

Estatística aplicada a ensaios clínicos

Luís Vicente Garcia
Disciplina de Anestesiologia



Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
Universidade de São Paulo



Aula 10

Luís Vicente Garcia
lvgarcia@fmrp.usp.br



Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
Universidade de São Paulo



estimativa

estimativa

é o processo que consiste
em utilizar dados
amostrais para
estimar parâmetros
populacionais
desconhecidos

estimativa

- ➔ **Estimativa pontual**
- ➔ **Intervalo de Confiança**
(estimativa intervalar)

estimativa pontual

Uma estimativa pontual é a estimativa de um único valor para um parâmetro populacional.

estimativa pontual

A melhor estimativa
pontual da
média populacional μ é
a média
amostral $\bar{x}$

estimativa pontual

amostra aleatória com valor da glicemia de 35 pacientes.

Determine a estimativa pontual para a média populacional

99	102	105	105	104	95	100	114	108	103	94	105
101	109	103	98	96	98	104	87	101	106	103	90
107	98	101	107	105	94	111	104	87	117	101	

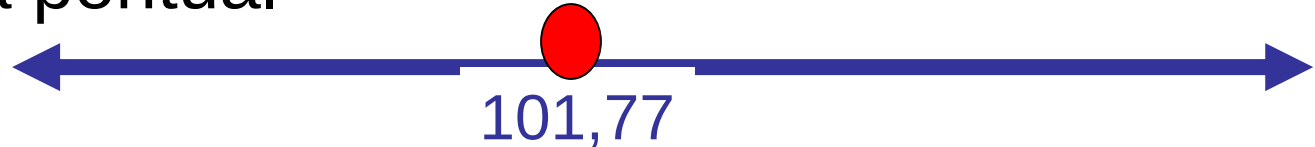
A média amostral é:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{3.562}{35} = 101,77$$

A estimativa pontual para a glicemia é de 101 g/dl

estimativa intervalar

Estimativa pontual

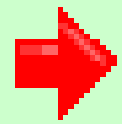


Uma **estimativa intervalar** é um intervalo (ou amplitude) de valores usado para estimar um parâmetro populacional.



O **nível de confiança** é a probabilidade de que a estimativa intervalar contenha o parâmetro populacional em questão.

Estatística Inferencial



Grau de Confiança

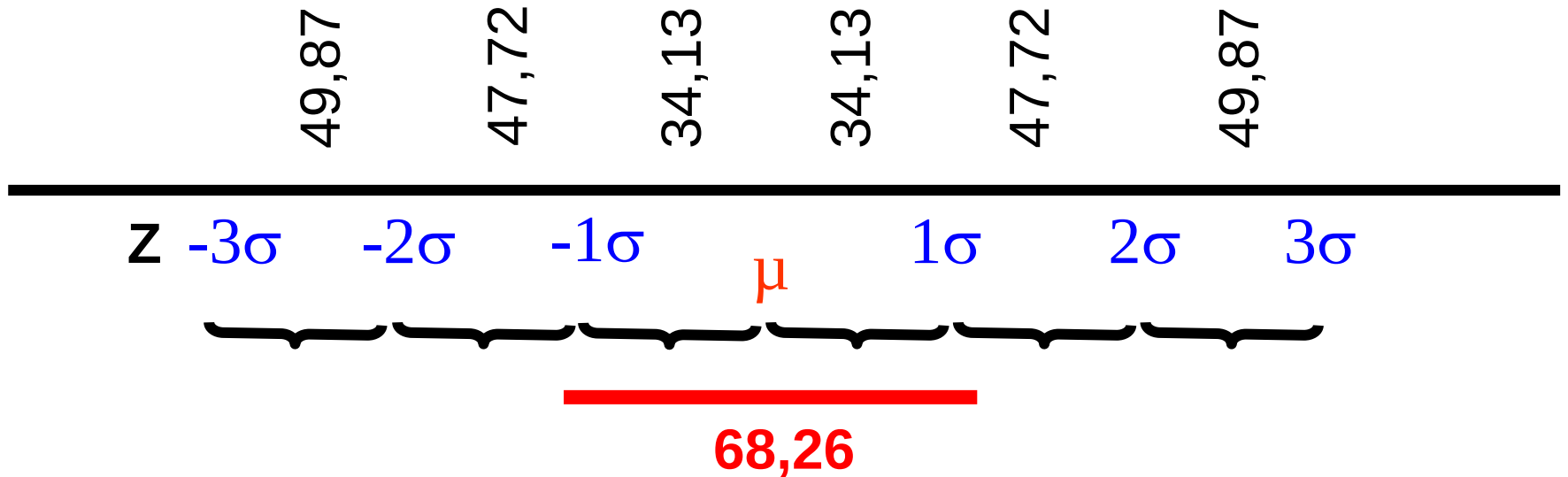
É a probabilidade $(1 - \alpha)$ do intervalo de confiança conter o verdadeiro valor do parâmetro populacional.
(nível de confiança ou coeficiente de confiança)

Estatística Inferencial

Grau de Confiança	α	Valor Crítico (z)
90%	0,10	???
95%	0,05	???
99%	0,01	???

