

Estatística aplicada a ensaios clínicos

Luís Vicente Garcia
Disciplina de Anestesiologia



Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
Universidade de São Paulo



Aula 13

Luís Vicente Garcia
lvgarcia@fmrp.usp.br



Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
Universidade de São Paulo



Teste de Hipótese

Teste de Hipótese

Componentes do Teste

- ❖ Hipótese nula
- ❖ Hipótese alternativa

Teste de Hipótese

❖ hipótese nula

é uma afirmação sobre o valor de um parâmetro populacional. Deve conter a condição de igualdade

Teste de Hipótese

❖ Hipótese alternativa

é a afirmação que **deve ser verdadeira** se a hipótese nula for falsa

Teste de Hipótese

**verdadeiro estado
da natureza**

		Hipótese nula verdadeira	Hipótese nula falsa
Decisão	Rejeitar a hipótese nula		OK
	Não rejeitar a hipótese nula	OK	

Teste de Hipótese

**verdadeiro estado
da natureza**

		Hipótese nula verdadeira	Hipótese nula falsa
Decisão	Rejeitar a hipótese nula	erro	OK
	Não rejeitar a hipótese nula	OK	erro

Teste de Hipótese

**verdadeiro estado
da natureza**

		Hipótese nula verdadeira	Hipótese nula falsa
Decisão	Rejeitar a hipótese nula	erro tipo I	OK
	Não rejeitar a hipótese nula	OK	erro tipo II

comparação com justiça

**verdadeiro estado
da natureza**

		o réu é inocente	o réu é culpado
Decisão	veredito culpado	erro tipo I	justiça
	veredito inocente	justiça	erro tipo II

Teste de Hipótese

Erro tipo I

consiste em rejeitar a hipótese nula quando ela é verdadeira

Teste de Hipótese

Erro tipo I

É consequência casual de um evento raro.

Não é um erro decorrente de erros no cálculo ou planejamento

Teste de Hipótese

nível de significância é a
probabilidade máxima (α)
permitida
de ocorrer um

Erro tipo I

Teste de Hipótese

verdadeiro estado
da natureza

		Hipótese nula verdadeira	Hipótese nula falsa
Decisão	Rejeitar a hipótese nula	α	OK
	Não rejeitar a hipótese nula	OK	erro tipo II

Teste de Hipótese

Erro tipo II

consiste em não
rejeitar a hipótese
nula (aceitar)
quando ela é falsa

Teste de Hipótese

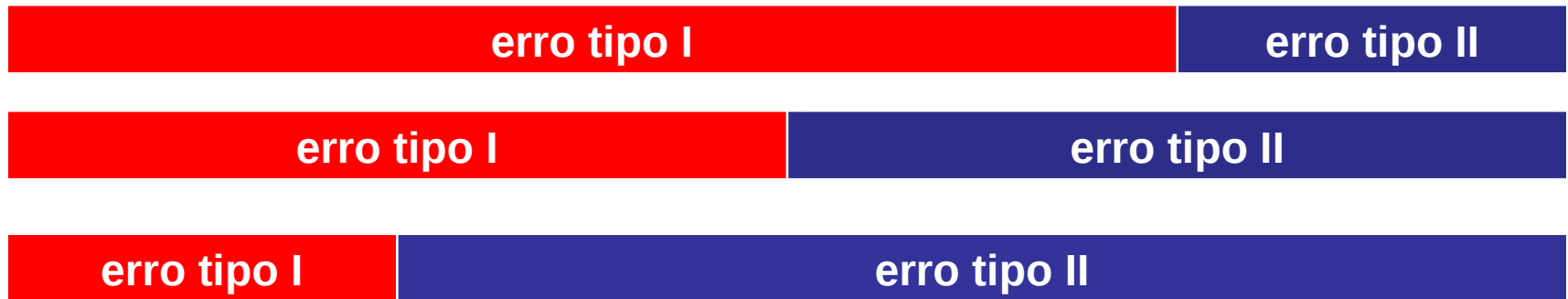
verdadeiro estado
da natureza

		Hipótese nula verdadeira	Hipótese nula falsa
Decisão	Rejeitar a hipótese nula	erro tipo I	OK
	Não rejeitar a hipótese nula	OK	β

