Engenharia da Qualidade II

Prof. Dr. Fabrício Maciel Gomes

Engenharia da Qualidade II

O que não se mede, não se gerencia. Senão for assim, melhor contar com a sorte!

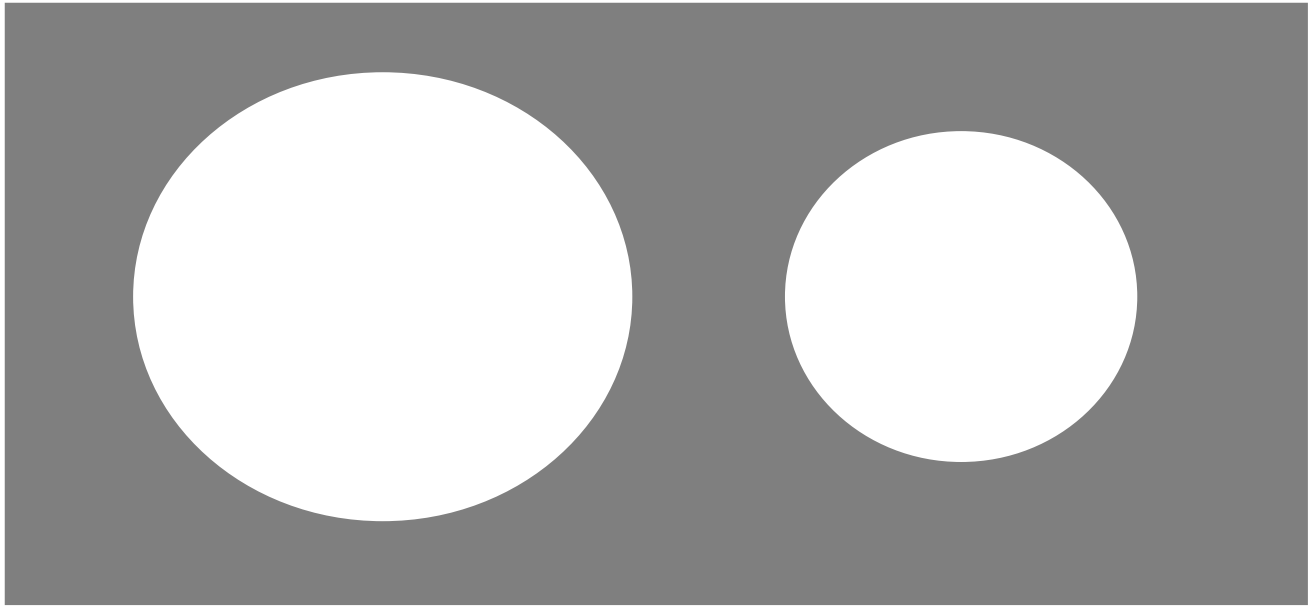
Peter Drucker

Referências Bibliográficas

Dados de Atributos (Qualitativos)

- É sempre binário, existem apenas dois valores possíveis (0, 1)
  - Sim não
  - Vá, não vá
  - Passar / Reprovar
- **Dados Variáveis (Quantitativos)**
- **Dados discretos (contagem)**
  - Pode ser categorizado em uma classificação e é baseado em contagens.
  - Número de defeitos
  - Número de unidades defeituosas
  - Número de devoluções de clientes
- **Dados Contínuos**
  - Pode ser medido em um ‘’continuum’’, ele tem subdivisões decimais que são significativas
  - Tempo, pressão, velocidade do transportador, taxa de avanço de material
  - Dinheiro
  - Pressão
  - Velocidade do transportador
  - Taxa de alimentação de material