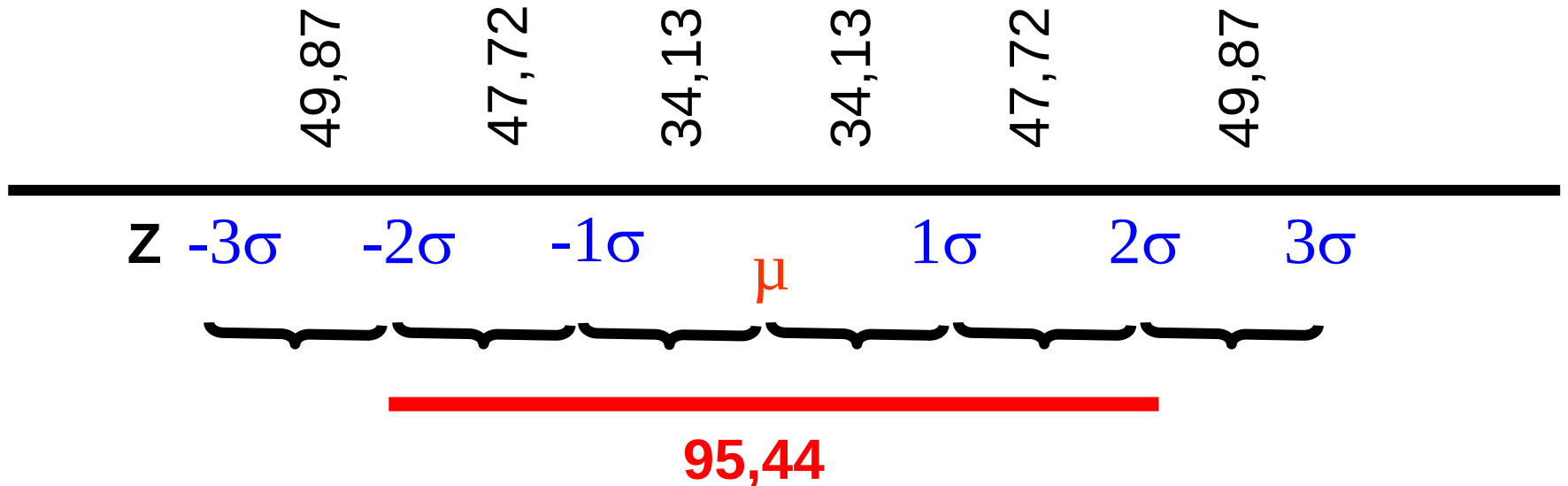
Transformação Z

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



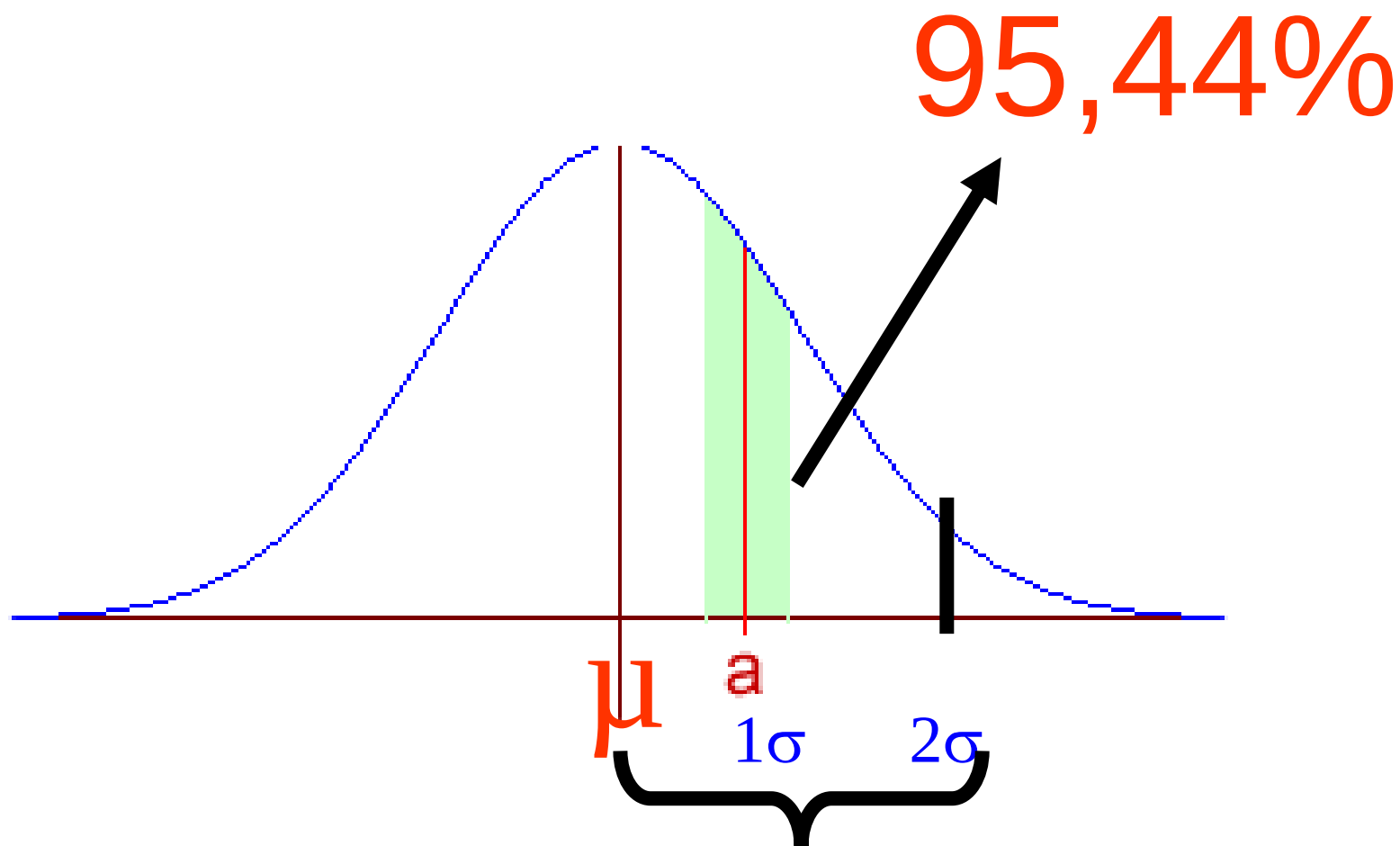
