PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA

AULA 6

Profª Aline Purcote

CONVERSA INICIAL

Anteriormente, estudamos as distribuições de probabilidade Binomial, Poisson e Normal. Nesta aula veremos que, com base na Distribuição Normal, podemos estruturar e definir os intervalos de confiança e os testes de hipóteses. Mas como surge o intervalo de Confiança?

Vimos nas aulas anteriores que a Estatística é dividida em Estatística Descritiva e Inferência Estatística, sendo que na Inferência Estatística obtemos informações sobre a população com base nos elementos da amostra, e sempre que trabalhamos com amostragem temos um erro envolvido, surgindo, assim, o intervalo de confiança.

A Inferência Estatística pode ser dividida em duas áreas: uma delas é a estimação e a outra os testes de hipóteses, em que consideramos um valor hipotético para um parâmetro da população e, com base na amostra, realizamos um teste para aceitar ou rejeitar este valor. No teste de hipótese, não estimamos um parâmetro, mas chegamos a uma decisão sobre uma hipótese pré-afirmada. Tanto o teste de hipótese quanto os intervalos de confiança são ferramentas que dão credibilidade aos resultados estatísticos.

TEMA 1 – ESTIMAÇÃO

A Inferência Estatística é um processo para obter informações sobre uma população com base em resultados obtidos na amostra. Segundo Castanheira (2010), para realizar uma inferência, precisamos trabalhar com temas que envolvem amostragem, estimação e intervalo de confiança.

A amostragem consiste em selecionar parte de uma população para observar, de modo que seja possível estimar alguma coisa sobre toda a população.

Castanheira (2010) define *estimativa* como sendo o valor atribuído ao estimador, sendo um estimador uma grandeza baseada em observações feitas em uma amostra e que é considerada como indicador de um parâmetro populacional desconhecido. A estimativa pode ocorrer por ponto ou por intervalo.

Estimativa por ponto é um valor único obtido por meio de cálculos efetuados na amostra e que serve como uma aproximação do parâmetro.

Vamos considerar uma amostra de 1.000 peças que será realizada uma inspeção de qualidade. Suponha que 700 peças estão perfeitas, desta forma, pela estimativa por ponto, temos que 70% das peças são produzidas dentro das especificações, ou seja:

$$\frac{700}{1000} = 0{,}7x100 = 70\%$$

O exemplo anterior apresenta um único valor sendo um estimador pontual. Quando utilizamos um estimador pontual podemos ter um ponto negativo, pois ela raramente é igual ao parâmetro exato da população. Desta forma, podemos utilizar uma estimativa mais apropriada, especificando um intervalo de valores, assim, podemos trabalhar com a estimativa por intervalo que constrói um intervalo em torno da estimativa por ponto.

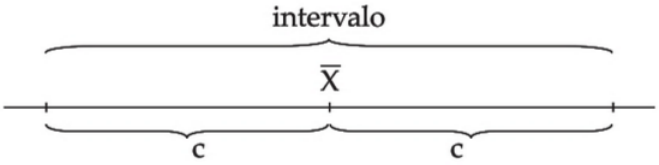
Segundo Castanheira (2010), a estimativa por intervalo, também denominada *intervalo de confiança*, para um parâmetro é uma faixa de valores possíveis e aceitos como verdadeiro, na qual se estima encontrar o parâmetro. Permite diminuir o tamanho do erro que estamos cometendo, e quanto menor for o comprimento do intervalo, maior a precisão dos cálculos.

TEMA 2 – INTERVALO DE CONFIANÇA

De acordo com Martins (2010), uma estimativa por intervalo para um parâmetro populacional é um intervalo determinado por dois números, obtidos por meio de elementos amostrais, que se espera que contenham o valor do parâmetro com dado nível de confiança. Se o comprimento do intervalo é pequeno, temos um elevado grau de precisão da inferência realizada. As estimativas desta natureza são denominadas *intervalos de confiança*.

O intervalo de confiança é um intervalo de valores com probabilidade de conter o valor desconhecido e associado a um nível de confiança, um número que exprime o grau de confiança deste intervalo. Com uma estimativa pontual e uma margem de erro, podemos construir um intervalo de confiança de um parâmetro populacional tal como a média, conforme figura a seguir:

Figura 1 – Intervalo de confiança



O valor de *c* é chamado de *erro amostral* e obtido pela fórmula:

$$c = Z\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Na qual:

- *Z* = distribuição normal padronizada;
- σ = desvio padrão da população;
- *n* = tamanho da amostra.

Após calcular o valor de *c*, determinamos o intervalo de confiança:

$$\overline{X} - c \leq \mu \leq \overline{X} + c$$

Sendo:

$\overline{X}$ = média da amostra

$\mu =$ média da população

Exemplo 1: determine o intervalo de confiança para um grupo de pessoas que tem peso médio de 68 kg com desvio padrão de 3 kg. Supor nível de confiança igual a 90% e uma amostra de 64 pessoas.

Primeiramente encontramos o o valor de *Z,* considerando o nível de confiança que é igual a 90%, dividimos este valor por 2 e, depois, por 100, assim procuramos o valor obtido na tabela de distribuição normal:

$$\frac{90\%}{2} = \frac{45\%}{100} = 0{,}45$$

Observação: Dividimos o nível de confiança por dois, pois a tabela da distribuição normal mostra a metade da área sob a curva normal.

Na tabela, buscamos o valor no centro e, ao encontrar, verificamos o seu correspondente na vertical e horizontal conforme a tabela a seguir:

