Média aritmética das duas observações médias se  $n$  for par
- $[50\% < \text{mediana}]$  and  $[50\% > \text{mediana}]$ 
  - 50º percentil



# Resumindo Dados Numéricos

## □ Moda

- Valor que ocorre mais frequentemente
- Podem haver mais de uma moda
  - Ex. – 2 modas são chamadas de bimodal
- NEM SEMPRE existe

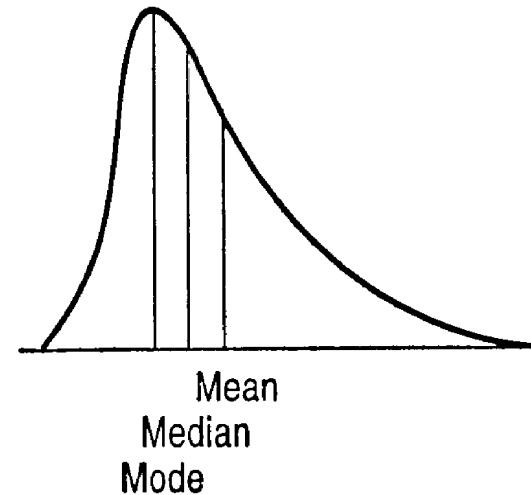
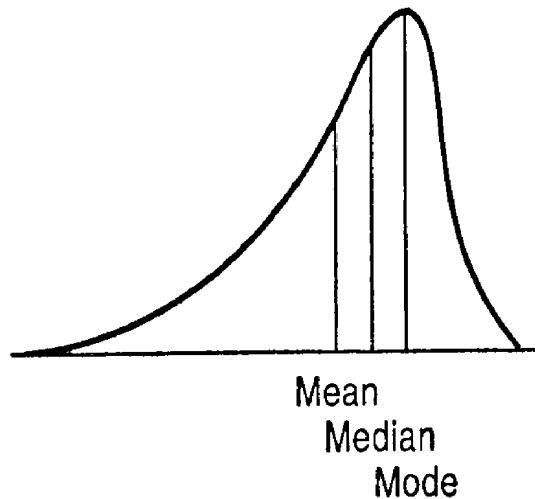
## □ Média Geométrica

- Enésima ( $n$ ) raiz do produto de  $n$  observações

# Resumindo Dados Numéricos

- ❑ Qual medida da tendência central é a melhor?
  - Depende da forma da distribuição
    - Assimétrica: esticada para um lado, não simétrica
  - Média
    - Distribuições simétricas
  - Mediana
    - Distribuições ordinais ou assimétricas
  - Moda
    - Distribuições com mais de uma moda
  - Média geométrica
    - Distribuições em escala logarítmica

# Populações Assimétricas



Negativamente assimétrica  
assimétrica à esquerda  
Média menor que a mediana

Positivamente distorcida  
assimétrica à direita  
média maior que a mediana

# Resumindo Dados Numéricos

- Medidas de dispersão
  - Desvio padrão
  - Coeficiente de variação
  - Percentis
  - Amplitude
  - Amplitude interquartil

# Resumindo Dados Numéricos

## □ Desvio Padrão (DP)

- Raiz quadrada do desvio quadrado médio a partir da média
- Graus de liberdade (gl) em vez de  $n$  para tornar imparcial
  - gl é o número de parâmetros que são “livres para variar”
  - Se somar e  $(n-1)$  observações são conhecidas, então a enésima  $n^{\text{th}}$  observação é fixada
- DP da População (parâmetro) utiliza  $n$
- DP da Amostra (estatística) utiliza  $n-1$

# Resumindo Dados Numéricos

## □ Coeficiente de Variação(CV)

- Dispersão relativa
  - Dispersão relativa à média
- Razão do DP para diagrama de X-barra (vezes 100%)
- Compara medidas de escalas diferentes

# Resumindo Dados Numéricos

## □ Percentil (%tile)

- % da distribuição  $\leq$  o valor
  - Min = 0%tile
  - Mediana = 50%tile

## □ Amplitude

- Amplitude = max – min
- Amplitude = 100%tile – 0%tile

## □ Amplitude interquartil

- 75%tile – 25%tile

# Resumindo Dados Numéricos

## □ Qual medida de dispersão é melhor?

- Depende do tipo de medida de tendência central que é utilizada
  - A qual depende da forma da distribuição
- DP
  - Quando a média é utilizada (distribuições simétricas)
- %tiles
  - Quando a mediana é utilizada
  - Quando a média é usada mas comparando com conjunto de normas
    - Peso e altura de uma criança entre 1 e 3 anos
- Amplitude
  - Quando descreve valores extremos
  - Amplitude interquartil quando descreve os 50% internos da distribuição
- CV
  - Ao comparar medidas de escalas diferentes



# Exibindo Dados Numéricos

- ❑ Tabela de frequência
- ❑ Diagrama de caule-e-folhas
- ❑ Histograma
- ❑ Diagrama em caixa (box plot)

# Exibindo Dados Numéricos

## □ Tabela de Frequência

- Categoriza os números
  - Ex. – idades 0-4, 5-9, 10-14, 15-19, ...
  - Grupos mutuamente exclusivos
- Conta o número de vezes que uma observação se encaixa em cada categoria

19

# Exibindo Dados Numéricos

- Diagrama de caule-e-folhas
  - Categoriza os números
    - Caule
    - Ex. – renda: <\$10 mil \$10 mil-<\$20 mil, ...
    - Grupos mutuamente exclusivos
  - Coloca cada valor de observação dentro da categoria apropriada
    - Folha
    - Como um registro
    - *Pode apenas incluir porção do valor que é único à categoria*