Transformação Z

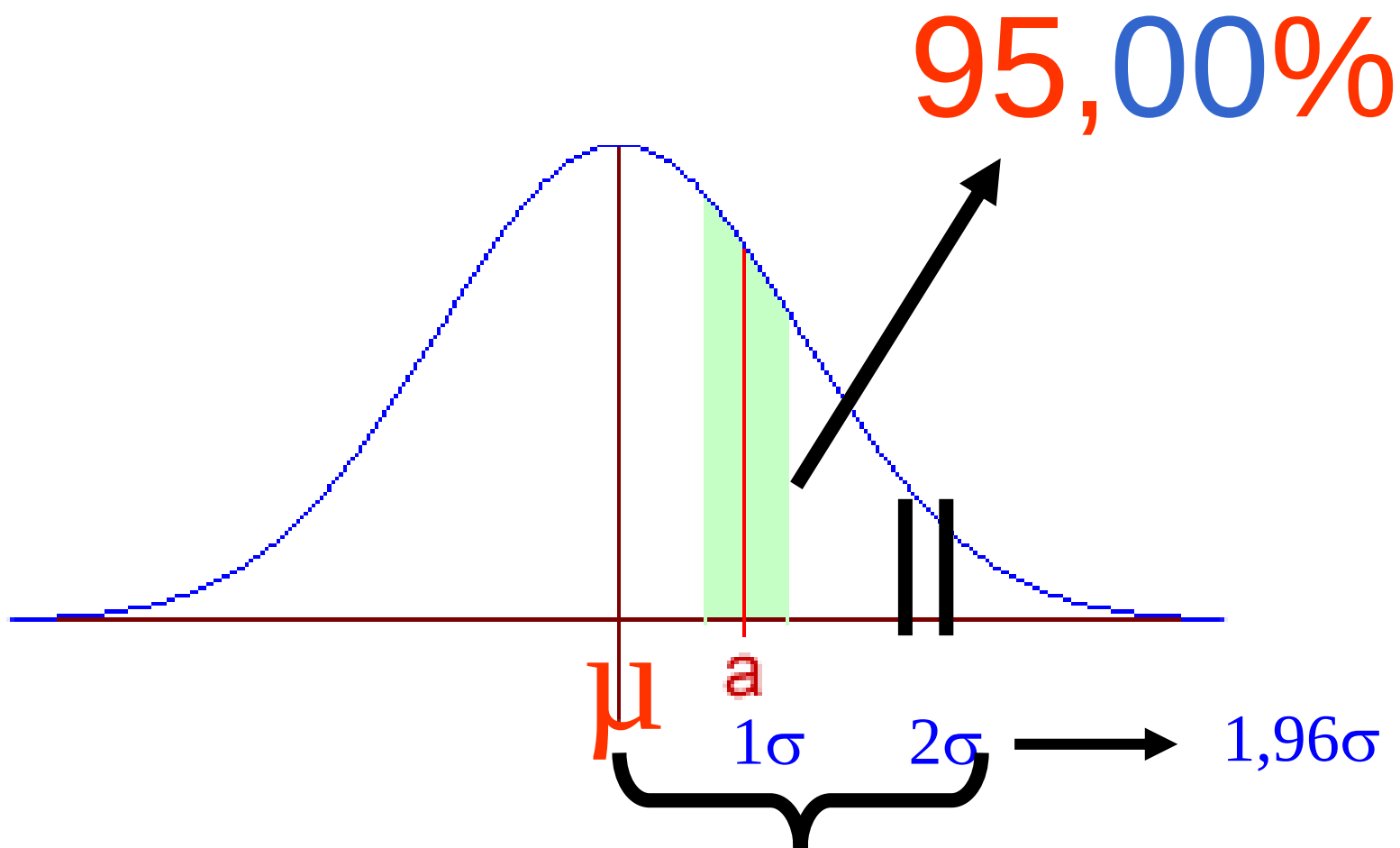
$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$