Z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,0000	0,0040	0,0080	0,0120	0,0160	0,0199	0,0239	0,0279	0,0319	0,0359
0,1	0,0398	0,0438	0,0478	0,0517	0,0557	0,0596	0,0636	0,0675	0,0714	0,0753
0,2	0,0793	0,0832	0,0871	0,0910	0,0948	0,0987	0,1026	0,1064	0,1103	0,1141
0,3	0,1179	0,1217	0,1255	0,1293	0,1331	0,1368	0,1406	0,1443	0,1480	0,1517
0,4	0,1554	0,1591	0,1628	0,1664	0,1700	0,1736	0,1772	0,1808	0,1844	0,1879
0,5	0,1915	0,1950	0,1985	0,2019	0,2054	0,2088	0,2123	0,2157	0,2190	0,2224
0,6	0,2257	0,2291	0,2324	0,2357	0,2389	0,2422	0,2454	0,2486	0,2517	0,2549
0,7	0,2580	0,2611	0,2642	0,2673	0,2704	0,2734	0,2764	0,2794	0,2823	0,2852
0,8	0,2881	0,2910	0,2939	0,2967	0,2995	0,3023	0,3051	0,3078	0,3106	0,3133
0,9	0,3159	0,3186	0,3212	0,3238	0,3264	0,3289	0,3315	0,3340	0,3365	0,3389
1,0	0,3413	0,3438	0,3461	0,3485	0,3508	0,3531	0,3554	0,3577	0,3599	0,3621
1,1	0,3643	0,3665	0,3686	0,3708	0,3729	0,3749	0,3770	0,3790	0,3810	0,3830
1,2	0,3849	0,3869	0,3888	0,3907	0,3925	0,3944	0,3962	0,3980	0,3997	0,4015
1,3	0,4032	0,4049	0,4066	0,4082	0,4099	0,4115	0,4131	0,4147	0,4162	0,4177
1,4	0,4192	0,4207	0,4222	0,4236	0,4251	0,4265	0,4279	0,4292	0,4306	0,4319
1,5	0,4332	0,4345	0,4357	0,4370	0,4382	0,4394	0,4406	0,4418	0,4429	0,4441
1,6	0,4452	0,4463	0,4474	0,4484	0,4495	0,4505	0,4515	0,4525	0,4535	0,4545
1,7	0,4554	0,4564	0,4573	0,4582	0,4591	0,4599	0,4608	0,4616	0,4625	0,4633
1,8	0,4641	0,4649	0,4656	0,4664	0,4671	0,4678	0,4686	0,4693	0,4699	0,4706
1,9	0,4713	0,4719	0,4726	0,4732	0,4738	0,4744	0,4750	0,4756	0,4761	0,4767
2,0	0,4772	0,4778	0,4783	0,4788	0,4793	0,4798	0,4803	0,4808	0,4812	0,4817
2,1	0,4821	0,4826	0,4830	0,4834	0,4838	0,4842	0,4846	0,4850	0,4854	0,4857
2,2	0,4861	0,4864	0,4868	0,4871	0,4875	0,4878	0,4881	0,4884	0,4887	0,4890
2,3	0,4893	0,4896	0,4898	0,4901	0,4904	0,4906	0,4909	0,4911	0,4913	0,4916
2,4	0,4918	0,4920	0,4922	0,4925	0,4927	0,4929	0,4931	0,4932	0,4934	0,4936
2,5	0,4938	0,4940	0,4941	0,4943	0,4945	0,4946	0,4948	0,4949	0,4951	0,4952
2,6	0,4953	0,4955	0,4956	0,4957	0,4959	0,4960	0,4961	0,4962	0,4963	0,4964
2,7	0,4965	0,4966	0,4967	0,4968	0,4969	0,4970	0,4971	0,4972	0,4973	0,4974
2,8	0,4974	0,4975	0,4976	0,4977	0,4977	0,4978	0,4979	0,4979	0,4980	0,4981
2,9	0,4981	0,4982	0,4982	0,4983	0,4984	0,4984	0,4985	0,4985	0,4986	0,4986
3,0	0,4987	0,4987	0,4987	0,4988	0,4988	0,4989	0,4989	0,4989	0,4990	0,4990

Logo, para 0,45, temos um Z = 1,65. Agora, calculamos o valor de c com os seguintes dados disponíveis no enunciado:

σ = 3 kg

n = 64

$\overline{X}$ 68 kg

$$c = Z\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$c = 1{,}65\frac{3}{\sqrt{64}} = 1{,}65\frac{3}{8} = 1{,}65.0{,}375 = 0{,}6188$$

Com o valor de *c*, determinamos o intervalo de confiança:

$$\overline{X} - c \leq \mu \leq \overline{X} + c$$

$$68 - 0{,}6188 \leq \mu \leq 68 + 0{,}6188$$

$$67{,}3812 \leq \mu \leq 68{,}6188$$

Exemplo 2: a vida útil de uma peça de determinado equipamento possui um desvio padrão de 5 horas. Foram realizadas inspeções em 100 peças, obtendo uma média de 500 horas. Construir um intervalo de confiança para a verdadeira duração média da peça com um nível de 95% de confiança.

Vamos encontrar o valor de *Z* considerando o nível de confiança igual a 95%:

$$\frac{95\%}{2} = \frac{47{,}5\%}{100} = 0{,}475$$

Na tabela, buscamos o valor de Z no centro e, ao encontrar, verificamos o seu correspondente na vertical e horizontal conforme mostrado a seguir:

Z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,0000	0,0040	0,0080	0,0120	0,0160	0,0199	0,0239	0,0279	0,0319	0,0359
0,1	0,0398	0,0438	0,0478	0,0517	0,0557	0,0596	0,0636	0,0675	0,0714	0,0753
0,2	0,0793	0,0832	0,0871	0,0910	0,0948	0,0987	0,1026	0,1064	0,1103	0,1141
0,3	0,1179	0,1217	0,1255	0,1293	0,1331	0,1368	0,1406	0,1443	0,1480	0,1517
0,4	0,1554	0,1591	0,1628	0,1664	0,1700	0,1736	0,1772	0,1808	0,1844	0,1879
0,5	0,1915	0,1950	0,1985	0,2019	0,2054	0,2088	0,2123	0,2157	0,2190	0,2224
0,6	0,2257	0,2291	0,2324	0,2357	0,2389	0,2422	0,2454	0,2486	0,2517	0,2549
0,7	0,2580	0,2611	0,2642	0,2673	0,2704	0,2734	0,2764	0,2794	0,2823	0,2852
0,8	0,2881	0,2910	0,2939	0,2967	0,2995	0,3023	0,3051	0,3078	0,3106	0,3133
0,9	0,3159	0,3186	0,3212	0,3238	0,3264	0,3289	0,3315	0,3340	0,3365	0,3389
1,0	0,3413	0,3438	0,3461	0,3485	0,3508	0,3531	0,3554	0,3577	0,3599	0,3621
1,1	0,3643	0,3665	0,3686	0,3708	0,3729	0,3749	0,3770	0,3790	0,3810	0,3830
1,2	0,3849	0,3869	0,3888	0,3907	0,3925	0,3944	0,3962	0,3980	0,3997	0,4015
1,3	0,4032	0,4049	0,4066	0,4082	0,4099	0,4115	0,4131	0,4147	0,4162	0,4177
1,4	0,4192	0,4207	0,4222	0,4236	0,4251	0,4265	0,4279	0,4292	0,4306	0,4319
1,5	0,4332	0,4345	0,4357	0,4370	0,4382	0,4394	0,4406	0,4418	0,4429	0,4441
1,6	0,4452	0,4463	0,4474	0,4484	0,4495	0,4505	0,4515	0,4525	0,4535	0,4545
1,7	0,4554	0,4564	0,4573	0,4582	0,4591	0,4599	0,4608	0,4616	0,4625	0,4633
1,8	0,4641	0,4649	0,4656	0,4664	0,4671	0,4678	0,4686	0,4693	0,4699	0,4706
1,9	0,4713	0,4719	0,4726	0,4732	0,4738	0,4744	0,4750	0,4756	0,4761	0,4767
2,0	0,4772	0,4778	0,4783	0,4788	0,4793	0,4798	0,4803	0,4808	0,4812	0,4817
2,1	0,4821	0,4826	0,4830	0,4834	0,4838	0,4842	0,4846	0,4850	0,4854	0,4857
2,2	0,4861	0,4864	0,4868	0,4871	0,4875	0,4878	0,4881	0,4884	0,4887	0,4890
2,3	0,4893	0,4896	0,4898	0,4901	0,4904	0,4906	0,4909	0,4911	0,4913	0,4916
2,4	0,4918	0,4920	0,4922	0,4925	0,4927	0,4929	0,4931	0,4932	0,4934	0,4936