Teste de Hipótese

controle dos erros

erro global



- Para α fixo, o aumento de n ocasiona redução de β
- Para n fixo, uma diminuição de α acarreta aumento de β
- Para reduzir α e β devemos aumentar o n

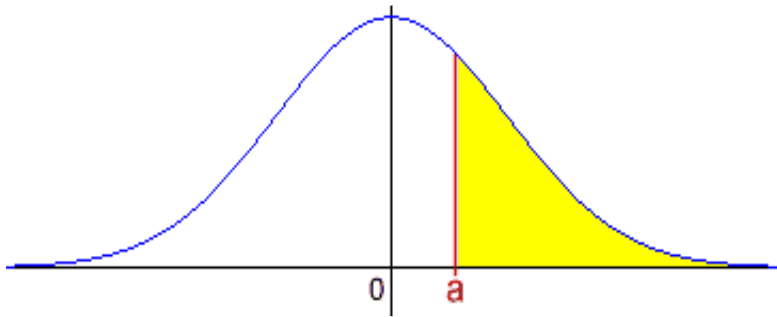
Teste de Hipótese

conclusão do teste

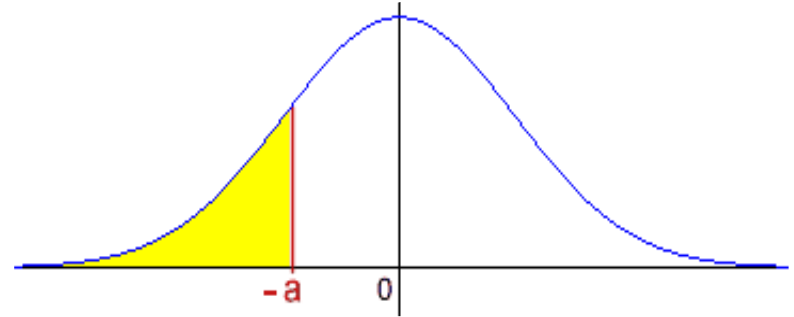
- ◆ Não rejeitar a hipótese nula
- ◆ Rejeitar a hipótese nula