Engenharia da Qualidade II



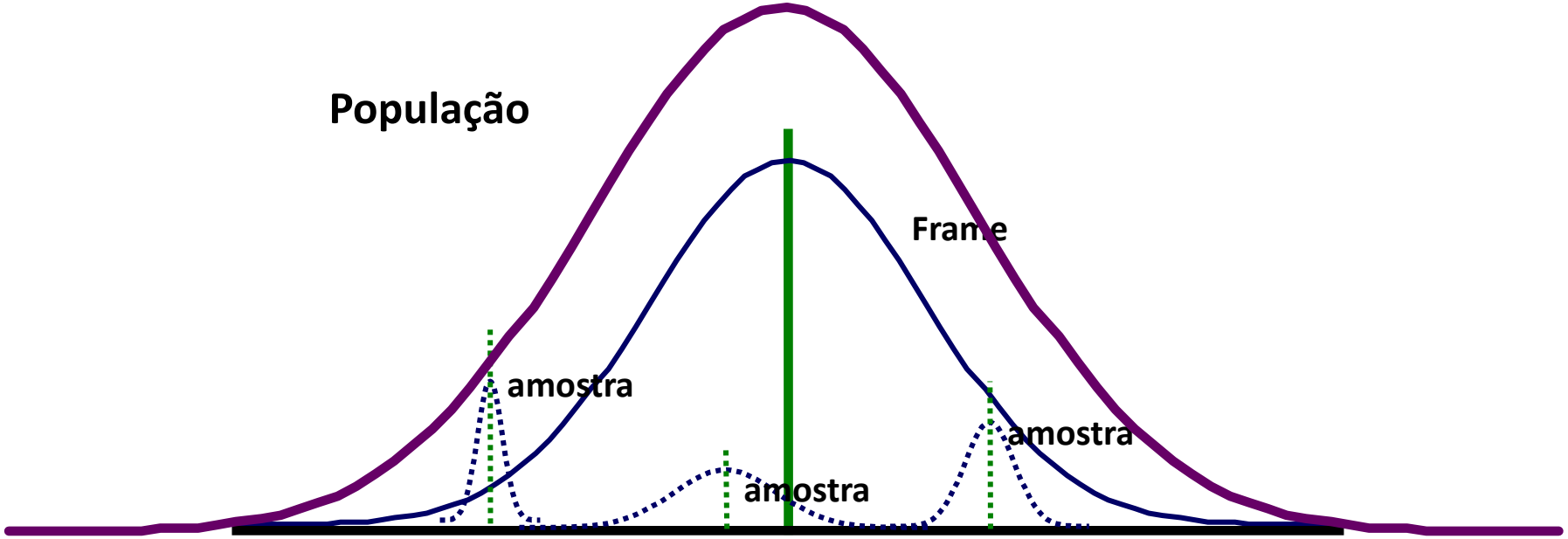
Veja depois

https://www.youtube.com/watch?v=dW4bUuJNFug

População: Todos os itens que possuem a “propriedade de interesse” em estudo.

Frame: Um subconjunto identificável da população.

Amostra: Um subgrupo significativamente menor da população costumava fazer uma inferência.



Parâmetros de população:

Descrições aritméticas de uma população

μ, σ , P, σ^2, N

Estimadores:

Descrições aritméticas de uma amostra

X-bar , s, p, s^2, n

Medidas de localização (tendência central)

- Média
- Mediana
- Moda

Medidas de Variação (dispersão)

- Amplitude
- Intervalo Interquartílico
- Desvio padrão
- Variância

A média é:

Comumente referido como a média.