2,5	0,4938	0,4940	0,4941	0,4943	0,4945	0,4946	0,4948	0,4949	0,4951	0,4952
2,6	0,4953	0,4955	0,4956	0,4957	0,4959	0,4960	0,4961	0,4962	0,4963	0,4964
2,7	0,4965	0,4966	0,4967	0,4968	0,4969	0,4970	0,4971	0,4972	0,4973	0,4974
2,8	0,4974	0,4975	0,4976	0,4977	0,4977	0,4978	0,4979	0,4979	0,4980	0,4981
2,9	0,4981	0,4982	0,4982	0,4983	0,4984	0,4984	0,4985	0,4985	0,4986	0,4986
3,0	0,4987	0,4987	0,4987	0,4988	0,4988	0,4989	0,4989	0,4989	0,4990	0,4990

Para 0,475, temos um Z = 1,96. Agora, calculamos o valor de c com os seguintes dados:

σ = 5 h

n = 100

$\overline{X}$ = 500

$$c = Z\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$c = 1{,}96\frac{5}{\sqrt{100}} = 1{,}96\frac{5}{10} = 1{,}96.0{,}5 = 0{,}98$$

Com o valor de c, determinamos o intervalo de confiança:

$$\overline{X} - c \leq \mu \leq \overline{X} + c$$

$$500 - 0{,}98 \leq \mu \leq 500 + 0{,}98$$

$$499{,}02 \leq \mu \leq 500{,}98$$

Assim, o intervalo [499,02; 500,98] contém a duração média da peça com 95% de confiança.

TEMA 3 – TAMANHO DA AMOSTRA

Quando trabalhamos com amostragem não representamos perfeitamente a população, logo sempre teremos o erro amostral. Não podemos evitar este erro, mas podemos reduzi-lo escolhendo uma amostra de tamanho adequado, pois quanto maior o tamanho da amostra, menor será o erro, e quanto menor a amostra, maior o erro.

O objetivo de obter o tamanho da amostra é determinar o tamanho mínimo que devemos ter visando à obtenção de uma amostra significativa que represente o melhor possível da população. Desta forma, temos que a representatividade da amostra dependerá do seu tamanho sendo que quanto maior a amostra será melhor.

Vimos no tema 2 que *c* é chamado de *erro amostral* e obtido pela fórmula:

$$c = Z\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Com a fórmula acima, podemos obter o tamanho da amostra isolando o *n,* assim:

$$n = \left(\frac{z.\sigma}{c}\right)^2$$

Exemplo 1: uma pesquisa deseja estimar a renda média de um grupo de pessoas. Que tamanho de amostra deve-se ter para que, com uma probabilidade de 95% de confiança, sua estimativa não esteja a menos de R$ 500,00 da verdadeira média populacional? Suponha que o desvio padrão seja de R$ 6.250.

No enunciado, temos os seguintes dados:

- σ = 6.250;
- *C* = 500.

Nível de confiança = 95%

Precisamos primeiramente encontrar o valor de *Z* dividindo o nível de confiança por 2 e avaliando o valor encontrado na tabela:

$$\frac{95\%}{2} = \frac{47{,}5\%}{100} = 0{,}475$$

Z = 1,96

Z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,0000	0,0040	0,0080	0,0120	0,0160	0,0199	0,0239	0,0279	0,0319	0,0359
0,1	0,0398	0,0438	0,0478	0,0517	0,0557	0,0596	0,0636	0,0675	0,0714	0,0753
0,2	0,0793	0,0832	0,0871	0,0910	0,0948	0,0987	0,1026	0,1064	0,1103	0,1141
0,3	0,1179	0,1217	0,1255	0,1293	0,1331	0,1368	0,1406	0,1443	0,1480	0,1517
0,4	0,1554	0,1591	0,1628	0,1664	0,1700	0,1736	0,1772	0,1808	0,1844	0,1879
0,5	0,1915	0,1950	0,1985	0,2019	0,2054	0,2088	0,2123	0,2157	0,2190	0,2224
0,6	0,2257	0,2291	0,2324	0,2357	0,2389	0,2422	0,2454	0,2486	0,2517	0,2549
0,7	0,2580	0,2611	0,2642	0,2673	0,2704	0,2734	0,2764	0,2794	0,2823	0,2852
0,8	0,2881	0,2910	0,2939	0,2967	0,2995	0,3023	0,3051	0,3078	0,3106	0,3133
0,9	0,3159	0,3186	0,3212	0,3238	0,3264	0,3289	0,3315	0,3340	0,3365	0,3389
1,0	0,3413	0,3438	0,3461	0,3485	0,3508	0,3531	0,3554	0,3577	0,3599	0,3621
1,1	0,3643	0,3665	0,3686	0,3708	0,3729	0,3749	0,3770	0,3790	0,3810	0,3830
1,2	0,3849	0,3869	0,3888	0,3907	0,3925	0,3944	0,3962	0,3980	0,3997	0,4015
1,3	0,4032	0,4049	0,4066	0,4082	0,4099	0,4115	0,4131	0,4147	0,4162	0,4177