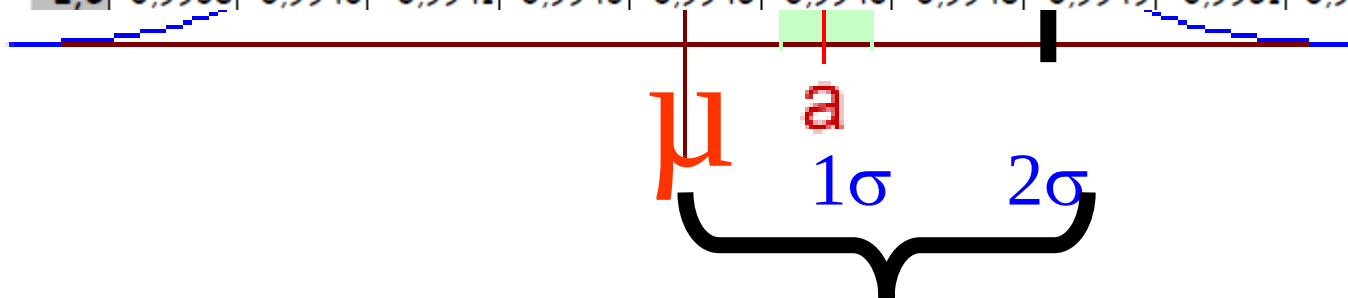
$Z = 2\sigma = \text{área de } 95,44$

$\text{área de } 95,00 \sigma = \mathbf{X}$





0,6	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389
1,0	0,8413	0,8438	0,8461	0,8485	0,8508	0,8531	0,8554	0,8577	0,8599	0,8621
1,1	0,8643	0,8665	0,8686	0,8708	0,8729	0,8749	0,8770	0,8790	0,8810	0,8830
1,2	0,8849	0,8869	0,8888	0,8907	0,8925	0,8944	0,8962	0,8980	0,8997	0,9015
1,3	0,9032	0,9049	0,9066	0,9082	0,9099	0,9115	0,9131	0,9147	0,9162	0,9177
1,4	0,9192	0,9207	0,9222	0,9236	0,9251	0,9265	0,9279	0,9292	0,9306	0,9319
1,5	0,9332	0,9345	0,9357	0,9370	0,9382	0,9394	0,9406	0,9418	0,9429	0,9441
1,6	0,9452	0,9463	0,9474	0,9484	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9545
1,7	0,9554	0,9564	0,9573	0,9582	0,9591	0,9599	0,9608	0,9616	0,9625	0,9633
1,8	0,9641	0,9649	0,9656	0,9664	0,9671	0,9678	0,9686	0,9693	0,9699	0,9706
1,9	0,9713	0,9719	0,9726	0,9732	0,9738	0,9744	0,9750	0,9756	0,9761	0,9767
2,0	0,9772	0,9778	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9808	0,9812	0,9817
2,1	0,9821	0,9826	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9854	0,9857
2,2	0,9861	0,9864	0,9868	0,9871	0,9875	0,9878	0,9881	0,9884	0,9887	0,9890
2,3	0,9893	0,9896	0,9898	0,9901	0,9904	0,9906	0,9909	0,9911	0,9913	0,9916
2,4	0,9918	0,9920	0,9922	0,9925	0,9927	0,9929	0,9931	0,9932	0,9934	0,9936
2,5	0,9938	0,9940	0,9941	0,9943	0,9945	0,9946	0,9948	0,9949	0,9951	0,9952



6

z	0,0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,6	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389
1,0	0,8413	0,8438	0,8461	0,8485	0,8508	0,8531	0,8554	0,8577	0,8599	0,8621
1,1	0,8643	0,8665	0,8686	0,8708	0,8729	0,8749	0,8770	0,8790	0,8810	0,8830
1,2	0,8849	0,8869	0,8888	0,8907	0,8925	0,8944	0,8962	0,8980	0,8997	0,9015
1,3	0,9032	0,9049	0,9066	0,9082	0,9099	0,9115	0,9131	0,9147	0,9162	0,9177
1,4	0,9192	0,9207	0,9222	0,9236	0,9251	0,9265	0,9279	0,9292	0,9306	0,9319
1,5	0,9332	0,9345	0,9357	0,9370	0,9382	0,9394	0,9406	0,9418	0,9429	0,9441
1,6	0,9452	0,9463	0,9474	0,9484	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9545
1,7	0,9554	0,9564	0,9573	0,9582	0,9591	0,9599	0,9608	0,9616	0,9625	0,9633
1,8	0,9641	0,9649	0,9656	0,9664	0,9671	0,9678	0,9686	0,9693	0,9699	0,9706
1,9	0,9713	0,9719	0,9726	0,9732	0,9738	0,9744	0,9750	0,9756	0,9761	0,9767
2,0	0,9772	0,9778	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9808	0,9812	0,9817
2,1	0,9821	0,9826	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9854	0,9857