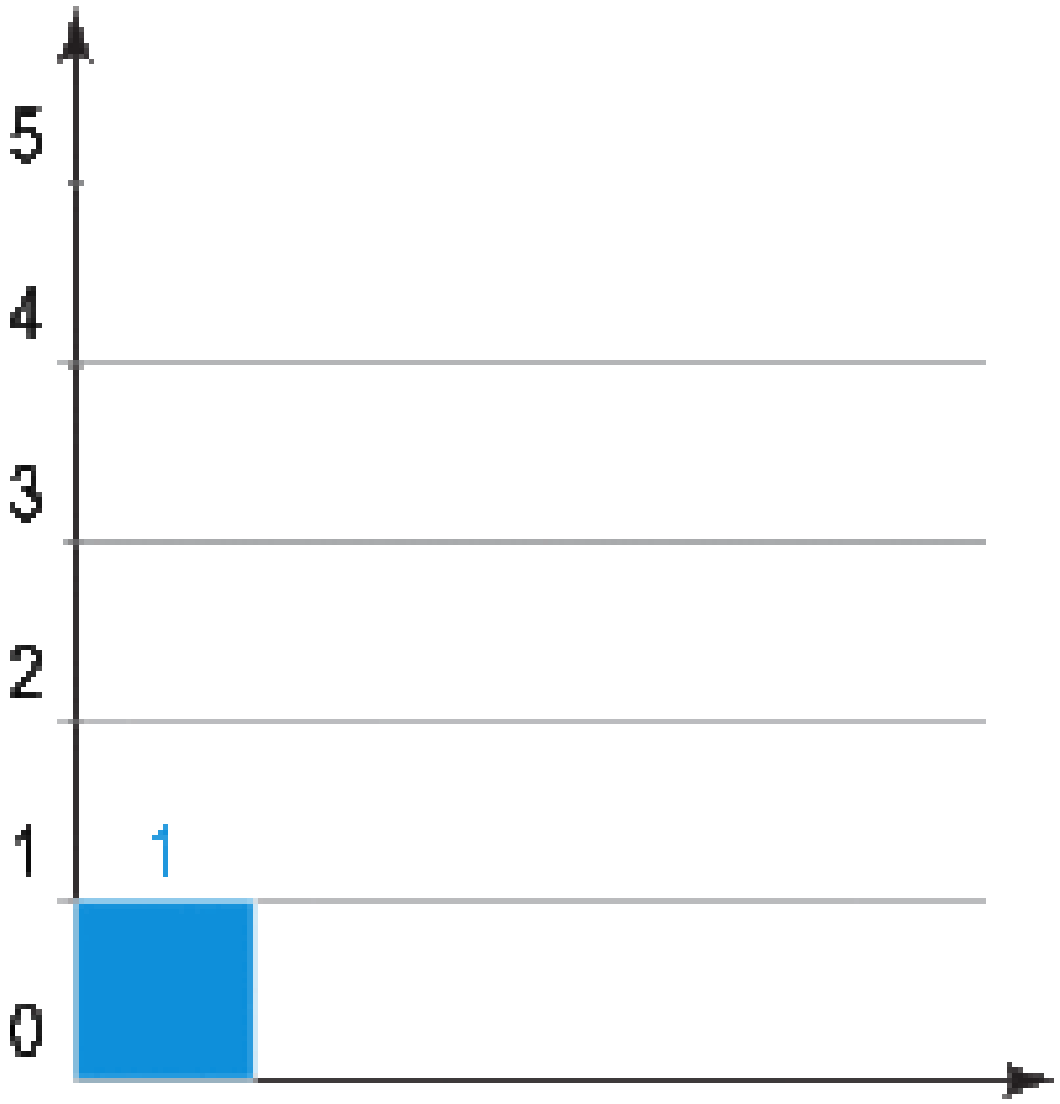
O ponto de equilíbrio aritmético de uma distribuição de dados.