1,4	0,4192	0,4207	0,4222	0,4236	0,4251	0,4265	0,4279	0,4292	0,4306	0,4319
1,5	0,4332	0,4345	0,4357	0,4370	0,4382	0,4394	0,4406	0,4418	0,4429	0,4441
1,6	0,4452	0,4463	0,4474	0,4484	0,4495	0,4505	0,4515	0,4525	0,4535	0,4545
1,7	0,4554	0,4564	0,4573	0,4582	0,4591	0,4599	0,4608	0,4616	0,4625	0,4633
1,8	0,4641	0,4649	0,4656	0,4664	0,4671	0,4678	0,4686	0,4693	0,4699	0,4706
1,9	0,4713	0,4719	0,4726	0,4732	0,4738	0,4744	0,4750	0,4756	0,4761	0,4767
2,0	0,4772	0,4778	0,4783	0,4788	0,4793	0,4798	0,4803	0,4808	0,4812	0,4817
2,1	0,4821	0,4826	0,4830	0,4834	0,4838	0,4842	0,4846	0,4850	0,4854	0,4857
2,2	0,4861	0,4864	0,4868	0,4871	0,4875	0,4878	0,4881	0,4884	0,4887	0,4890
2,3	0,4893	0,4896	0,4898	0,4901	0,4904	0,4906	0,4909	0,4911	0,4913	0,4916
2,4	0,4918	0,4920	0,4922	0,4925	0,4927	0,4929	0,4931	0,4932	0,4934	0,4936
2,5	0,4938	0,4940	0,4941	0,4943	0,4945	0,4946	0,4948	0,4949	0,4951	0,4952
2,6	0,4953	0,4955	0,4956	0,4957	0,4959	0,4960	0,4961	0,4962	0,4963	0,4964
2,7	0,4965	0,4966	0,4967	0,4968	0,4969	0,4970	0,4971	0,4972	0,4973	0,4974
2,8	0,4974	0,4975	0,4976	0,4977	0,4977	0,4978	0,4979	0,4979	0,4980	0,4981
2,9	0,4981	0,4982	0,4982	0,4983	0,4984	0,4984	0,4985	0,4985	0,4986	0,4986
3,0	0,4987	0,4987	0,4987	0,4988	0,4988	0,4989	0,4989	0,4989	0,4990	0,4990

Para encontrar o tamanho da amostra, aplicamos a fórmula:

$$n = \left(\frac{z.\sigma}{c} \right)^2$$

$$n = \left(\frac{1{,}96.6250}{500} \right)^2$$

$$n = \left(\frac{12250}{500} \right)^2 = (24{,}5)^2 = 600{,}25$$

Desta forma, precisamos obter uma amostra de, ao menos, 600,25 entrevistados para termos 95% de confiança.

Exemplo 2: uma empresa pretende avaliar o peso de certa peça sendo que, pela especificação do produto, o desvio padrão é de 10 kg. Admitindo um nível de confiança de 95,5% e um erro amostral de 1,5 kg, qual deve ser o tamanho da amostra a ser avaliada?

Pelo enunciado temos:

- σ = 10 kg;
- *C* = 1,5 kg;
- Nível de confiança = 95,5%.

Vamos encontrar o valor de *Z* dividindo o nível de confiança por 2 e avaliando o valor na tabela:

$$\frac{95{,}5\%}{2} = \frac{47{,}75\%}{100} = 0{,}4775$$

$Z = 2$

Z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,0000	0,0040	0,0080	0,0120	0,0160	0,0199	0,0239	0,0279	0,0319	0,0359
0,1	0,0398	0,0438	0,0478	0,0517	0,0557	0,0596	0,0636	0,0675	0,0714	0,0753
0,2	0,0793	0,0832	0,0871	0,0910	0,0948	0,0987	0,1026	0,1064	0,1103	0,1141
0,3	0,1179	0,1217	0,1255	0,1293	0,1331	0,1368	0,1406	0,1443	0,1480	0,1517
0,4	0,1554	0,1591	0,1628	0,1664	0,1700	0,1736	0,1772	0,1808	0,1844	0,1879
0,5	0,1915	0,1950	0,1985	0,2019	0,2054	0,2088	0,2123	0,2157	0,2190	0,2224
0,6	0,2257	0,2291	0,2324	0,2357	0,2389	0,2422	0,2454	0,2486	0,2517	0,2549
0,7	0,2580	0,2611	0,2642	0,2673	0,2704	0,2734	0,2764	0,2794	0,2823	0,2852
0,8	0,2881	0,2910	0,2939	0,2967	0,2995	0,3023	0,3051	0,3078	0,3106	0,3133
0,9	0,3159	0,3186	0,3212	0,3238	0,3264	0,3289	0,3315	0,3340	0,3365	0,3389
1,0	0,3413	0,3438	0,3461	0,3485	0,3508	0,3531	0,3554	0,3577	0,3599	0,3621
1,1	0,3643	0,3665	0,3686	0,3708	0,3729	0,3749	0,3770	0,3790	0,3810	0,3830
1,2	0,3849	0,3869	0,3888	0,3907	0,3925	0,3944	0,3962	0,3980	0,3997	0,4015
1,3	0,4032	0,4049	0,4066	0,4082	0,4099	0,4115	0,4131	0,4147	0,4162	0,4177
1,4	0,4192	0,4207	0,4222	0,4236	0,4251	0,4265	0,4279	0,4292	0,4306	0,4319
1,5	0,4332	0,4345	0,4357	0,4370	0,4382	0,4394	0,4406	0,4418	0,4429	0,4441
1,6	0,4452	0,4463	0,4474	0,4484	0,4495	0,4505	0,4515	0,4525	0,4535	0,4545
1,7	0,4554	0,4564	0,4573	0,4582	0,4591	0,4599	0,4608	0,4616	0,4625	0,4633
1,8	0,4641	0,4649	0,4656	0,4664	0,4671	0,4678	0,4686	0,4693	0,4699	0,4706
1,9	0,4713	0,4719	0,4726	0,4732	0,4738	0,4744	0,4750	0,4756	0,4761	0,4767
2,0	0,4772	0,4778	0,4783	0,4788	0,4793	0,4798	0,4803	0,4808	0,4812	0,4817
2,1	0,4821	0,4826	0,4830	0,4834	0,4838	0,4842	0,4846	0,4850	0,4854	0,4857
2,2	0,4861	0,4864	0,4868	0,4871	0,4875	0,4878	0,4881	0,4884	0,4887	0,4890
2,3	0,4893	0,4896	0,4898	0,4901	0,4904	0,4906	0,4909	0,4911	0,4913	0,4916
2,4	0,4918	0,4920	0,4922	0,4925	0,4927	0,4929	0,4931	0,4932	0,4934	0,4936
2,5	0,4938	0,4940	0,4941	0,4943	0,4945	0,4946	0,4948	0,4949	0,4951	0,4952
2,6	0,4953	0,4955	0,4956	0,4957	0,4959	0,4960	0,4961	0,4962	0,4963	0,4964
2,7	0,4965	0,4966	0,4967	0,4968	0,4969	0,4970	0,4971	0,4972	0,4973	0,4974
2,8	0,4974	0,4975	0,4976	0,4977	0,4977	0,4978	0,4979	0,4979	0,4980	0,4981
2,9	0,4981	0,4982	0,4982	0,4983	0,4984	0,4984	0,4985	0,4985	0,4986	0,4986
3,0	0,4987	0,4987	0,4987	0,4988	0,4988	0,4989	0,4989	0,4989	0,4990	0,4990

Para encontrar o tamanho da amostra, aplicamos a fórmula:

$$n = \left(\frac{z.\sigma}{c}\right)^2$$

$$n = \left(\frac{2.10}{1{,}5}\right)^2$$

$$n = \left(\frac{20}{1{,}5}\right)^2 = (13{,}3333)^2 = 177{,}7768$$

Desta forma, com uma amostra de 177,7768 ou arredendonado para 178 peças, teremos um erro máximo de 1,5 kg com nível de confiança de 95,5%.