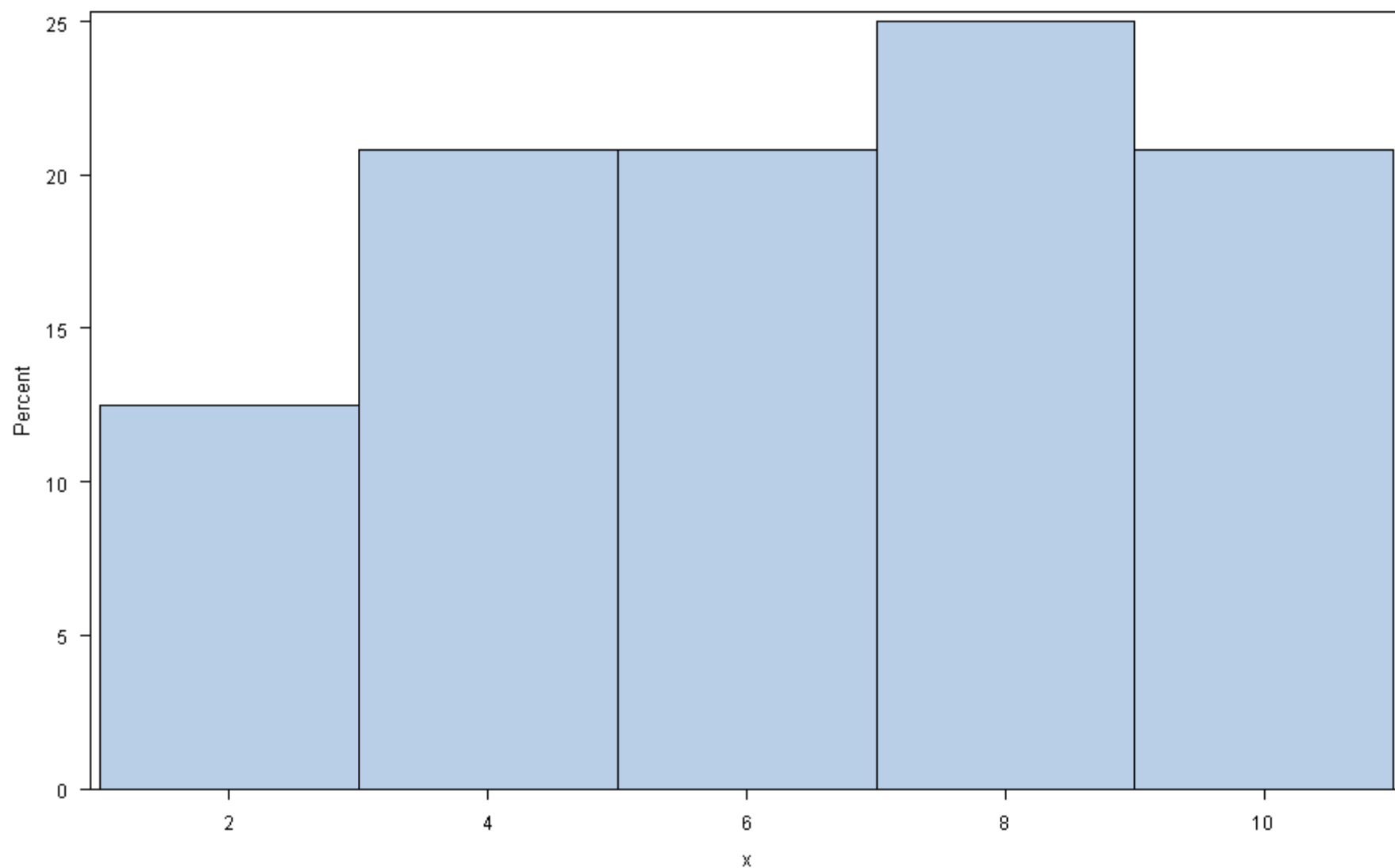
Obs	x	Cau	le	Fol	ha	#
1	1	10		000		3
2	2	9		000		3
3	3	8		0000		4
4	3	7		000		3
5	3	6		00		2
6	3	5		00000		5
7	3	4		000		3
8	4	3		00000		5
9	4	2		0		1
10	4	1		0		1
11	5...					

-----+-----+-----+-----+

# Exibindo Dados Numéricos

## □ Histograma

- Categoriza os números
  - Ex. – anos de escolarização: 0-8, 9-12, 13-16, >16
  - Grupos mutuamente exclusivos
- A Área da barra vertical para cada categoria é proporcional ao número de observações que se encaixam naquela categoria
- A barra vertical está centrada no ponto médio de amplitude da categoria



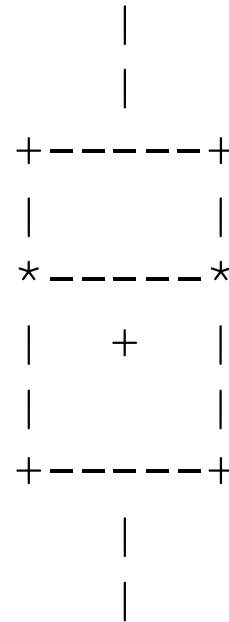
# Exibindo Dados Numéricos

- ❑ Diagrama em Caixa - Box plot
  - Diagrama em caixa de bigodes
  - 25, 50, 75%tiles
    - Caixa em torno da amplitude interquartil
    - Linha horizontal na mediana
    - Bigodes de fora da caixa para  $1,5 \times$  [amplitude interquartil]
  - Observações do diagrama além dos bigodes
    - Valores atípicos
  - Figura 3-4 (p. 40)
  - PROC UNIVARIATE (Opção PLOTS) ou PROC BOXPLOT
    - Capítulo 3 – Programa 6.sas



Obs	x
1	1
2	2
3	3
4	3
5	3
6	3
7	3
8	4
9	4
10	4
11	5...