unilateral direito, unilateral esquerdo

Sinal de H_1



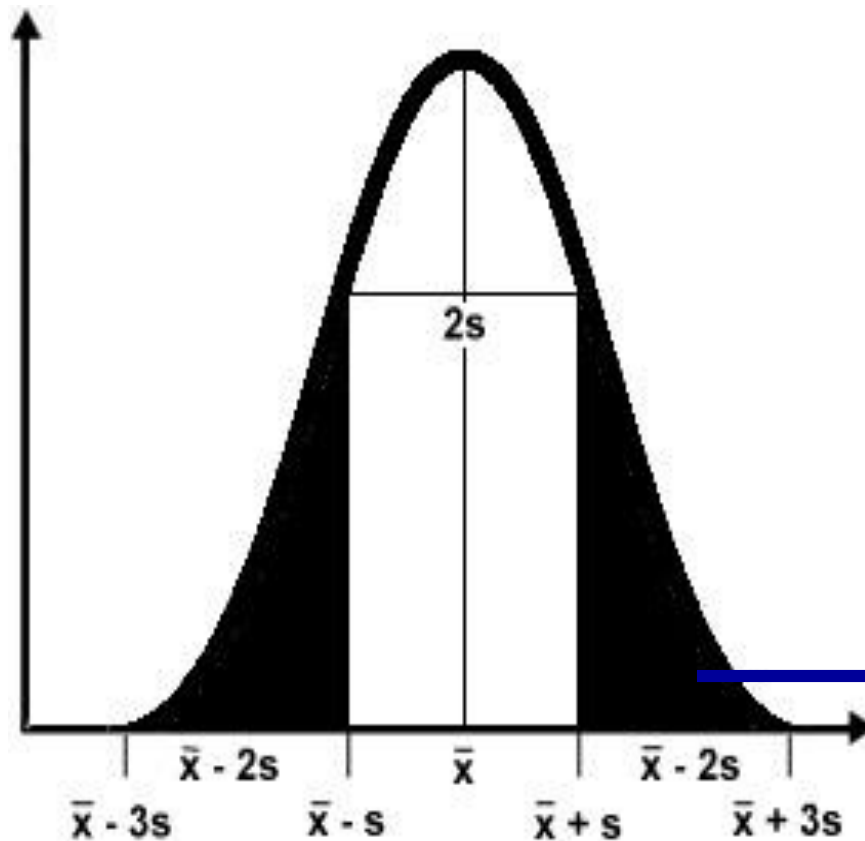
$H_1 >$



$H_1 <$

bicaudal

Sinal de H1



$H1 \neq$

$\alpha/2$

Teste de Hipótese

1. Identificar a afirmação a ser testada e colocar em forma simbólica
2. Expressar a forma simbólica que deve ser verdadeira se H_0 for falsa
3. H_0 é sempre a afirmação de igualdade. H_1 é a outra
4. Escolher o nível de significância com base na gravidade do erro tipo I
5. Tomar α pequeno se as consequências de rejeição de H_0 verdadeira forem graves
6. Identificar a estatística relevante para este teste
7. Determinar a distribuição amostral desta estatística
8. Determinar os valores críticos e a região crítica
9. Esboçar um gráfico

10. Rejeitar H_0 se a estatística de teste estiver na região crítica. Não rejeitar H_0 se a estatística de teste não estiver na região crítica.



Reformular a decisão precedente em termos simples, não técnicos.

Ingesta calórica média da população é de 2400 K



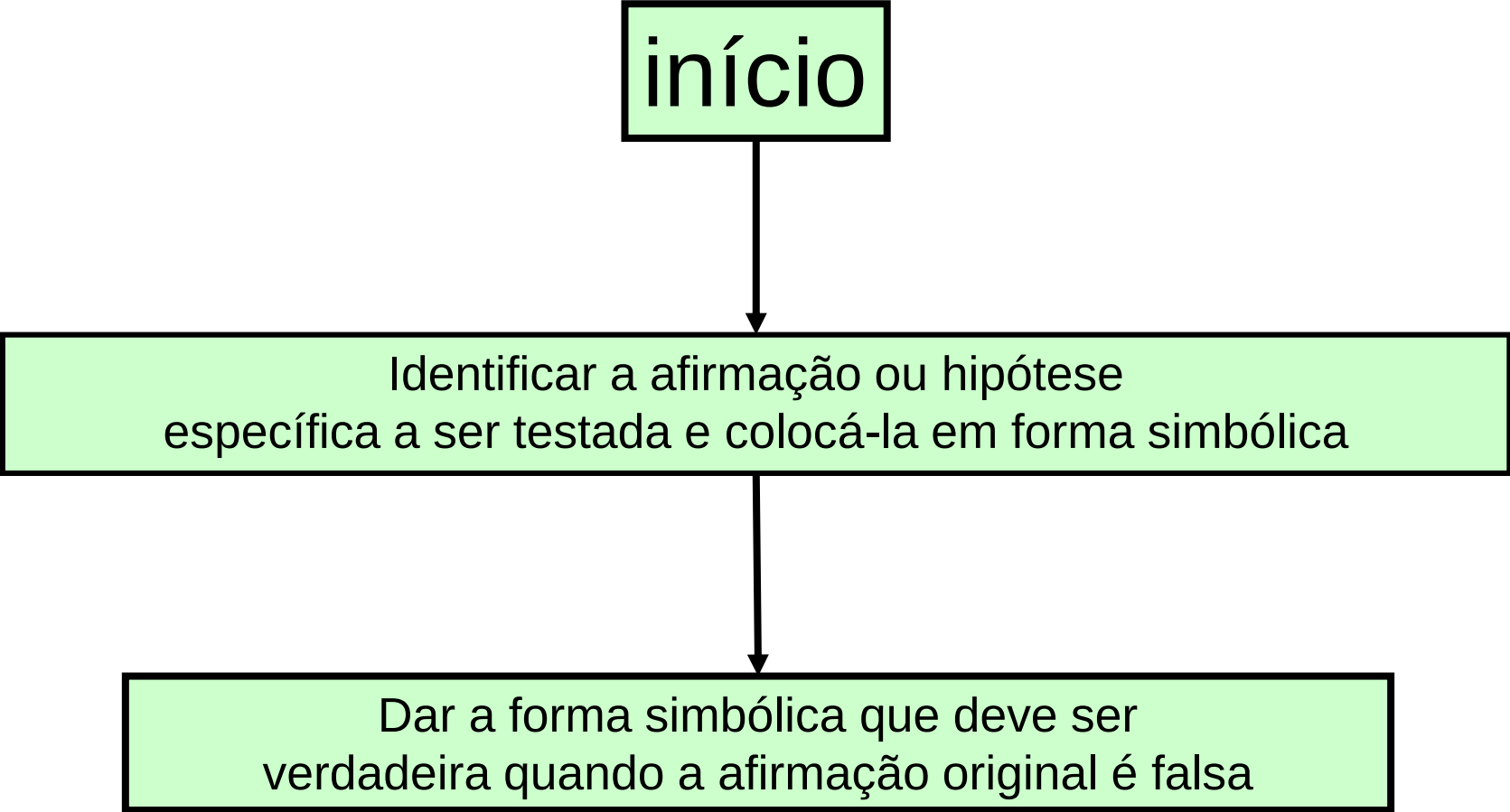
**Experimento: testar se isso é verdade,
você achou que a população está acima o**