TEMA 4 – INTERVALO DE CONFIANÇA PARA A PROPORÇÃO

No tema 2 construímos um intervalo de confiança para a média da população, mas também podemos elaborar um intervalo de confiança para a proporção populacional. Nas aulas anteriores, estudamos que a probabilidade de sucesso em uma única tentativa de um experimento binomial é *p*. Essa probabilidade *p* é uma proporção populacional que podemos estimar utilizando um intervalo de confiança.

Para amostras suficientemente grandes (*n > 30*), a distribuição amostral das proporções é aproximadamente normal. Segundo Larson (2015), a estimativa pontual para *p*, a proporção populacional de sucessos, é dada pela proporção de sucessos em uma amostra e é denotada por:

$$\hat{p} = \frac{x}{n}$$

Em que *x* é o número de sucessos em uma amostra e *n* é o tamanho da amostra. A estimativa pontual para a proporção populacional de não sucesso é dada por:

$$\hat{q} = 1 - \hat{p}$$

Considerando a estimação pontual calculando uma margem de erro, sendo o intervalo de confiança para uma proporção populacional *p* dado por:

$$IC = \hat{p} \pm z\sqrt{\frac{\hat{p}.\hat{q}}{n}}$$

Exemplo 1: uma empresa retirou uma amostra de 200 peças produzidas por certa máquina e verificou que 10 peças eram defeituosas. Estimar a verdadeira proporção de peças defeituosas produzidas por essa máquina utilizando um nível de confiança de 90%.

Pelo enunciado temos os seguintes dados:

- n = 200
- x = 10 defeituosas
- Nível de confiança = 90%

Com os dados anteriores, vamos calcular a proporção amostral de sucesso e a proporção populacional de não sucesso:

$$\hat{p} = \frac{x}{n}$$

$$\hat{p} = \frac{10}{200} = 0{,}05$$

$$\hat{q} = 1 - \hat{p}$$

$$\hat{q} = 1 - 0{,}05 = 0{,}95$$

Considerando nível de confiança de 90%, vamos encontrar o valor de *z*:

$$\frac{90\%}{2} = \frac{45\%}{100} = 0{,}45$$

Na tabela, buscamos o valor no centro e, ao encontrar, verificamos o seu correspondente na vertical e horizontal conforme o esquema a seguir:

Z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,0000	0,0040	0,0080	0,0120	0,0160	0,0199	0,0239	0,0279	0,0319	0,0359
0,1	0,0398	0,0438	0,0478	0,0517	0,0557	0,0596	0,0636	0,0675	0,0714	0,0753
0,2	0,0793	0,0832	0,0871	0,0910	0,0948	0,0987	0,1026	0,1064	0,1103	0,1141
0,3	0,1179	0,1217	0,1255	0,1293	0,1331	0,1368	0,1406	0,1443	0,1480	0,1517
0,4	0,1554	0,1591	0,1628	0,1664	0,1700	0,1736	0,1772	0,1808	0,1844	0,1879
0,5	0,1915	0,1950	0,1985	0,2019	0,2054	0,2088	0,2123	0,2157	0,2190	0,2224
0,6	0,2257	0,2291	0,2324	0,2357	0,2389	0,2422	0,2454	0,2486	0,2517	0,2549
0,7	0,2580	0,2611	0,2642	0,2673	0,2704	0,2734	0,2764	0,2794	0,2823	0,2852
0,8	0,2881	0,2910	0,2939	0,2967	0,2995	0,3023	0,3051	0,3078	0,3106	0,3133
0,9	0,3159	0,3186	0,3212	0,3238	0,3264	0,3289	0,3315	0,3340	0,3365	0,3389
1,0	0,3413	0,3438	0,3461	0,3485	0,3508	0,3531	0,3554	0,3577	0,3599	0,3621
1,1	0,3643	0,3665	0,3686	0,3708	0,3729	0,3749	0,3770	0,3790	0,3810	0,3830
1,2	0,3849	0,3869	0,3888	0,3907	0,3925	0,3944	0,3962	0,3980	0,3997	0,4015
1,3	0,4032	0,4049	0,4066	0,4082	0,4099	0,4115	0,4131	0,4147	0,4162	0,4177
1,4	0,4192	0,4207	0,4222	0,4236	0,4251	0,4265	0,4279	0,4292	0,4306	0,4319
1,5	0,4332	0,4345	0,4357	0,4370	0,4382	0,4394	0,4406	0,4418	0,4429	0,4441
1,6	0,4452	0,4463	0,4474	0,4484	0,4495	0,4505	0,4515	0,4525	0,4535	0,4545
1,7	0,4554	0,4564	0,4573	0,4582	0,4591	0,4599	0,4608	0,4616	0,4625	0,4633
1,8	0,4641	0,4649	0,4656	0,4664	0,4671	0,4678	0,4686	0,4693	0,4699	0,4706
1,9	0,4713	0,4719	0,4726	0,4732	0,4738	0,4744	0,4750	0,4756	0,4761	0,4767
2,0	0,4772	0,4778	0,4783	0,4788	0,4793	0,4798	0,4803	0,4808	0,4812	0,4817

2,1	0,4821	0,4826	0,4830	0,4834	0,4838	0,4842	0,4846	0,4850	0,4854	0,4857
2,2	0,4861	0,4864	0,4868	0,4871	0,4875	0,4878	0,4881	0,4884	0,4887	0,4890
2,3	0,4893	0,4896	0,4898	0,4901	0,4904	0,4906	0,4909	0,4911	0,4913	0,4916
2,4	0,4918	0,4920	0,4922	0,4925	0,4927	0,4929	0,4931	0,4932	0,4934	0,4936
2,5	0,4938	0,4940	0,4941	0,4943	0,4945	0,4946	0,4948	0,4949	0,4951	0,4952
2,6	0,4953	0,4955	0,4956	0,4957	0,4959	0,4960	0,4961	0,4962	0,4963	0,4964
2,7	0,4965	0,4966	0,4967	0,4968	0,4969	0,4970	0,4971	0,4972	0,4973	0,4974
2,8	0,4974	0,4975	0,4976	0,4977	0,4977	0,4978	0,4979	0,4979	0,4980	0,4981
2,9	0,4981	0,4982	0,4982	0,4983	0,4984	0,4984	0,4985	0,4985	0,4986	0,4986
3,0	0,4987	0,4987	0,4987	0,4988	0,4988	0,4989	0,4989	0,4989	0,4990	0,4990

Logo, para 0,45, temos um Z = 1,65. Agora, calculamos o intrevalo de confiança:

- $IC = \hat{p} \pm z\sqrt{\frac{\hat{p}.\hat{q}}{n}}$
- $IC = 0{,}05 \pm 1{,}65\sqrt{\frac{0{,}05.0{,}95}{200}}$
- $IC = 0{,}05 \pm 1{,}65\sqrt{\frac{0{,}0475}{200}}$
- $IC = 0{,}05 \pm 1{,}65\sqrt{0{,}0002375}$
- $IC = 0{,}05 \pm 1{,}65.0{,}01541$
- $IC = 0{,}05 \pm 0{,}0254$

O intervalo de confiança da proporção será:

- 0,05 – 0,0254 ≤ p ≤ 0,05 + 0,0254
- 0,0246 ≤ p ≤ 0,0754

Ou, multiplicando por 100, temos: 2,46% ≤ p ≤ 7,54%.