Estatística Inferencial

**Grau de
Confiança**

α

**Valor
Crítico (z)**

90%

0,10

1,64

95%

0,05

1,96

99%

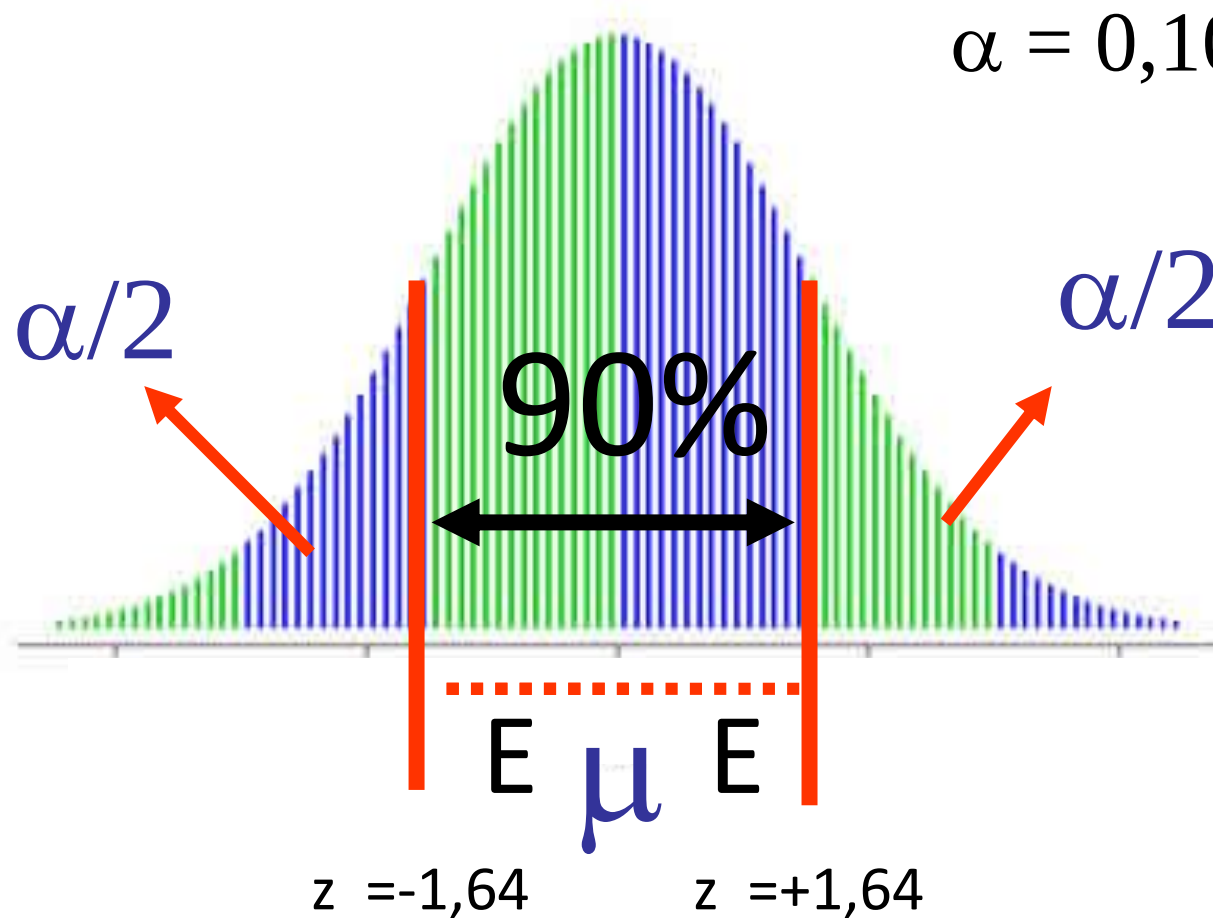
0,01

2,57



Grau de Confiança: 90%

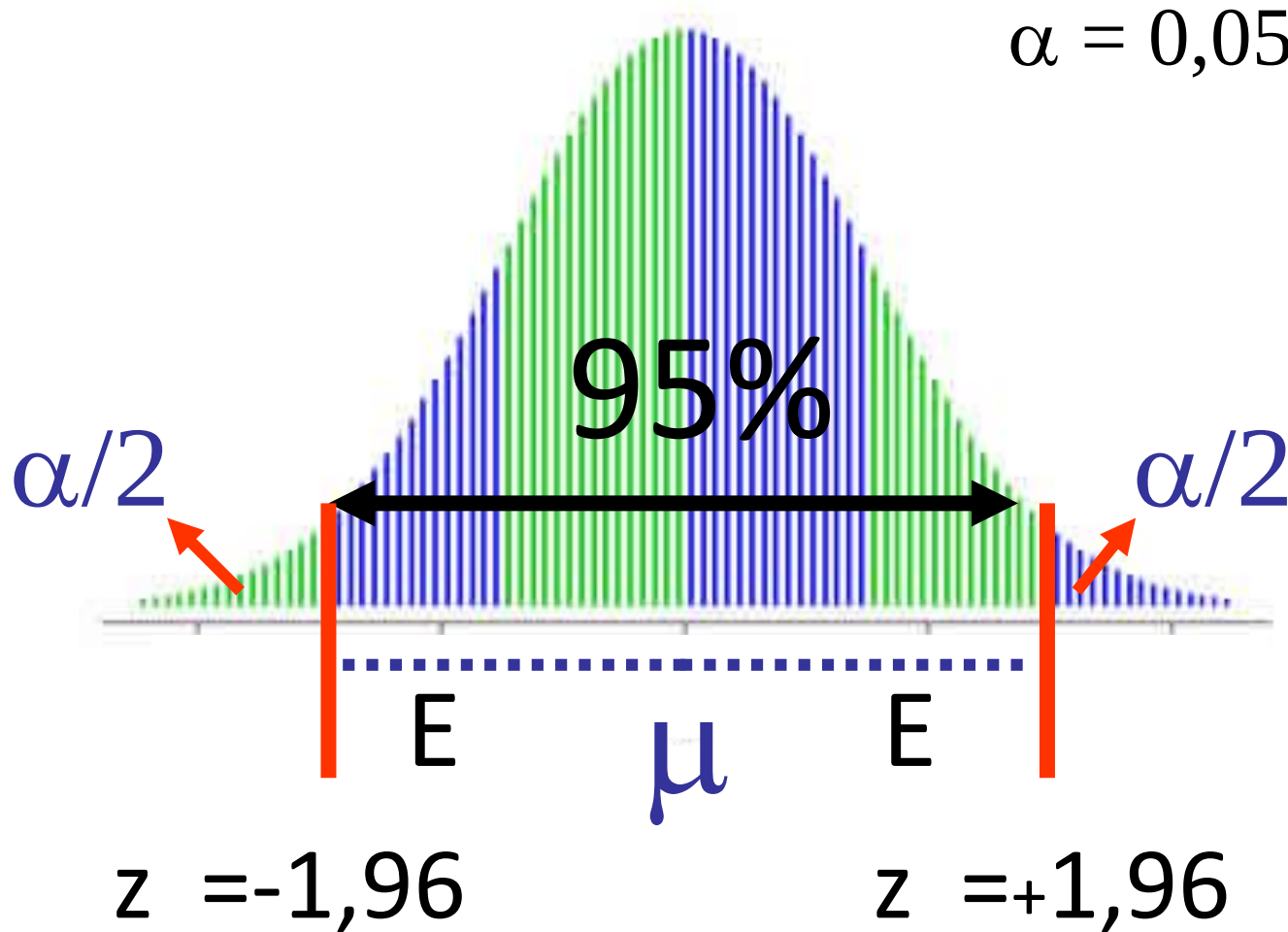
$$\alpha = 0,10$$





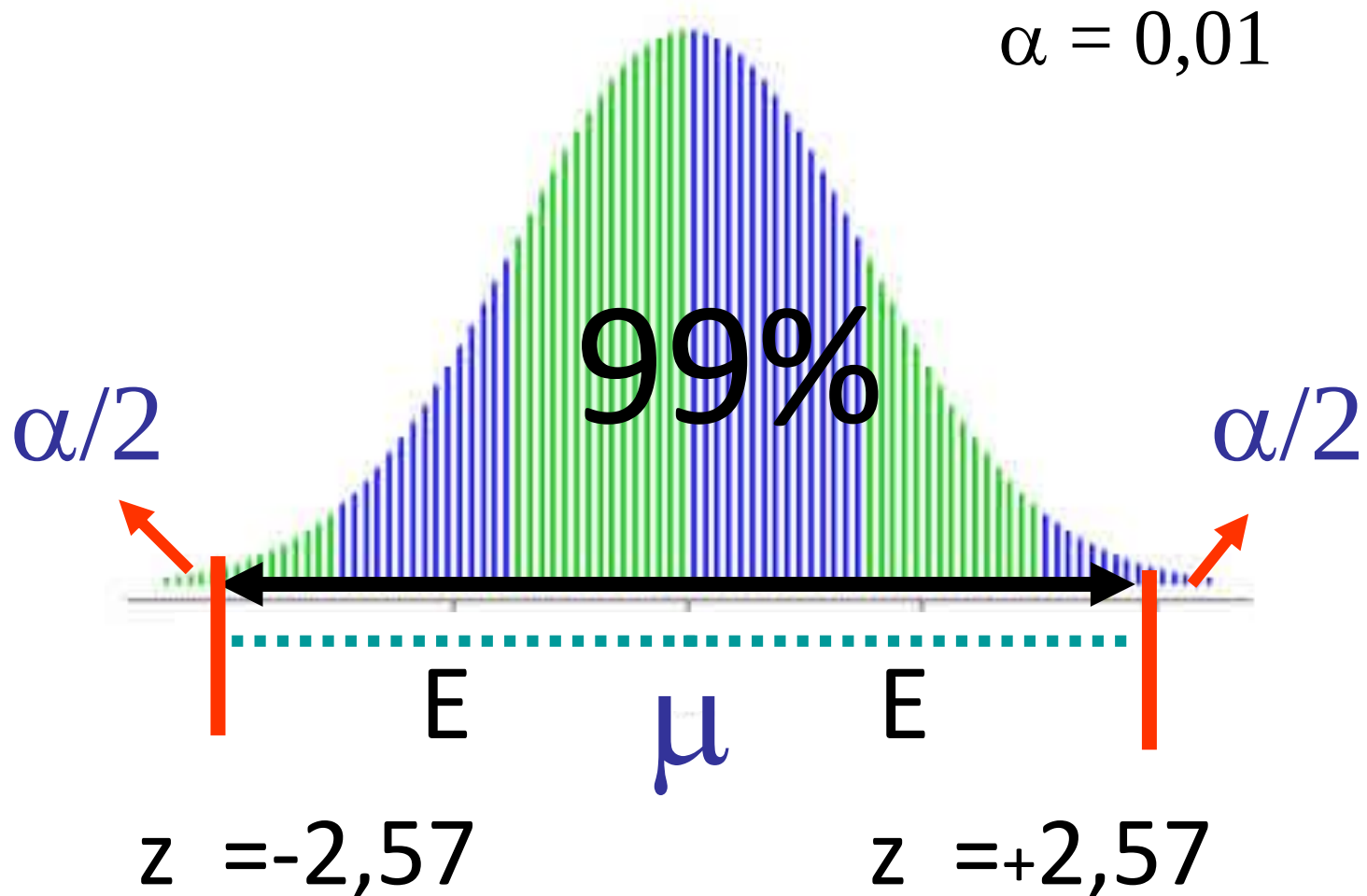
Grau de Confiança: 95%

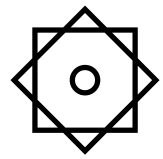
$$\alpha = 0,05$$



➡ Grau de Confiança: 99%