45 pessoas escolhidas ao acaso (sorte

Resultado: média = 3000 Kcal – dp 12

Teste de Hipótese

início



```
graph TD; A[início] --> B[Identificar a afirmação ou hipótese específica a ser testada e colocá-la em forma simbólica]; B --> C[Dar a forma simbólica que deve ser verdadeira quando a afirmação original é falsa];
```

Identificar a afirmação ou hipótese específica a ser testada e colocá-la em forma simbólica

Dar a forma simbólica que deve ser verdadeira quando a afirmação original é falsa

A ingesta calórica média da população é de 2400 Kcal

Experimento: testar se isso é verdade, pois você achou que a população está acima do peso



45 pessoas escolhidas ao acaso (sorteio)

Resultado: média = 3000Kcal – dp 1250

Ho: consumo calórico igual ao da população

H1: consumo calórico $\neq$ que o da população

Das duas expressões simbólicas obtidas até agora, a hipótese nula (H_0) é a que contém a condição de igualdade. H_1 é a outra afirmação.



Escolher o nível de significância com base na gravidade do erro tipo I.

Tomar α pequeno se as consequências da rejeição de uma H_0 verdadeira forem sérias.

A ingesta calórica média da população é de 2400 Kcal



Experimento: testar se isso é verdade, pois você achou que a população está acima do peso

45 pessoas escolhidas ao acaso (sorteio)

Resultado: média = 3000Kcal – dp 1250

Ho: consumo calórico igual ao da população
H1: consumo calórico $\neq$ que o da população