Amostra

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

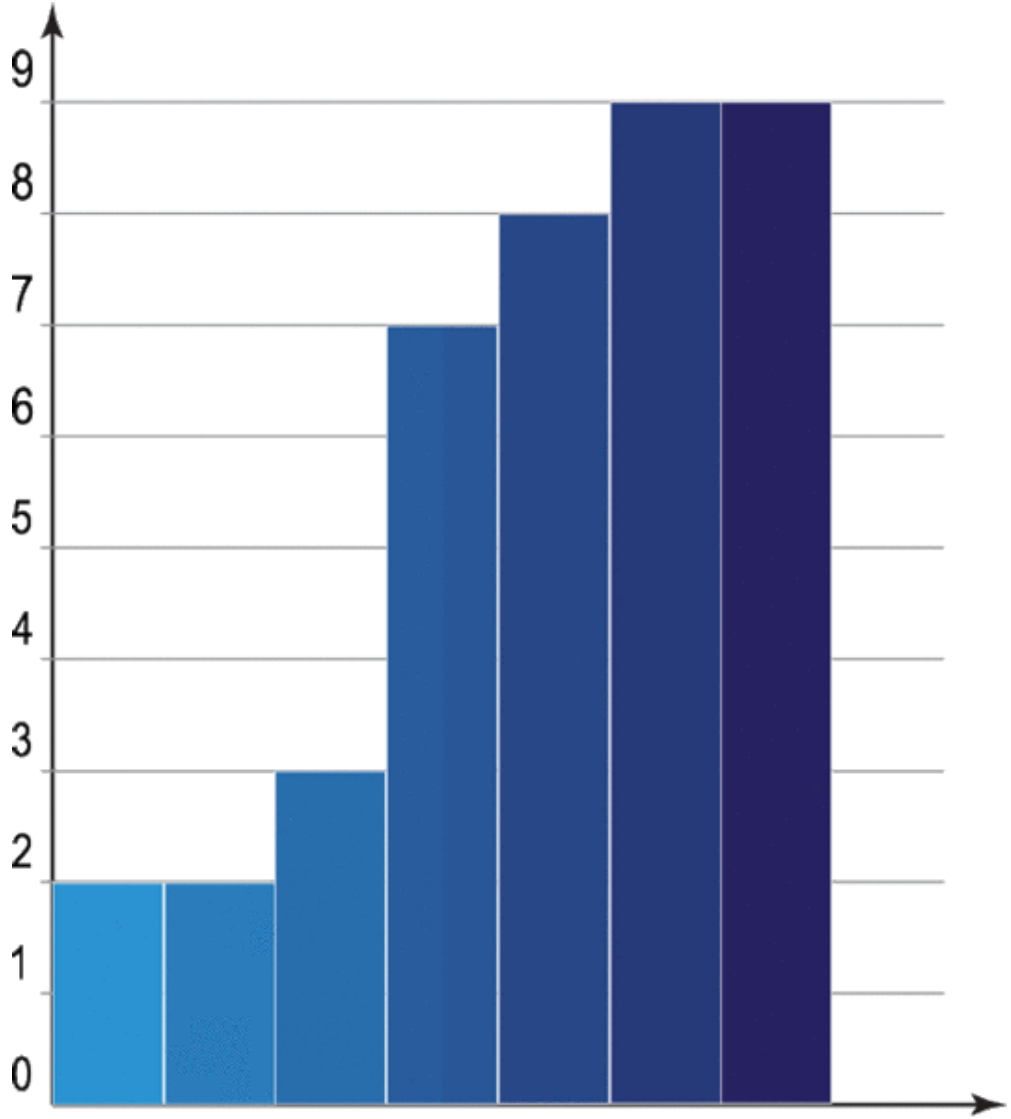
População

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^{N} X_i}{N}$$



A mediana é:

O ponto médio, ou percentil 50, de uma distribuição de dados.
Organize os dados de baixo para alto ou de alto para baixo.
É o único valor do meio na lista ordenada se houver um número ímpar de observações
É a média dos dois valores médios na lista ordenada se houver um número par de observações



O Quartil é:

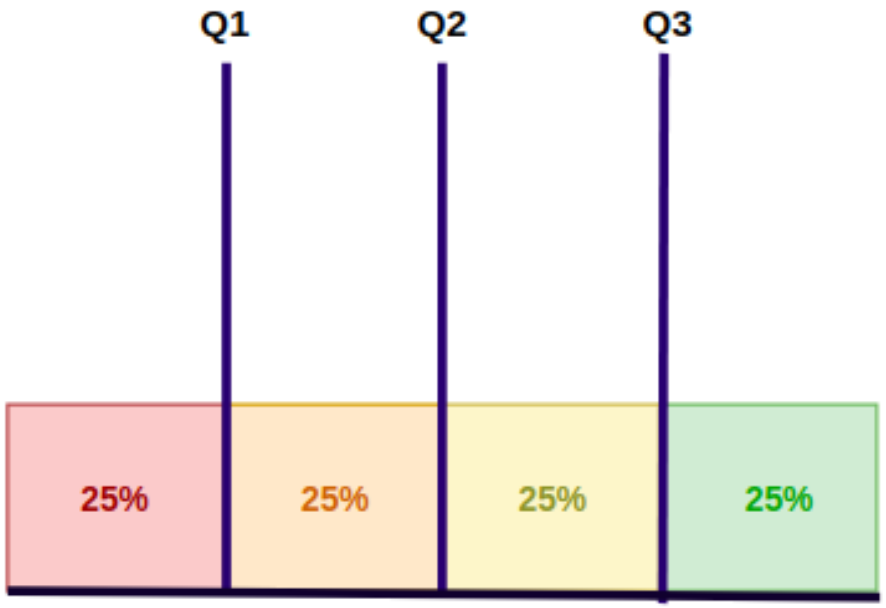
um **quartil** é qualquer um dos três valores que divide o conjunto ordenado de dados em quatro partes iguais, e assim cada parte representa 1/4 da amostra ou população.