Diagrama em Caixa - Box-plot



# Resumindo Dados Nominais

- ❑ Proporções
- ❑ Percentagens
- ❑ Taxas
- ❑ Razões

# Resumindo Dados Nominais

## □ Proporção

- $a/[a+b]$
- a e b são pessoas
  - Denominador é pessoas
  - Proporção de coorte que fez um mamografia
    - a = número de mulheres em coorte que fizeram um mamografia
    - b = número de mulheres em coorte que não fizeram um mamografia
- Melhor estimativa de risco

## □ Porcentagem

- $100\% \times \{a/[a+b]\}$
- Proporção x 100%

# Resumindo Dados Nominais

## □ Taxas

- $a/[a+b]$
- a e b são pessoa-tempo
  - Denominador é pessoa-tempo
  - Taxa de mamografias
    - a = número de anos nos quais as mulheres no coorte fizeram uma mamografia
    - b = número de anos nos quais as mulheres no coorte não fizeram uma mamografia
- Alguns sujeitos podem contribuir mais pessoa-tempo que outras
- *Somente observações em denominador podem contribuir para o numerador!*
- *Melhor estimativa de risco que a razão, pior que proporção*

# Aparte

## □ Comentário sobre taxas

- Estudo A:

- 2 pessoas acompanhadas por 50 anos cada

- Estudo B:

- 100 pessoas acompanhadas por 1 ano cada

## □ *Ambos estudos possuem a mesma quantidade de pessoa-anos*

- *Ambos estudos possuem o mesmo denominador*

# Resumindo Dados Nominais

## □ Razão

- $a/b$
- $a$  e  $b$  são dois números *quaisquer*
  - Exemplos
    - Razão das chances(OR)
    - Razão de nascimentos e mortes
- Não é tão bom quanto proporção ou taxa ao se estimar risco
  - $OR \approx$  risco quando a doença é rara

# Exemplos de Medida de Dados Nominais

## ❑ Proporções (por centos)

- Incidência de doenças cardíacas
- Prevalência de câncer

## ❑ Taxas

- Taxa de mortalidade de câncer em população SEER
- Taxa de morbidade em dados de alta hospitalar

## ❑ Razões

- Taxa bruta de natalidade
  - O Denominador é a população de meados do ano (e não uma coorte)

# Resumindo Dados Nominais

- ❑ Variáveis de confusão
  - Idade
  - Sexo
  - Raça
- ❑ Idade, sexo, raça, ... taxas específicas
  - Taxa separada dentro de cada categoria de confundidor
- ❑ Taxas ajustadas
  - Direta
  - Indireta



# Taxas Ajustadas

- ❑ Quais teriam sido as taxas se as variáveis de confusão tivessem sido distribuídas de forma diferente?
  - População de referência
    - Arbitrária
  - Direta
    - Média ponderada das taxas específicas
  - Indireta
    - Razão de mortalidade padronizada (RMP)

# Razão de Mortalidade Padronizada Direta

	Developed Country			Developing Country		
	Infants Born	Deaths		Infants Born	Deaths	
Birthweight	N	No.	Rate (/1,000)	N	No.	Rate (/1,000)
<1500 g	20,000	870	43.5	30,000	1,860	62.0
1500-2499 g	30,000	480	16.0	45,000	900	20.0
>=2500 g	150,000	1,050	7.0	65,000	585	9.0
Total	200,000	2,400	12.0	140,000	3,345	23.9
Crude infant mortality in developed country = 12.0						
Crude infant mortality in developing country = 23.9						
Reference population: developed country						
What would the crude mortality rate be in the developing country if they had the developed countries birthweight distribution?						
DSMR (/1000) =	15.95					

# Razão de Mortalidade Padronizada Indireta

	Number of Infants Born		Spec Dth Rts
Birthweight	Developed	Developing	/1,000 Std Pop
<1500 g	20,000	30,000	50.0
1500-2499 g	30,000	45,000	20.0
>=2500 g	150,000	65,000	10.0
<b>Number of Deaths</b>	2,400	3,345	
Actual number of infant deaths in developed country = 2,400			
Actual number of infant deaths in developing country : 3,345			
Death rates are from the standard population.			
How many deaths would we expect to have observed in the developed country if they had the death rates of the standard population?			
Expected =		3100	
SMR = Observed/Expected =		0.77	

# Exibindo Dados Nominais

- ❑ Tabela de Frequência
- ❑ Diagrama de barra
- ❑ Diagrama de Pizza

# *Exibindo Dados Nominais*

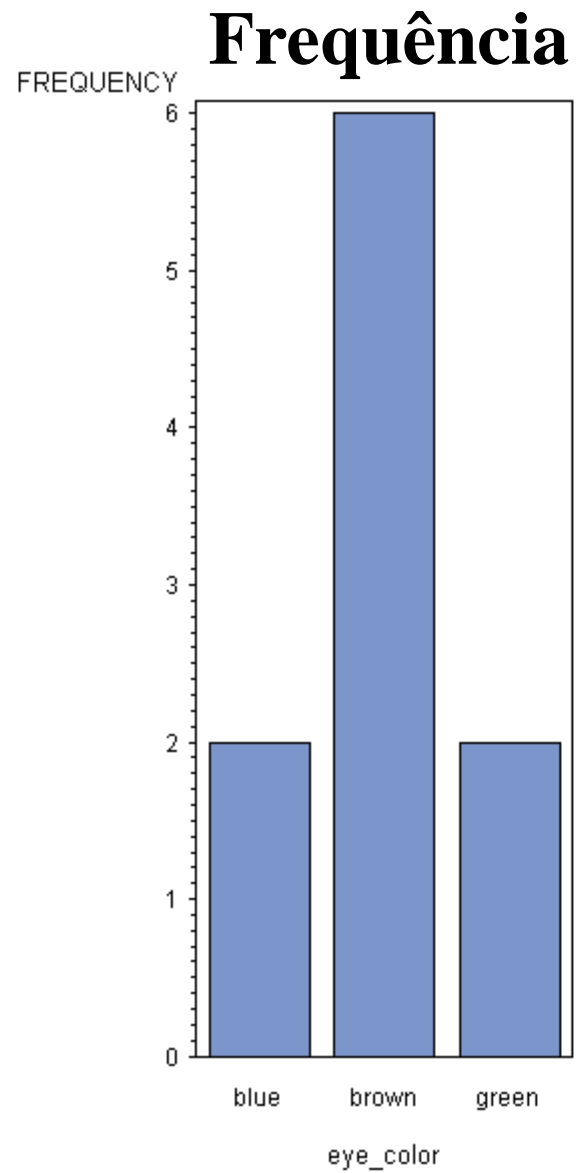
- Tabela de frequência
  - Já categorizada
    - Ex. – Hispânico e não Hispânico
    - Grupos mutuamente exclusivos
  - Conta o número de vezes que uma observação se encaixa em cada categoria