$\alpha(\%)$	Z_c
10	1,65
5	1,96
1	2,58

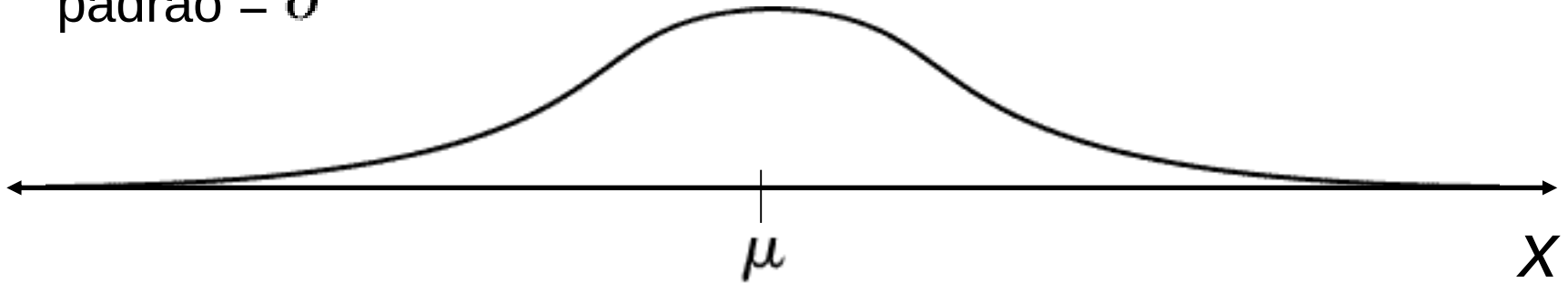
Identificar a estatística relevante para este teste e determinar a sua distribuição amostral.



Determinar a estatística de teste, os valores críticos e a região crítica.
Esboçar um gráfico e incluir a estatística de teste, o valor crítico e a região crítica.

Teorema do Limite Central

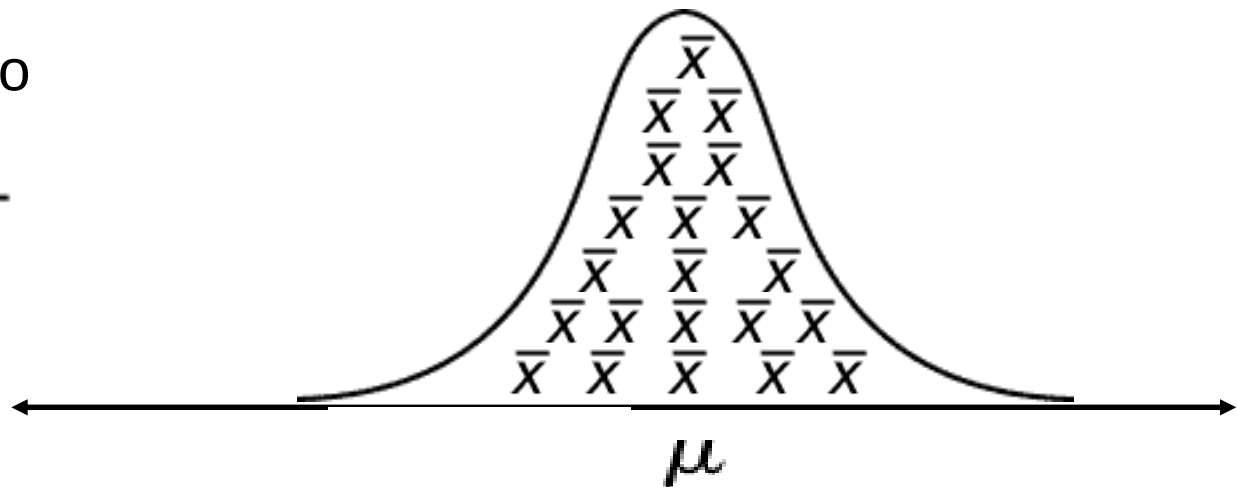
Se uma amostra de qualquer tamanho for tirada de uma população com *distribuição normal*, média = μ e desvio padrão = σ



a distribuição das médias da amostra de tamanho n será normal, com média $\mu_{\bar{X}} = \mu$

e desvio padrão

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$



Desvio-padrão da distribuição amostral de médias

$$\sigma_x = \frac{\sigma_M}{\sqrt{n}}$$

A ingesta calórica média da população é de 2400 Kcal



Experimento: testar se isso é verdade, pois você achou que a população está acima do peso

45 pessoas escolhidas ao acaso (sorteio)

Resultado: média = 3000Kcal – dp 1250

H_0 : consumo calórico igual ao da população
 H_1 : consumo calórico $\neq$ que o da população

$\alpha(\%)$	Z_c
10	1,65
5	1,96
1	2,58

Desvio-padrão da distribuição amostral de médias

$$\sigma_x = \frac{\sigma_M}{\sqrt{n}}$$

186,56 = $\frac{1250}{\sqrt{45}}$

Identificar a estatística relevante para este teste e determinar a sua distribuição amostral.