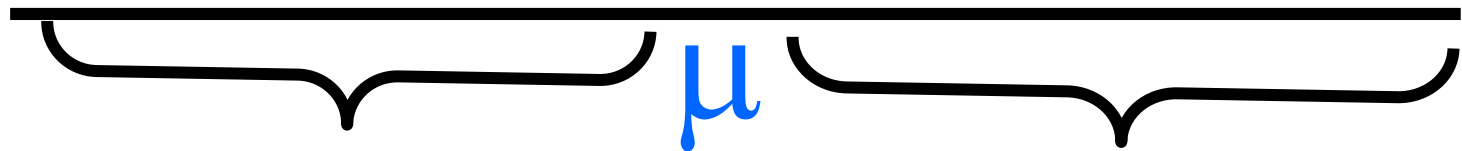
$$\alpha = 0,01$$





Intervalo de Confiança

interv. de confiança

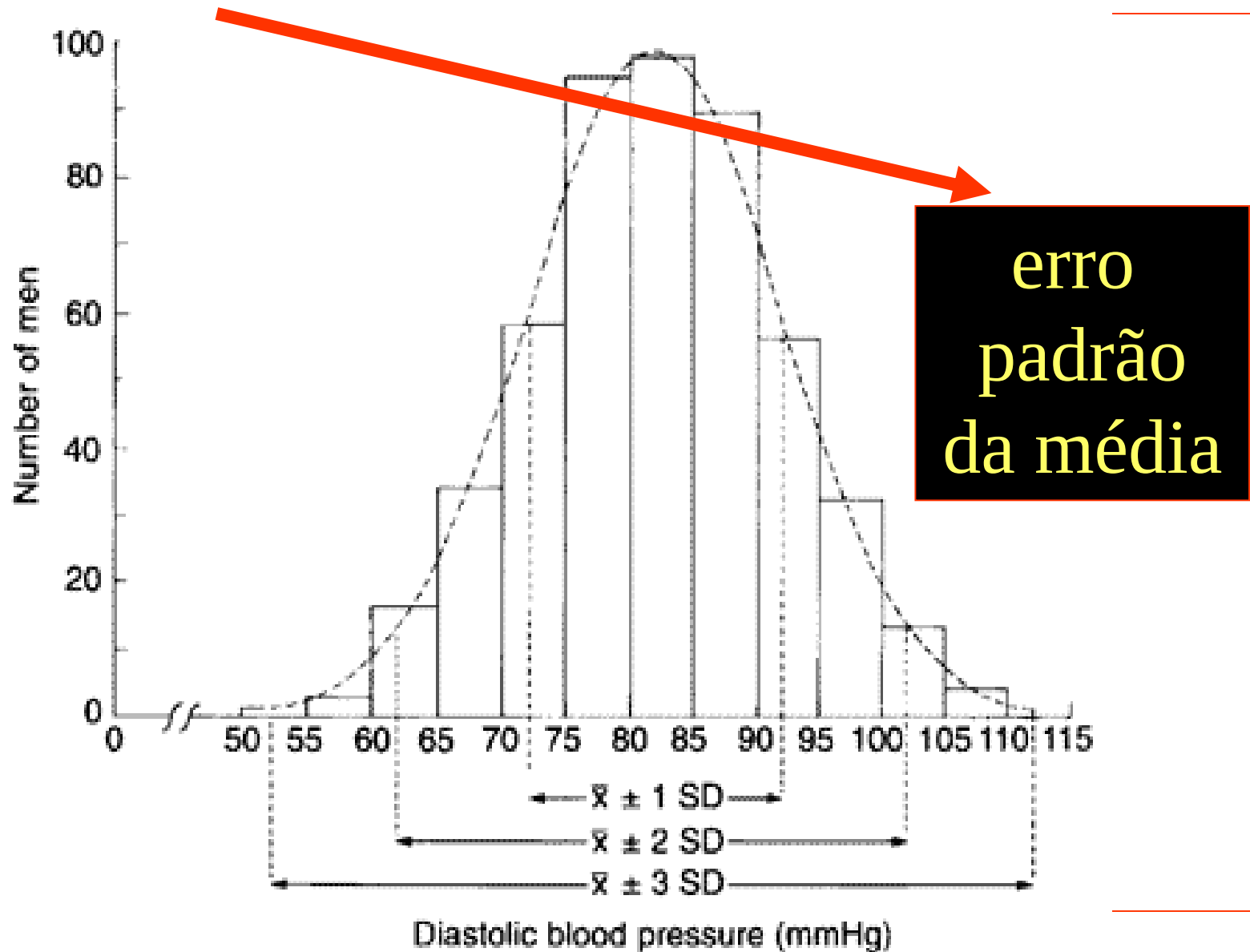


$x - \text{erro amostral}$

$x + \text{erro amostral}$

$$\text{Erro} = z \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

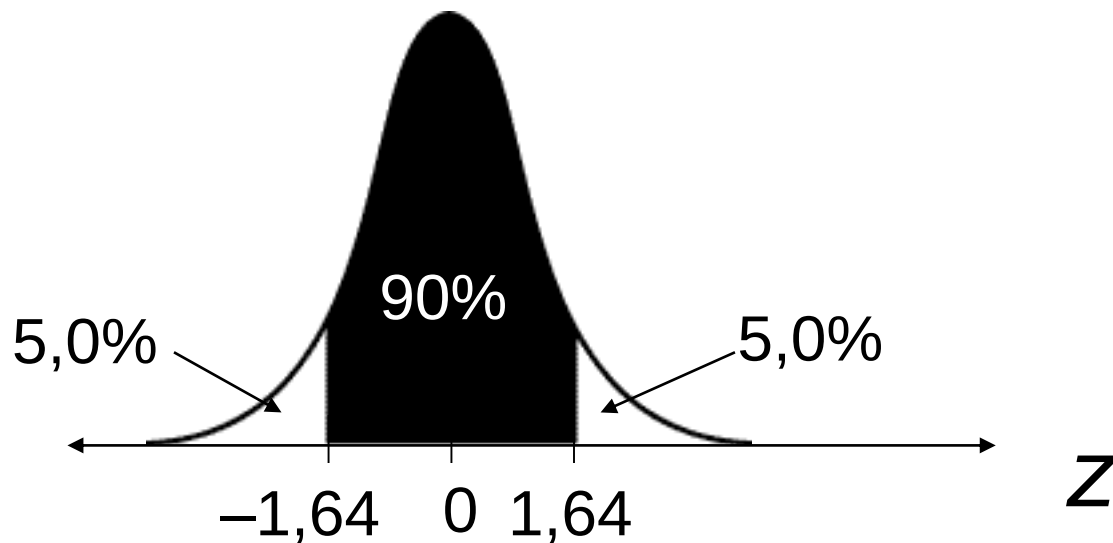
Desvio padrão da distribuição Amostral de Médias