Obs	raça	Raça	Frequência	Percentagem
1	Hispanica	ff		
2	Hispanica	Hispanica	7	70,00
3	Hispanica	Não-Hispanica	3	30,00
4	Hispanica			
5	Hispanica			
6	Hispanica			
7	Hispanica			
8	Não-Hispanica			
9	Não-Hispanica			
10	Não-Hispanica			

# Exibindo Dados Nominiais

## □ Diagrama de barras

- Já categorizados
  - Ex. – olhos azuis, verdes ou castanhos
  - Grupos mutualmente exclusivos
- A altura para a barra vertical para cada categoria é proporcional ao número de observações que se encaixam naquela categoria
  - Todas as barras verticais possuirão a mesma espessura
- Figura 3-10 (p. 48)
- PROC GCHART
  - Capítulo 3 – Programa 8.sas





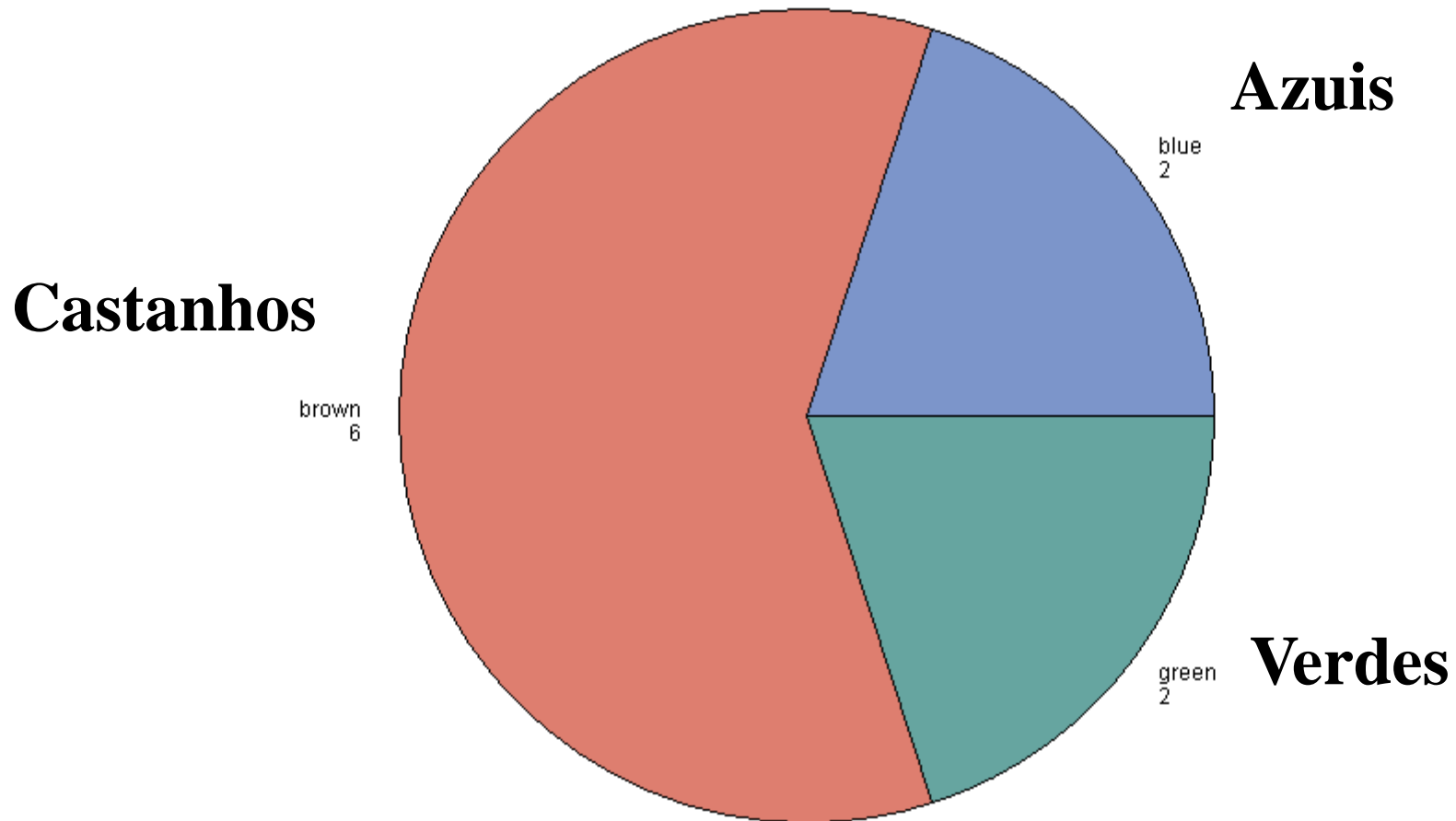
# *Exibindo Dados Nominais*

## □ Diagrama de pizza

- Já categorizado
  - Ex. – olhos azuis, verdes ou castanhos
  - Grupos mutualmente exclusivos
- O tamanho de cada fatia para cada categoria é proporcional ao número de observações que se encaixam dentro daquela categoria