Determinar a estatística de teste, os valores críticos e a região crítica.
Esboçar um gráfico e incluir a estatística de teste, o valor crítico e a região crítica.

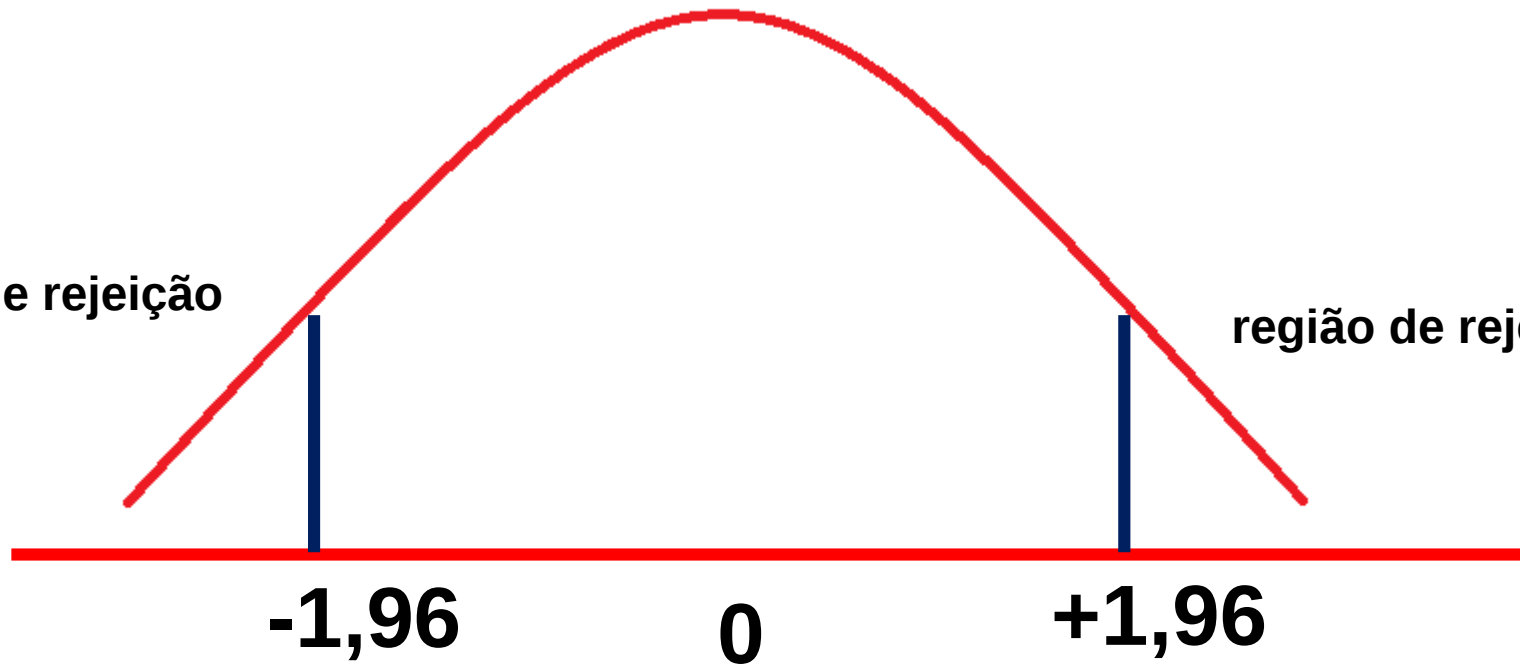
Z CRÍTICO = $\pm 1,96$

$$\alpha/2 = 2,5\%$$

região de aceitação

região de rejeição

região de rejeição



Z CRÍTICO = $\pm 1,96$

$$\alpha/2 = 2,5\%$$



$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

Z CRÍTICO = $\pm 1,96$

$$\alpha/2 = 2,5\%$$