distribuição de médias amostrais

Quando o tamanho da amostra é de pelo menos 30, a distribuição amostral para $\bar{X}$ é normal.

Para grau de confiança = 90%

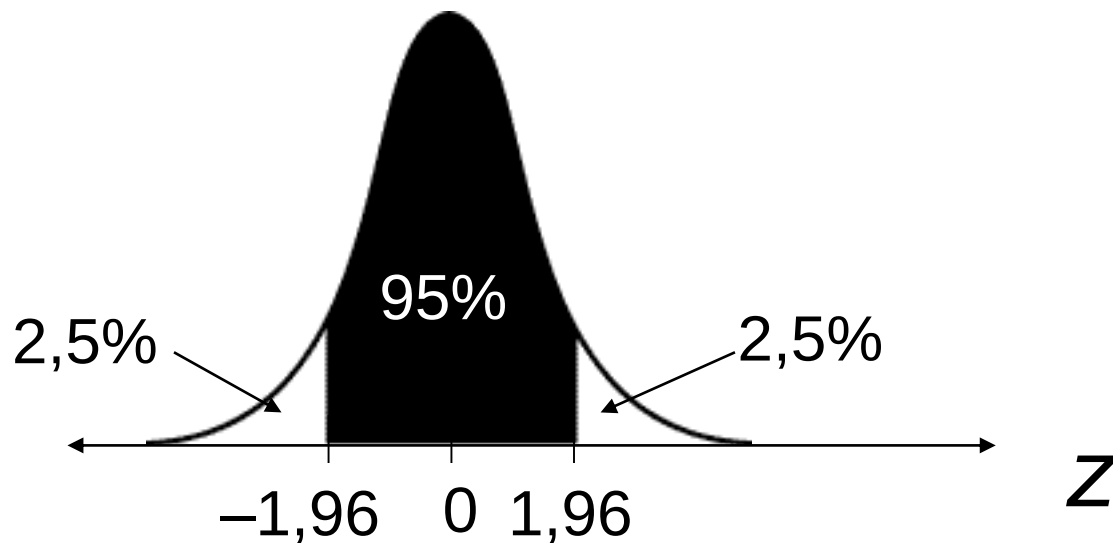


90% de todas as médias amostrais terão escores z entre $-1,64$ e $1,64$

distribuição de médias amostrais

Quando o tamanho da amostra é de pelo menos 30, a distribuição amostral para $\bar{X}$ é normal.