# Frequência de cor dos olhos

FREQUENCY of eye\_color



# Relações Entre Características

## ❑ Numérica

- Coeficiente de correlação
- Coeficiente de determinação

## ❑ Ordinal

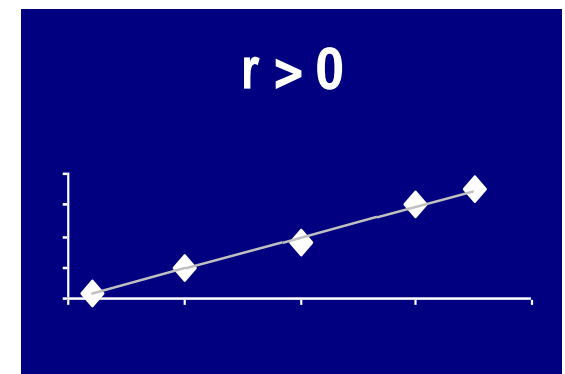
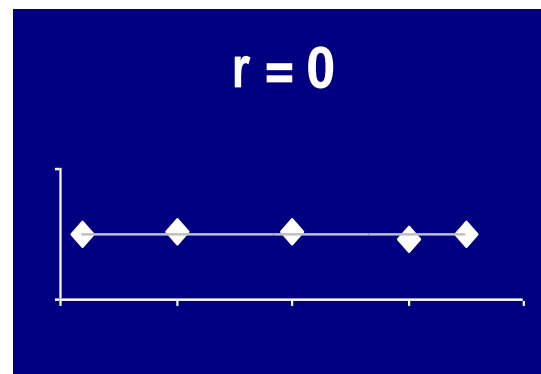
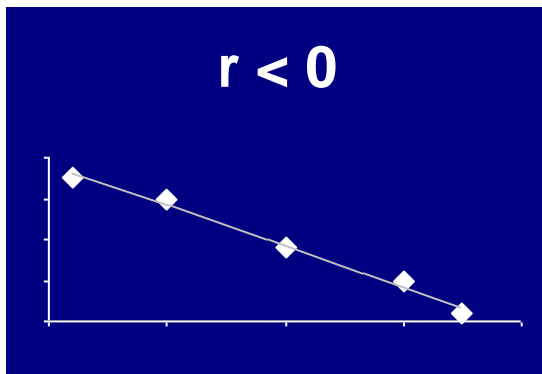
- Coeficiente de correlação ordinal de Spearman

## ❑ Nominal

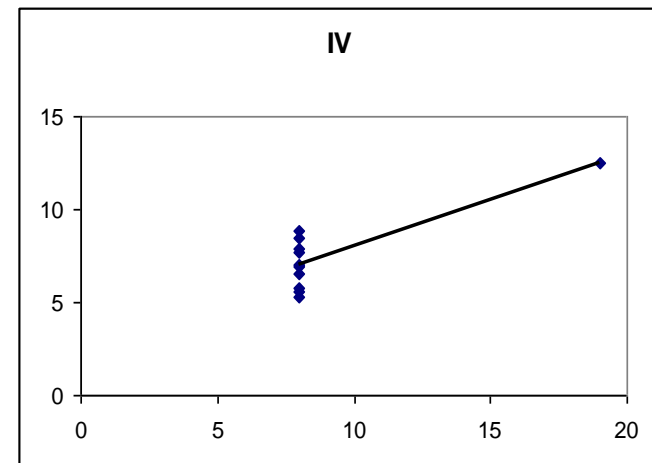
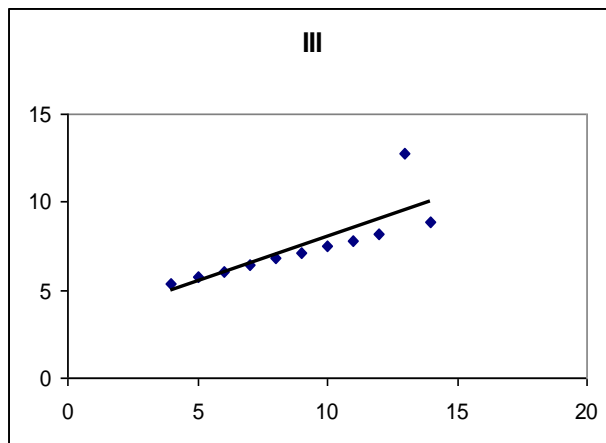
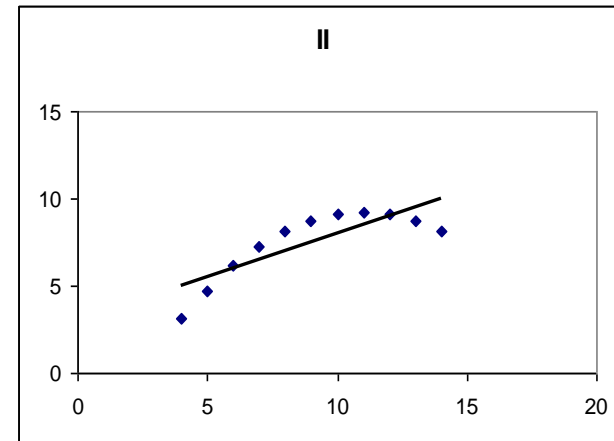
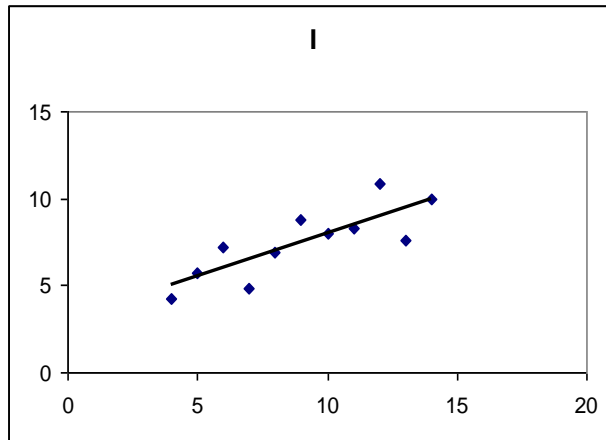
- Relativa
  - Razão de riscos
  - Razão das chances
- Absoluto
  - Diferença de risco

# Relações Entre Características Numéricas

- Coeficiente de correlação ( $r$ )
  - Coeficiente de correlação de Pearson
  - Relação *Linear* entre duas variáveis
  - $[-1, 1]$  independente de unidades



# Relações Entre Características Numéricas



# Relações Entre Características Numéricas

□  $r^2$  é o coeficiente de determinação

■ Ex.