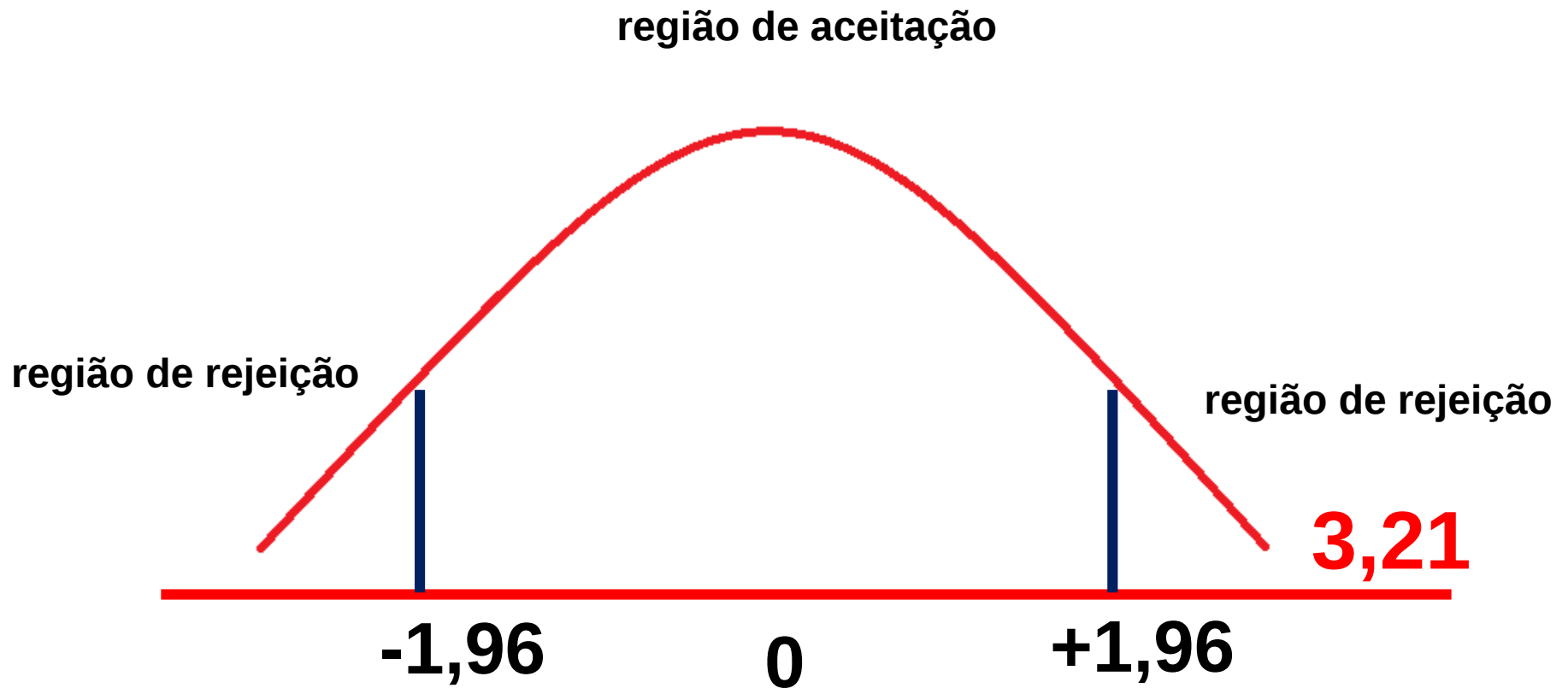


$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

3,21 3000 2400 186,56

Z CRÍTICO = $\pm 1,96$

$$\alpha/2 = 2,5\%$$



10. Rejeitar H_0 se a estatística de teste estiver na região crítica. Não rejeitar H_0 se a estatística de teste não estiver na região crítica.



Reformular a decisão precedente em termos simples, não técnicos.

Conclusão: Rejeito H_0

**O padrão de consumo de calorias
da amostra é diferente do padrão de consumo
da população**