Assim, o intervalo [2,46%; 7,54%] contém a verdadeira proporção de peças com defeitos com 90% de confiança.

Exemplo 2: uma empresa analisou uma amostra de 600 itens e observou que 58 itens apresentavam algum defeito. Determine um intervalo com 95% de confiança.

Pelo enunciado temos os seguintes dados:

- n = 600;
- x = 58 defeituosas;
- Nível de confiança = 95%.

Como os dados anteriores vamos calcular a proporção amostral de sucesso e a proporção populacional de não sucesso:

- $\hat{p} = \frac{x}{n}$
- $\hat{p} = \frac{58}{600} = 0{,}0967$
- $\hat{q} = 1 - \hat{p}$
- $\hat{q} = 1 - 0{,}0967 = 0{,}9033$

Considerando nível de confiança de 95% vamos encontrar o valor de *z*:

$$\frac{95\%}{2} = \frac{47{,}5\%}{100} = 0{,}475$$

Z = 1,96

Z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,0000	0,0040	0,0080	0,0120	0,0160	0,0199	0,0239	0,0279	0,0319	0,0359
0,1	0,0398	0,0438	0,0478	0,0517	0,0557	0,0596	0,0636	0,0675	0,0714	0,0753
0,2	0,0793	0,0832	0,0871	0,0910	0,0948	0,0987	0,1026	0,1064	0,1103	0,1141
0,3	0,1179	0,1217	0,1255	0,1293	0,1331	0,1368	0,1406	0,1443	0,1480	0,1517
0,4	0,1554	0,1591	0,1628	0,1664	0,1700	0,1736	0,1772	0,1808	0,1844	0,1879
0,5	0,1915	0,1950	0,1985	0,2019	0,2054	0,2088	0,2123	0,2157	0,2190	0,2224
0,6	0,2257	0,2291	0,2324	0,2357	0,2389	0,2422	0,2454	0,2486	0,2517	0,2549
0,7	0,2580	0,2611	0,2642	0,2673	0,2704	0,2734	0,2764	0,2794	0,2823	0,2852
0,8	0,2881	0,2910	0,2939	0,2967	0,2995	0,3023	0,3051	0,3078	0,3106	0,3133
0,9	0,3159	0,3186	0,3212	0,3238	0,3264	0,3289	0,3315	0,3340	0,3365	0,3389
1,0	0,3413	0,3438	0,3461	0,3485	0,3508	0,3531	0,3554	0,3577	0,3599	0,3621
1,1	0,3643	0,3665	0,3686	0,3708	0,3729	0,3749	0,3770	0,3790	0,3810	0,3830
1,2	0,3849	0,3869	0,3888	0,3907	0,3925	0,3944	0,3962	0,3980	0,3997	0,4015
1,3	0,4032	0,4049	0,4066	0,4082	0,4099	0,4115	0,4131	0,4147	0,4162	0,4177
1,4	0,4192	0,4207	0,4222	0,4236	0,4251	0,4265	0,4279	0,4292	0,4306	0,4319
1,5	0,4332	0,4345	0,4357	0,4370	0,4382	0,4394	0,4406	0,4418	0,4429	0,4441
1,6	0,4452	0,4463	0,4474	0,4484	0,4495	0,4505	0,4515	0,4525	0,4535	0,4545
1,7	0,4554	0,4564	0,4573	0,4582	0,4591	0,4599	0,4608	0,4616	0,4625	0,4633
1,8	0,4641	0,4649	0,4656	0,4664	0,4671	0,4678	0,4686	0,4693	0,4699	0,4706
1,9	0,4713	0,4719	0,4726	0,4732	0,4738	0,4744	0,4750	0,4756	0,4761	0,4767
2,0	0,4772	0,4778	0,4783	0,4788	0,4793	0,4798	0,4803	0,4808	0,4812	0,4817
2,1	0,4821	0,4826	0,4830	0,4834	0,4838	0,4842	0,4846	0,4850	0,4854	0,4857
2,2	0,4861	0,4864	0,4868	0,4871	0,4875	0,4878	0,4881	0,4884	0,4887	0,4890
2,3	0,4893	0,4896	0,4898	0,4901	0,4904	0,4906	0,4909	0,4911	0,4913	0,4916
2,4	0,4918	0,4920	0,4922	0,4925	0,4927	0,4929	0,4931	0,4932	0,4934	0,4936
2,5	0,4938	0,4940	0,4941	0,4943	0,4945	0,4946	0,4948	0,4949	0,4951	0,4952
2,6	0,4953	0,4955	0,4956	0,4957	0,4959	0,4960	0,4961	0,4962	0,4963	0,4964
2,7	0,4965	0,4966	0,4967	0,4968	0,4969	0,4970	0,4971	0,4972	0,4973	0,4974
2,8	0,4974	0,4975	0,4976	0,4977	0,4977	0,4978	0,4979	0,4979	0,4980	0,4981

2,9	0,4981	0,4982	0,4982	0,4983	0,4984	0,4984	0,4985	0,4985	0,4986	0,4986
3,0	0,4987	0,4987	0,4987	0,4988	0,4988	0,4989	0,4989	0,4989	0,4990	0,4990

Agora, calculamos o intervalo de confiança:

- $IC = \hat{p} \pm z\sqrt{\frac{\hat{p}.\hat{q}}{n}}$
- $IC = 0{,}0967 \pm 1{,}96\sqrt{\frac{0{,}0967.0{,}9033}{600}}$
- $IC = 0{,}0967 \pm 1{,}96\sqrt{\frac{0{,}08735}{600}}$
- $IC = 0{,}0967 \pm 1{,}96\sqrt{0{,}0001456}$
- $IC = 0{,}0967 \pm 1{,}96.0{,}01207$
- $IC = 0{,}0967 \pm 0{,}02366$

O intervalo de confiança da proporção será:

- 0,0967 – 0,02366 ≤ p ≤ 0,0967 + 0,02366
- 0,07304 ≤ p ≤0,12036
- Ou, multiplicando por 100, temos: 7,304% ≤ p ≤ 12,036%

Assim, o intervalo [7,304%; 12,036%] contém a verdadeira proporção de itens com defeitos considerando 95% de confiança.