- $r = 0,58$
- $r^2 = 0,34$
- “... 34% variabilidade numa das medidas, ..., pode ser considerada (ou prevista) sabendo-se o valor da outra medida...” (pp 49-50)

# Relações Entre Características Ordinais

- Coeficiente de correlação ordinal de Spearman ( $r_s$ )
  - $\rho$  do Spearman
  - Não paramétrica
  - Cálculo
    - Observações ordinais
    - Calcula o coeficiente de correlação de Pearson em postos quando empates não estão presentes
    - Fórmula mais complexa quando empates estão presentes!
  - $[-1, 1]$ 
    - Relação linear entre os *postos* das observações

# Relações Entre Características Nominais

- ❑ Razão de risco ou risco relativo (RR)
  - Termos frequentemente utilizados livremente
  - Risco
    1. Proporção
    2. Taxa
    3. Chances
  - Qual medida é apropriada?
    - Depende de como os dados foram amostrados
    - Direção de levantamento
- ❑ Medidas absolutas
  - Redução de risco absoluto(RRA), redução de risco relativo (RRR), etc.
  - Diferença em vez de razão



# Relações Entre Características Nominais

- Razão de proporção ou razão de taxa (RR)
  - Estudo de Follow-up
    - Status de exposição conhecido
    - Status da doença descoberto através de estudo

Exposição	Doença	
	Sim	Não
Sim	a	b
Não	c	d



$$RR = \frac{\frac{a}{a+b}}{\frac{c}{c+d}}$$


- Compare a taxa de doença em exposto vs. não exposto

# Relações Entre Características Nominiais

## □ Razão das Chances (RC)

### ▪ Estudo de caso-controle

- Status da doença é conhecido
- Status de exposição descoberto através de estudo




Exposição	Doença	
	Sim	Não
Sim	a	b
Não	c	d

$$RC = \frac{\frac{a}{c}}{\frac{b}{d}}$$

- Compare as chances de exposição nos casos vs. controles

# RC para Exposição = RC para Doença



Exposição	Doença	
	Sim	Não
Sim	a	b
Não	c	d

$$RC = \frac{\frac{a}{c}}{\frac{b}{d}} = \frac{ad}{bc}$$

Exposição	Doença	
	Sim	Não
Sim	a	b
Não	c	d

$$RC = \frac{\frac{a}{b}}{\frac{c}{d}} = \frac{ad}{bc}$$




# Razão das chances para Doenças Raras

- Quando a doença é rara ( $[a + b \approx b]$  e  $[c + d \approx d]$ )
  - $RC \approx RR$

Exposição	Doença	
	Sim	Não
Sim	a	b
Não	c	d



$$RR = \frac{\frac{a}{a+b}}{\frac{c}{c+d}}$$



Exposição	Doença	
	Sim	Não
Sim	a	b
Não	c	d

$$RC = \frac{\frac{a}{c}}{\frac{b}{d}} = \frac{\frac{a}{b}}{\frac{c}{d}} \approx \frac{\frac{a}{a+b}}{\frac{c}{c+d}}$$

# Parte II – Esboço

## □ Inferência Estatística

- Inferência para médias
- Erros tipo I e tipo II
- Inferência para proporções
- Inferência para diferenças de média (ex., publicação de pré-versus
- Inferências para proporções pareadas (ex., publicação de pre- versus)
- Abordagens Não Paramétricas
- Estimação do tamanho da amostra

# Estatística Inferencial

- ❑ Métodos que usamos para retirar conclusões de uma amostra de uma população..
- ❑ Suposições
  - Seleção aleatória
  - Amostra representativa
- ❑ Intervalos de confiança
- ❑ Teste de hipótese

# Estatística Inferencial

- Estatísticas do Capítulo 5 são para único grupo de sujeitos
  - Observado uma vez por sujeito
    - Estimativa de extensão média de permanência hospitalar (95% CI)
    - Testar se a extensão média de permanência hospitalar é igual (ou maior que ) 5 dias
  - Observado duas vezes por sujeito
    - Pareado (antes e depois)
    - Compara número e visitas médicas antes e depois do tratamento

# Estatística Inferencial

## □ Paramétrica

- Os dados são provenientes de uma distribuição conhecida
  - Normal
  - t dos alunos
  - Exponencial (sobrevivência)