Para grau de confiança = 95%

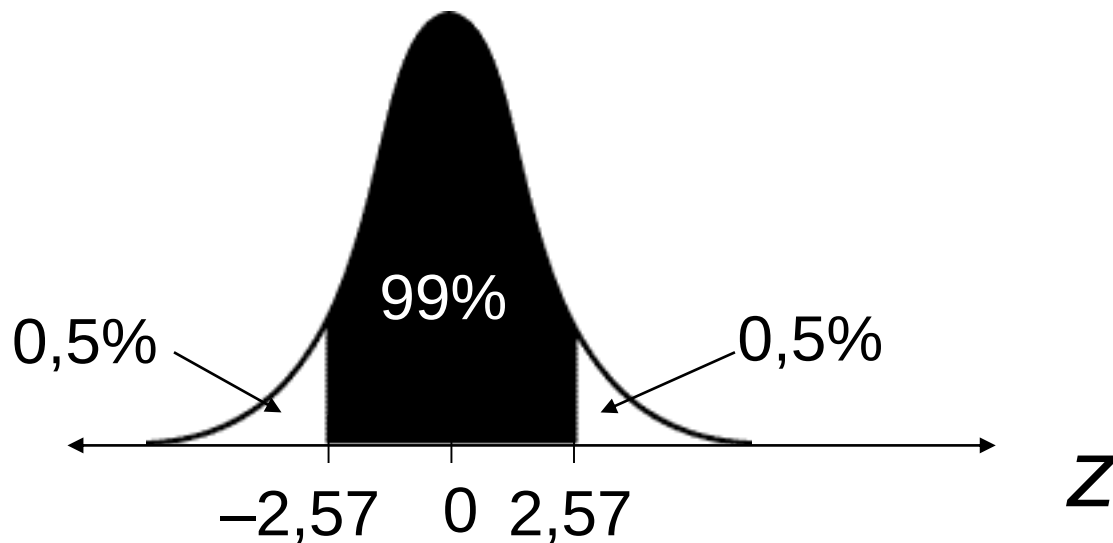


95% de todas as médias amostrais terão escores z entre $-1,96$ e $1,96$

distribuição de médias amostrais

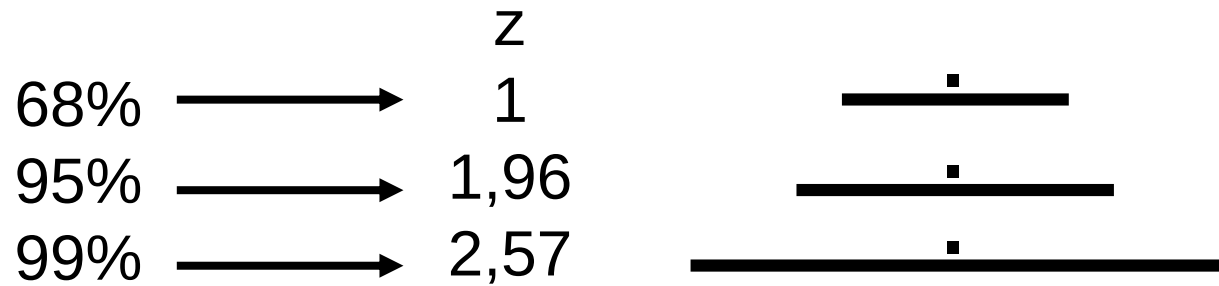
Quando o tamanho da amostra é de pelo menos 30, a distribuição amostral para $\bar{X}$ é normal.

Para grau de confiança = 99%



99% de todas as médias amostrais terão escores z entre $-2,57$ e $2,57$

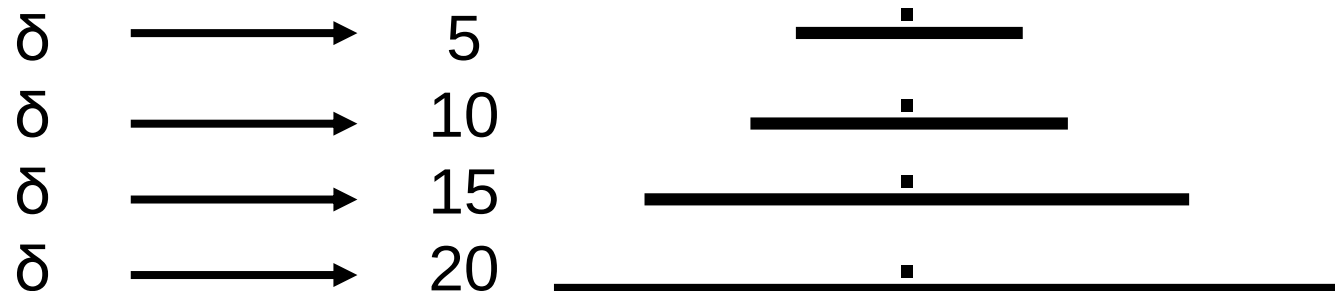
efeito do coeficiente de confiança



efeito do tamanho da amostra



efeito da dispersão da população



intervalos de confiança

- ❖ média $\left\{ \begin{array}{l} \text{amostras grandes} \\ \text{amostras pequenas} \end{array} \right.$
- ❖ proporções populacionais
- ❖ variância e desvio-padrão