TEMA 5 – TESTE DE HIPÓTESE

De acordo com Pereira (2014), os testes de hipóteses têm a função de comparar as medidas obtidas de uma amostra com os dados da população. Essa comparação é importante para aferir se o valor amostral é correto ou não.

Segundo Castanheira (2010), o teste de hipótese é uma técnica para se fazer inferência estatística. Por meio de um teste realizado com os dados de uma amostra, é possível inferir sobre a população a que essa amostra pertence. Esta técnica permite aceitar ou rejeitar a hipótese estatística, de modo que a hipótese estatística é uma suposição quanto ao valor de um parâmetro populacional.

A estrututa do teste de hipótese, de acordo com Walpole (2009), será formulada com o uso do termo hipótese nula, que se refere a qualquer hipótese que desejamos testar e é denotada por H_0. A rejeição de H_0 leva à aceitação de uma hipótese alternativa, denotada por H_1. A hipótese alternativa H_1 costuma

representar a questão a ser respondida, a teoria a ser testada. A hipótese nula H_0 anula ou se opõe a H_1 e é frequentemente o complemento lógico de H_1. Desta forma, o teste de hipótese coloca a hipótese nula em contraposição à hipótese alternativa.

De acordo com Martins (2010), a hipótese nula expressa uma igualdade, enquanto a hipótese alternativa é dada por uma desigualdade.

Exemplo 1:

- Hipótese Nula (H_0)
- $H_0 = 60$
- Hipótese Alternativa (H_1)
- $H_1 > 60$

Podemos considerar outras hipóteses alternativas, como $H_1 < 60$ e $H_1 \neq 60$.

Ao realizar um teste de hipótese, temos dois tipos de erros. Podemos rejeitar a hipótese nula sendo ela verdadeira e, assim, temos o erro tipo I, ou aceitar a hipótese nula sendo ela falsa, cometendo o erro tipo II. No quadro a seguir, avaliamos os possíveis erros e acertos de uma decisão com base em um teste de hipótese:

	Aceita-se a hipótese nula (H_0)	Rejeita-se a hipótese nula (H_0)
H_0 é verdadeira	Decisão foi correta	Erro do tipo 1
H_0 é falsa	Erro do tipo 2	Decisão foi correta

Fonte: Castanheira, 2010.

Considerando os erros descritos, a probabilidade de cometermos o erro do tipo I é designada por α (alfa) e chamamos de nível de significância do teste. Já a probabilidade de cometer o erro do tipo II é designada β (beta). No teste de hipótese, temos também as regiões de aceitação nas quais a hipótese nula é aceita e a região de rejeição em que se rejeita a hipótese nula.

De acordo com Castanheira (2010), para qualquer teste de hipóteses, devemos observar as seguintes etapas:

1. Enunciar a hipótese nula (H_0) e a hipótese alternativa (H_1);
2. Por meio de H_1, definir o tipo de teste que será usado para testar H_0;
3. Fixar o limite de erro (α);
4. Determinar a região de rejeição (RR) e a região de aceitação (RA), esta análise pode ocorrer em três situações:

Figura 2 – Situação 1

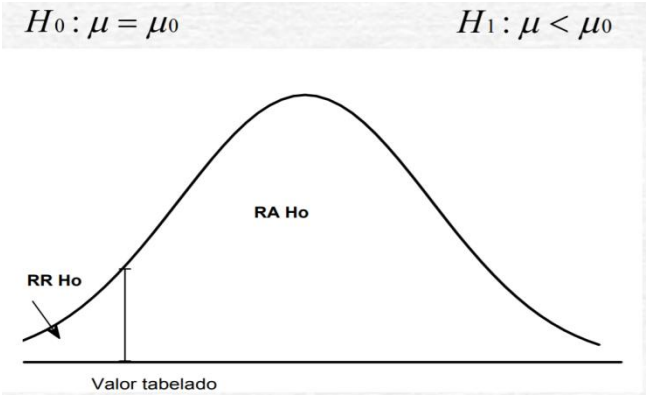


Figura 3 – Situação 2

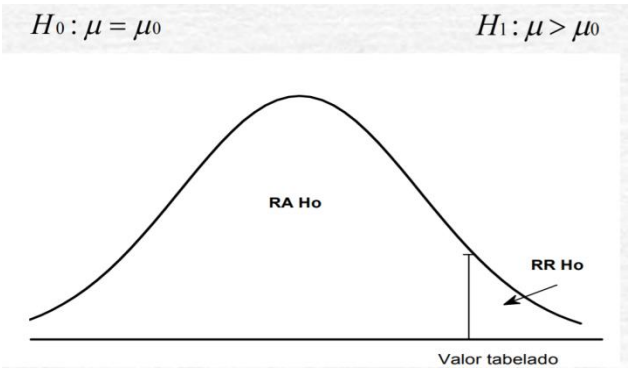
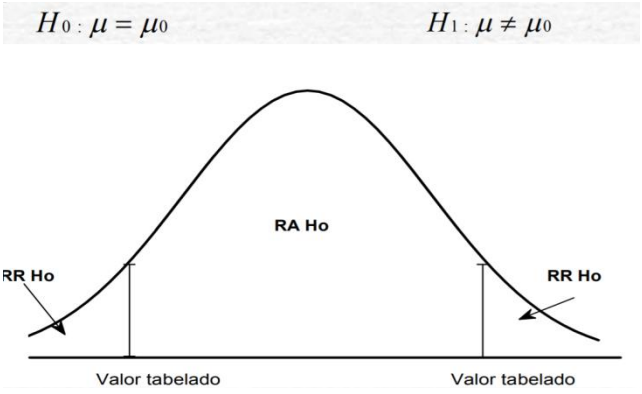


Figura 4 – Situação 3



5. Calcular o estimador e verificar se ele se encontra na região de rejeição ou aceitação. Para realizar um teste para médias, podemos utilizar como estimador da média populacional a média amostral e calcular o teste Z de uma amostra dado por:

$$Z_r = \frac{\overline{X} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$$

Ou seja:

$$Z_{teste} = \frac{\text{média amostral} - \text{média populacional}}{\frac{\text{desvio padrão}}{\sqrt{n}}}$$

Sendo *n* o tamanho da amostra.

6. Decidir se o estimador estiver na região de aceitação, aceitar H_0; se o estimador estiver na região de rejeição, rejeitar H_0.

Exemplo 2: considerando uma população com desvio padrão igual a 5 mm e que foi selecionada uma amostra de 50 elementos dessa população que possui média igual a 46 mm, podemos afirmar que a média dessa população é superior a 43 mm, ao nível de significância de 1%?