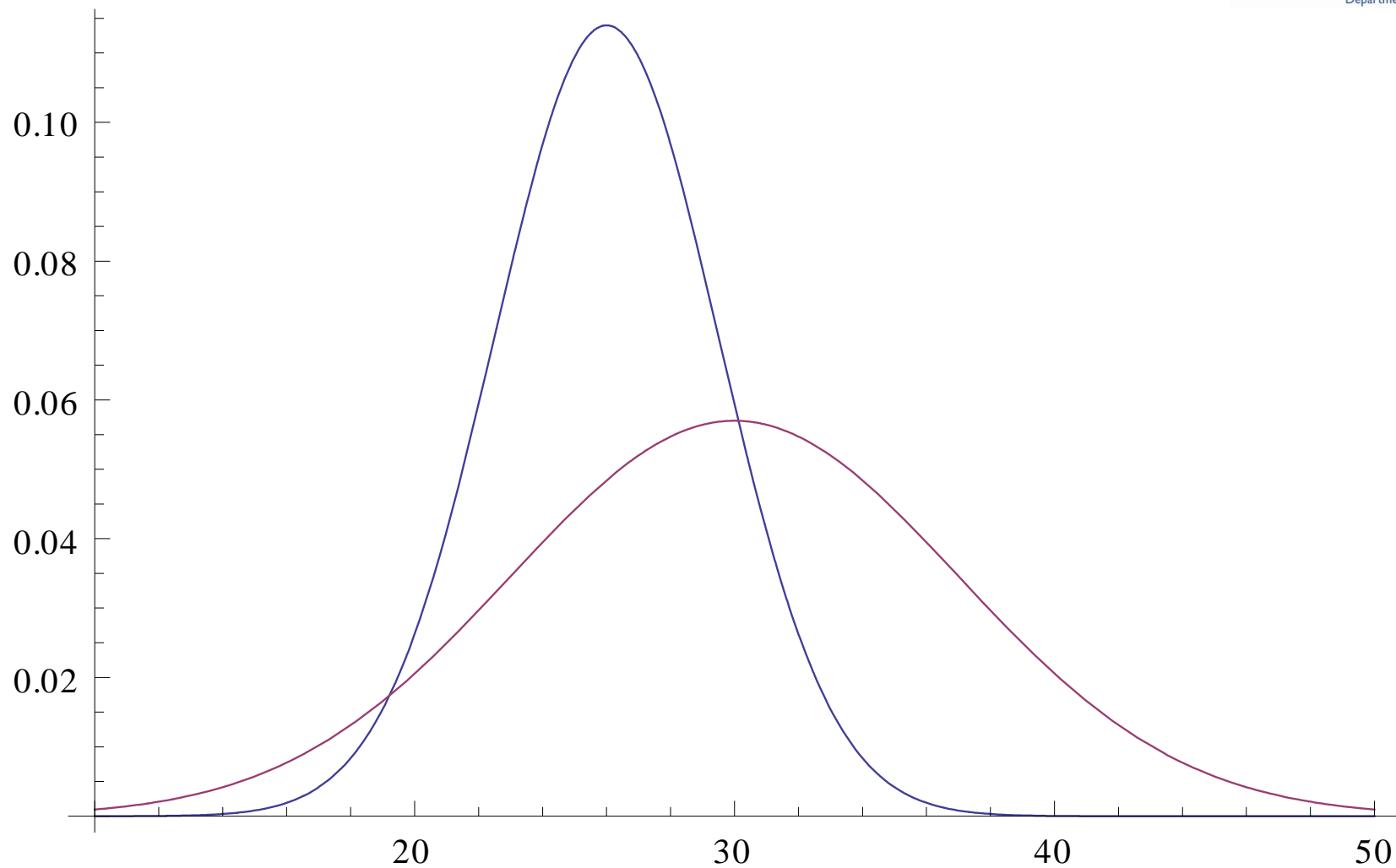
## □ Não paramétrica

- Distribuição de dados desconhecida
  - Assimétrica
  - Bimodal
- Menor potência



# Dados distribuídos normalmente

- Dados “Normais”
- Inferência sobre a média ( $\mu$ )
  - $H_0: \mu = \mu_0$ 
    - Estimativa de teste de  $\mu$
  - 95% CI:  $(\mu - 1,96\sigma, \mu + 1,96\sigma)$ 
    - Utilize estimativa de  $\mu$
- Fatores que afetam a inferência
  - Diferença ( $\Delta$ )
  - Variância ( $\sigma^2$ )
  - Tamanho da amostra ( $n$ )



# A Distribuição t

## □ Teste t

- Teste t dos estudantes

## □ $\mu$ de $N(\mu, \sigma^2)$

- $\mu \sim N(\mu, \sigma^2)$

- *Somente se  $\sigma$  **for** conhecido*

- $\mu$  se for de uma distribuição t

- *Se  $\sigma$  **não for** conhecido*

- $\sigma$  é estimado a partir do desvio padrão amostral

# A Distribuição t

- Diferença entre a distribuição t e a distribuição normal pequena para  $n > 30$ 
  - Graus de liberdade (gl)
    - $gl = n - 1$  quando há *um* grupo de comparação
  - Distribuição t converge em distribuição normal à medida que o número de gl aumenta

# Teste de Hipótese Sobre a Média

## - Medida Uma Vez

$$\square H_0: \mu = \mu_0 \text{ vs. } H_1: \mu \neq \mu_0$$

### ■ Suposições

- $\mu \sim N(\mu, \sigma^2)$
- $\sigma$  é desconhecido
- Estimativa de  $\sigma$  é SE

$$\frac{\bar{X} - \mu_0}{SE} \sim t_{n-1}$$

- Rejeite  $H_0$  quando  $t_{n-1}$  for extremo

# Intervalo de Confiança para a Média – Medida uma vez

## □ Estimativa de $\mu$ (95% CI)

### ■ Suposições

- $\mu \sim N(\mu, \sigma^2)$
- $\sigma$  é desconhecido
- Estimativa de  $\sigma$  é SE

$$\mu = \bar{X} \pm SE \cdot t_{n-1, \alpha}$$

# Similaridade Entre Intervalo de Confiança e Teste de Hipótese

- Utilizando o mesmo nível  $\alpha$  levará à mesma conclusão

$$\frac{\bar{X} - \mu_0}{SE} \sim t_{n-1}$$

$$\mu = \bar{X} \pm SE \cdot t_{n-1, \alpha}$$

- Algebricamente são a mesma coisa

# Erros Associados à Probabilidade

Conclusão do Teste de Hipótese		Realidade sobre $H_0$	
		Verdadeiro	Falso
		Erro Tipo I $\alpha$	Potência $1 - \beta$
Rejeitam $H_0$			
Aceitam $H_0$		$1 - \alpha$	Erro Tipo II $\beta$

## ❑ Analogia

- Inocente até provado culpado



# Erros Associados à Probabilidade

- ❑ Se não há nenhuma associação e rejeitarmos a hipótese nula ( $H_0$ )
  - Nós cometemos um erro tipo I
  
- ❑ Se há uma associação e não rejeitarmos a hipótese nula ( $H_0$ )
  - Nós cometemos um erro tipo II

***SEMPRE ARRISCAMOS UM ERRO!***

# Inferência sobre uma Proporção

– Medida uma vez

## □ Desfecho dicotômico

- Distribuição Binomial
- Parece mais com o formato de um sino a medida que o  $n$  aumenta

□  $p$  é a estimativa observada de  $\pi$

$$p = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

# Inferência sobre uma Proporção

## – Medida uma vez

- Para uma proporção, a média é simplesmente a própria proporção
- SE de  $p$

$$SE = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

- Teste de hipótese e intervalos de confiança para a média ( $p$ ) são os mesmos como definidos previamente.

# Medindo o Mesmo Grupo Duas Vezes

- Planejamentos pareados ou planejamentos com medidas repetidas
  - Cada EU é medido duas vezes
    - Antes e depois
    - Medido na linha de base e após intervenção
  - Observações pareadas
  - Para cada EU, as duas medidas *não são* independentes
    - Dependente
    - Correlacionada

# Medindo o Mesmo Grupo Duas Vezes

- Cada EU é seu próprio controle
  - Única diferença entre intervenção e grupo de controle é o tratamento
  - Variação em medidas pares apenas o resultado do tratamento
    - *Às vezes outros fatores indesejados podem afetar as medidas – tal como o tempo*

# Teste de Hipótese sobre a Média— Observações Pareadas

$$\square H_0: \mu_a - \mu_b = \delta_0 \text{ vs. } H_1: \mu_a - \mu_b \neq \delta_0$$