Assim, no caso duma amostra ordenada,

primeiro quartil (designado por $Q_{1/4}$) = **quartil inferior** = é o valor aos 25% da amostra ordenada = *25º percentil*

segundo quartil (designado por $Q_{2/4}$) = *mediana* = é o valor até ao qual se encontra 50% da amostra ordenada = *50º percentil*, ou 5º decil.

terceiro quartil (designado por $Q_{3/4}$) = **quartil superior** = valor a partir do qual se encontram 25% dos valores mais elevados = valor aos 75% da amostra ordenada = *75º percentil*



Média Aparada é um:

Compromisso entre o meio e mediana.

A Média aparada é calculada eliminando-se uma porcentagem específica das menores e maiores observações do conjunto de dados e, em seguida, calculando a média das observações restantes

Útil para dados com valores extremos potenciais.

A moda é:

O valor que ocorre com mais frequência em uma distribuição de dados.

Amplitude é a:

- Diferença entre a maior observação e a menor observação no conjunto de dados.
  - Um pequeno intervalo indicaria uma pequena quantidade de variabilidade e um grande intervalo, uma grande quantidade de variabilidade.

$$\text{Range} = \text{Max} - \text{Min}$$

$$\text{Range} = 5.02 - 4.97 = 0.05$$

Amplitude Interquatílica é a:

- Diferença entre o 75º percentil e o 25º percentil.

$$\text{Interquartile Range} = Q3 - Q1 = 5.01 - 4.99 = 0.02$$

Use Amplitude ou Amplitude Interquatílica quando a distribuição de dados estiver inclinada.

A Variância é o:

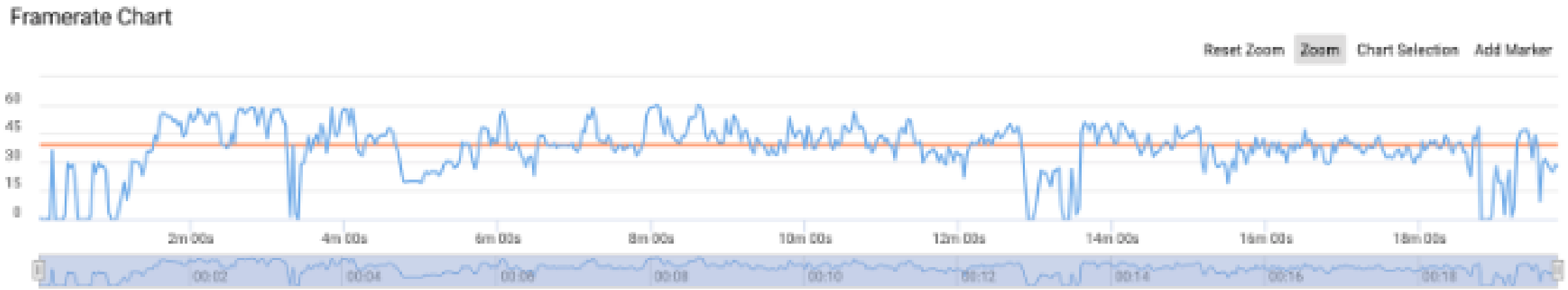
Desvio médio quadrado de cada ponto de dados individual da Média.

Amostra

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} (X_i - \overline{X})^2}{n-1}$$

População

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{\mu=1}^{N} (X_i - \mu)^2}{N}$$



Desvio Padrão é:

Equivalente do desvio médio dos valores da Média para uma distribuição de dados.