Com base no enunciado, encontramos as hipótese nula (H_0) e hipótese alternativa (H_1):

- H_0= 43 mm
- H_1 > 43 mm

Precisamos fixar o limite de erro (α) que, em nosso exemplo, é de 1% = 0,01, ou seja:

- 0,50 – 0,01 = 0,49

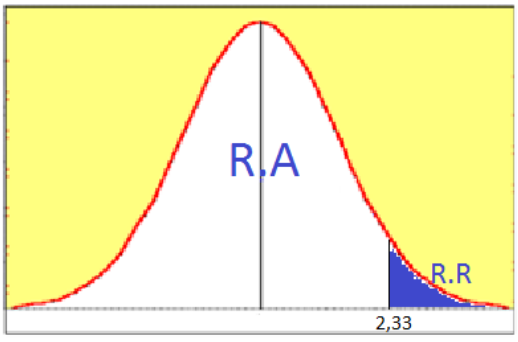
Encontramos o valor de *Z* buscando o valor 0,49 na tabela de distribuição normal:

Z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,0000	0,0040	0,0080	0,0120	0,0160	0,0199	0,0239	0,0279	0,0319	0,0359
0,1	0,0398	0,0438	0,0478	0,0517	0,0557	0,0596	0,0636	0,0675	0,0714	0,0753
0,2	0,0793	0,0832	0,0871	0,0910	0,0948	0,0987	0,1026	0,1064	0,1103	0,1141
0,3	0,1179	0,1217	0,1255	0,1293	0,1331	0,1368	0,1406	0,1443	0,1480	0,1517
0,4	0,1554	0,1591	0,1628	0,1664	0,1700	0,1736	0,1772	0,1808	0,1844	0,1879
0,5	0,1915	0,1950	0,1985	0,2019	0,2054	0,2088	0,2123	0,2157	0,2190	0,2224

0,6	0,2257	0,2291	0,2324	0,2357	0,2389	0,2422	0,2454	0,2486	0,2517	0,2549
0,7	0,2580	0,2611	0,2642	0,2673	0,2704	0,2734	0,2764	0,2794	0,2823	0,2852
0,8	0,2881	0,2910	0,2939	0,2967	0,2995	0,3023	0,3051	0,3078	0,3106	0,3133
0,9	0,3159	0,3186	0,3212	0,3238	0,3264	0,3289	0,3315	0,3340	0,3365	0,3389
1,0	0,3413	0,3438	0,3461	0,3485	0,3508	0,3531	0,3554	0,3577	0,3599	0,3621
1,1	0,3643	0,3665	0,3686	0,3708	0,3729	0,3749	0,3770	0,3790	0,3810	0,3830
1,2	0,3849	0,3869	0,3888	0,3907	0,3925	0,3944	0,3962	0,3980	0,3997	0,4015
1,3	0,4032	0,4049	0,4066	0,4082	0,4099	0,4115	0,4131	0,4147	0,4162	0,4177
1,4	0,4192	0,4207	0,4222	0,4236	0,4251	0,4265	0,4279	0,4292	0,4306	0,4319
1,5	0,4332	0,4345	0,4357	0,4370	0,4382	0,4394	0,4406	0,4418	0,4429	0,4441
1,6	0,4452	0,4463	0,4474	0,4484	0,4495	0,4505	0,4515	0,4525	0,4535	0,4545
1,7	0,4554	0,4564	0,4573	0,4582	0,4591	0,4599	0,4608	0,4616	0,4625	0,4633
1,8	0,4641	0,4649	0,4656	0,4664	0,4671	0,4678	0,4686	0,4693	0,4699	0,4706
1,9	0,4713	0,4719	0,4726	0,4732	0,4738	0,4744	0,4750	0,4756	0,4761	0,4767
2,0	0,4772	0,4778	0,4783	0,4788	0,4793	0,4798	0,4803	0,4808	0,4812	0,4817
2,1	0,4821	0,4826	0,4830	0,4834	0,4838	0,4842	0,4846	0,4850	0,4854	0,4857
2,2	0,4861	0,4864	0,4868	0,4871	0,4875	0,4878	0,4881	0,4884	0,4887	0,4890
2,3	0,4893	0,4896	0,4898	0,4901	0,4904	0,4906	0,4909	0,4911	0,4913	0,4916
2,4	0,4918	0,4920	0,4922	0,4925	0,4927	0,4929	0,4931	0,4932	0,4934	0,4936
2,5	0,4938	0,4940	0,4941	0,4943	0,4945	0,4946	0,4948	0,4949	0,4951	0,4952
2,6	0,4953	0,4955	0,4956	0,4957	0,4959	0,4960	0,4961	0,4962	0,4963	0,4964
2,7	0,4965	0,4966	0,4967	0,4968	0,4969	0,4970	0,4971	0,4972	0,4973	0,4974
2,8	0,4974	0,4975	0,4976	0,4977	0,4977	0,4978	0,4979	0,4979	0,4980	0,4981
2,9	0,4981	0,4982	0,4982	0,4983	0,4984	0,4984	0,4985	0,4985	0,4986	0,4986
3,0	0,4987	0,4987	0,4987	0,4988	0,4988	0,4989	0,4989	0,4989	0,4990	0,4990

Assim, *Z* é igual a 2,33. Agora, definimos as regiões de aceitação (R.A.) e rejeição (R.R.):

Figura 5 – R.A. e R.R.



Calculamos o estimador e verificamos se ele se encontra na região de rejeição ou aceitação:

- $\overline{X} = 46$
- μ = 43

- σ = 5
- n = 50
- $$z = \frac{46 - 43}{\frac{5}{\sqrt{50}}}$$
- $$z = \frac{3}{\frac{5}{7,07}}$$
- $$z = \frac{3}{0,707} = 4,24$$

Por fim, comparamos o resultado encontrado com o valor de *Z*, temos que 4,24 > 2,33. Dessa forma, rejeitamos H_0, ou seja, a média é superior a 43 mm no nível de significância considerado.

FINALIZANDO

Nesta aula, estudamos os principais conceitos envolvendo Intervalo de Confiança e Teste de Hipóteses, além de aplicações envolvendo os temas.

REFERÊNCIAS

CASTANHEIRA, N. P. **Estatística Aplicada a Todos os Níveis**. Curitiba: InterSaberes, 2012.

LARSON, R.; FARBER, B. **Estatística Aplicada**. São Paulo: Pearson, 2015.

MARTINS, G. de A. **Estatística geral e aplicada**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MORETTIN, L. G. **Estatística Básica**: probabilidade e inferência. São Paulo: Pearson, 2010.

PEREIRA, A. T. **Métodos quantitativos aplicados à contabilidade**. Curitiba: InterSaberes, 2014.

WALPOLE, R. E.; MYERS, R. H.; MYERS, S. L.; YE, K. **Probabilidade e estatística para engenharia e ciências**. São Paulo: Pearson, 2009.