## ■ Suposições

- $\mu_a - \mu_b \sim N(\delta, \sigma^2)$ 
  - Se  $\mu_a$  e  $\mu_b$  são ambos distribuídos normalmente, então  $(\mu_a - \mu_b)$  é distribuído normalmente
- $\sigma$  é desconhecido
- Estimativa de  $\sigma$  é  $SE_\delta$

$$\frac{\bar{X}_a - \bar{X}_b - (\mu_a - \mu_b)}{SE_\delta} = \frac{\bar{X}_a - \bar{X}_b - \delta}{SE_\delta} \sim t_{n-1}$$

- $n$  é o número de *pares*

# Intervalo de confiança para a Média – Observações Pareadas

## □ Estimativa de $\delta$ (95% CI)

### ■ Suposições

- $\mu_a - \mu_b \sim N(\delta, \sigma^2)$ 
  - Se  $\mu_a$  e  $\mu_b$  são ambos distribuídos normalmente, então  $(\mu_a - \mu_b)$  é normalmente distribuído
- $\sigma$  é desconhecido
- Estimativa de  $\sigma$  é  $SE_\delta$

$$\delta = (\bar{X}_a - \bar{X}_b) \pm SE_\delta \cdot t_{n-1, \alpha}$$

- $n$  é o número de *pares*

# Inferência sobre uma Proporção

## Observações Pareadas

		Evento de Interesse Antes	
		Sim	Não
Evento de Interesse Depois	Sim	a	b
	Não	c	d



# Concordância

- ❑ **Confiabilidade Intra-examinador**
  - Uma pessoa medida duas vezes
  - Intra- (interno)
- ❑ **Confiabilidade Inter avaliador**
  - Medida de duas pessoas diferentes
  - Inter- (entre)
- ❑ **Porcentagem Simples de Concordância**

$$\frac{a + d}{a + b + c + d}$$

# Concordância

## □ Kappa ( $\kappa$ )

- Concordância além do que a *esperada por acaso*
- Concordância observada é porcentagem simples de concordância (slide anterior)
- Concordância esperada é calculada utilizando a regra de multiplicação como se os eventos fossem independentes
- $\kappa \in [-1, 1]$ 
  - $\kappa < 0$  significa que a concordância observada é *menor* que o que era esperado por acaso

# Concordância

## □ Teste de McNemar

- Testa se a presença de um resultado muda
  - $H_0: p_{\text{antes}} = p_{\text{depois}}$  vs.  $H_1: p_{\text{antes}} \neq p_{\text{depois}}$
- Apenas utiliza observações fora da diagonal (slide 72)
- Estatística de teste possui assintótica  $\chi^2(1)$

# Transformando Variáveis

- ❑ Teste t não deve ser usado quando os dados não são provenientes de uma distribuição normal
  - Severamente distorcidos
- ❑ Às vezes as observações podem ser transformadas
  - “...às vezes torna-se possível o uso de testes estatísticos que de outra maneira seriam inapropriados.” (p 118)
- ❑ Transformações Comuns
  - Logaritmos
  - Raiz quadrada

# Testes Não Paramétricos

## ❑ Suposições mais fracas

- Nenhuma distribuição subjacente
- Menor potência, mas melhor que usar outros métodos paramétricos inapropriadamente
  - Às vezes a potência é um pouco menor que a do teste paramétrico correto!

# Teste de Hipótese Sobre Mediana - Medida Uma Vez

## □ Teste dos sinais

### □ $H_0: m = m_0$ vs. $H_1: m \neq m_0$

- Sem suposições de distribuição (não paramétrica)
- Utiliza distribuição binomial
  - Contagens de observações  $> m_0$  e observações  $< m_0$
  - Observações iguais a  $m_0$  são descartadas
  - Soma-se todos os valores ao menos tão extremos quanto o valor observado
  - Fórmulas aproximadas também existem

# Teste de Hipótese Sobre Mediana – Observações Pareadas

- ❑ Teste dos sinais pode ser usado na diferença entre as medidas de antes e depois
  - Diferença ( $d$ ) é tratada como uma observação
- ❑  $H_0: d = d_0$  vs.  $H_1: d \neq d_0$ 
  - Sem suposições de distribuição (não paramétrica)
  - Utiliza uma distribuição binomial
    - Contagens de diferenças pareadas  $> d_0$  e diferenças pareadas  $< d_0$
    - Diferenças observadas iguais a  $d_0$  são descartadas
    - Mesmas fórmulas do slide anterior

# Teste de Hipótese Sobre Mediana – Observações Pareadas

## □ Teste dos postos sinalizados de Wilcoxon

- a.k.a. Mann-Whitney teste U
- Mais forte que teste dos sinais (para diferença)

## □ $H_0: d = d_0$ vs. $H_1: d \neq d_0$

- Sem suposições de distribuição (não paramétrica)
- Utiliza postos dos valores  $d$  observados
  - Valores de  $p$  exatos requerem cálculos extensivos
  - Valores aproximados de  $p$  us média e DP dos postos



# Estimativa do Tamanho Amostral

- Compara uma média num grupo a  $\mu_0$ 
  - Qual é  $\alpha$ ?
  - Qual é  $\beta$ ?
    - Potência =  $1 - \beta$
  - O que é uma diferença clinicamente importante?
    - $\mu_0 - \mu_1 = \Delta$
  - Qual é  $\sigma$ ?
- $n = (z_\alpha - z_\beta)^2 (\sigma / \Delta)^2$ 
  - *Sempre arredondar para o inteiro mais próximo!*

# Estimativa do Tamanho Amostral

- Compare uma proporção num grupo a  $\pi_0$ 
  - Qual é  $\alpha$ ?
  - Qual é  $\beta$ ?
    - Potência =  $1 - \beta$
  - O que é uma diferencia clinicamente importante?
    - $\pi_0 - \pi_1 = \Delta$
  - $\sigma$  é uma função de  $\pi$ 
    - Determinar  $\pi$  também determina  $\sigma$
- $n = \{z_\alpha[\pi_0(1-\pi_0)]^{1/2} - z_\beta[\pi_1(1-\pi_1)]^{1/2}\}^2(1/\Delta)^2$ 
  - *Sempre arredondar para o inteiro mais próximo!*

# Referência

- ❑ Dawson B and Trapp RG (2001). *Basic & Clinical Biostatistics*, 3<sup>rd</sup> ed., McGraw Hill: New York