Uma “unidade de medida” para distâncias da média.

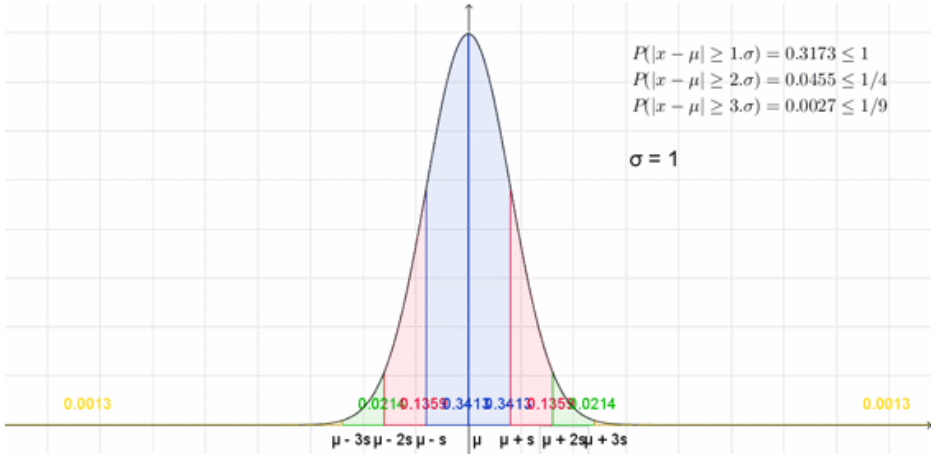
Use quando os dados forem simétricos.

Amostra

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \overline{X})^2}{n-1}}$$

População

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(X_i - \mu)^2}{N}}$$



Distribuição Normal

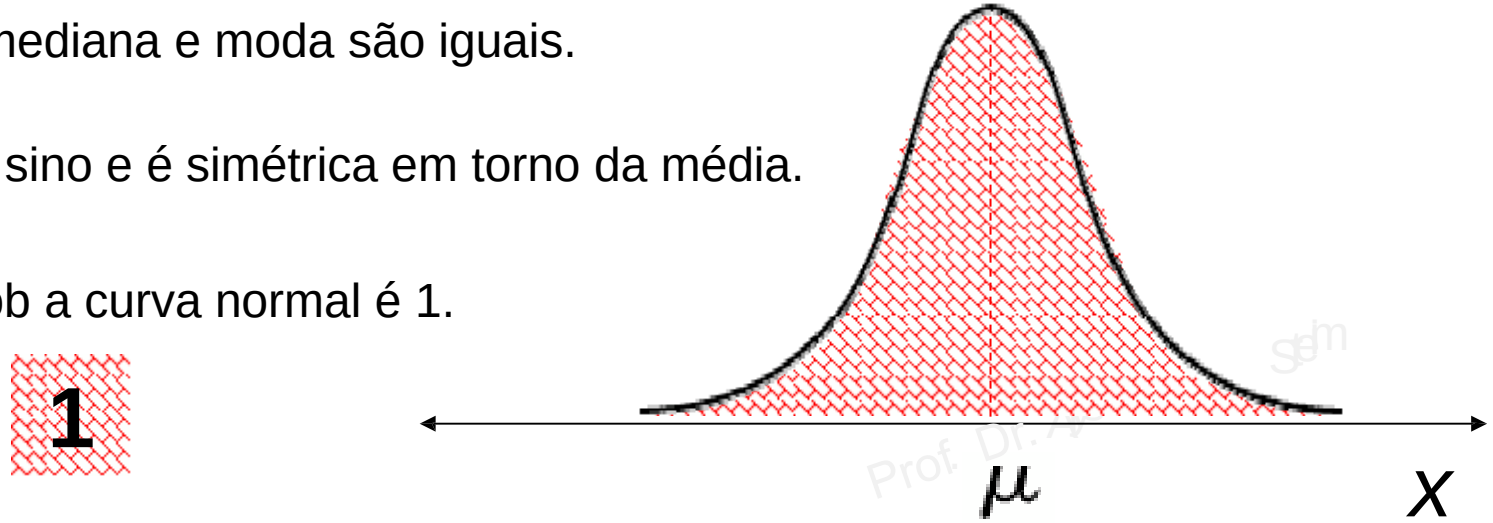
A distribuição normal é a distribuição contínua de probabilidades mais importante em estatística.

Pode ser usadas para modelar muitos conjuntos de medidas na natureza, na industria e no comércio, na saúde, etc.

A distribuição normal é uma distribuição contínua de uma variável aleatória x e seu gráfico é chamado de **curva normal**.

Propriedades de uma distribuição normal

- Suas média, mediana e moda são iguais.
- Tem forma de sino e é simétrica em torno da média.
- A área total sob a curva normal é 1.



Distribuição Normal

Teorema das Combinações Lineares:

Se $X_1, X_2, ..., X_n$ são V.A. com Distr. NORMAL

então

$$\boxed{X = \sum_{i=1}^{n} a_i \cdot X_i \quad \text{é V.A. NORMAL}}$$

onde: a_i são constantes

Distribuição Normal

Teorema do Limite Central:

Se $X_1, X_2, ..., X_n$ são V.A. Independentes,

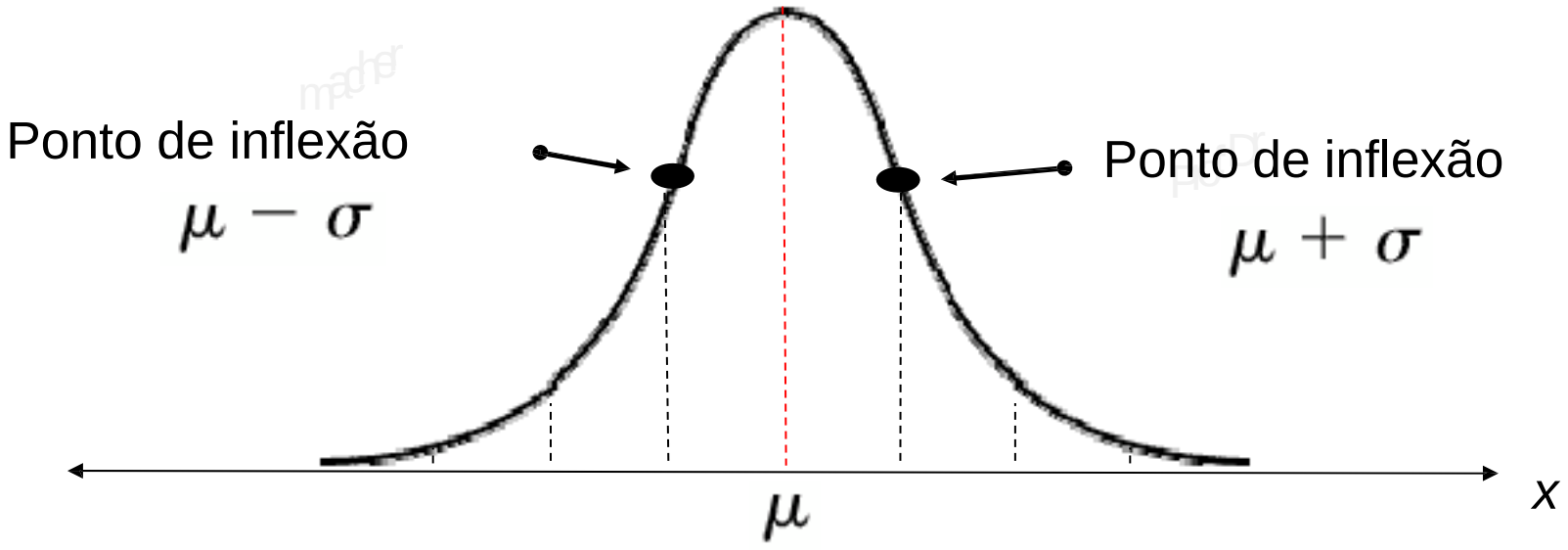
com Distribuição QUALQUER

então

$$\boxed{X = \sum_{i=1}^{n} a_i \cdot X_i \quad \text{é V.A. NORMAL}}$$

para n suficientemente grande

Distribuição Normal



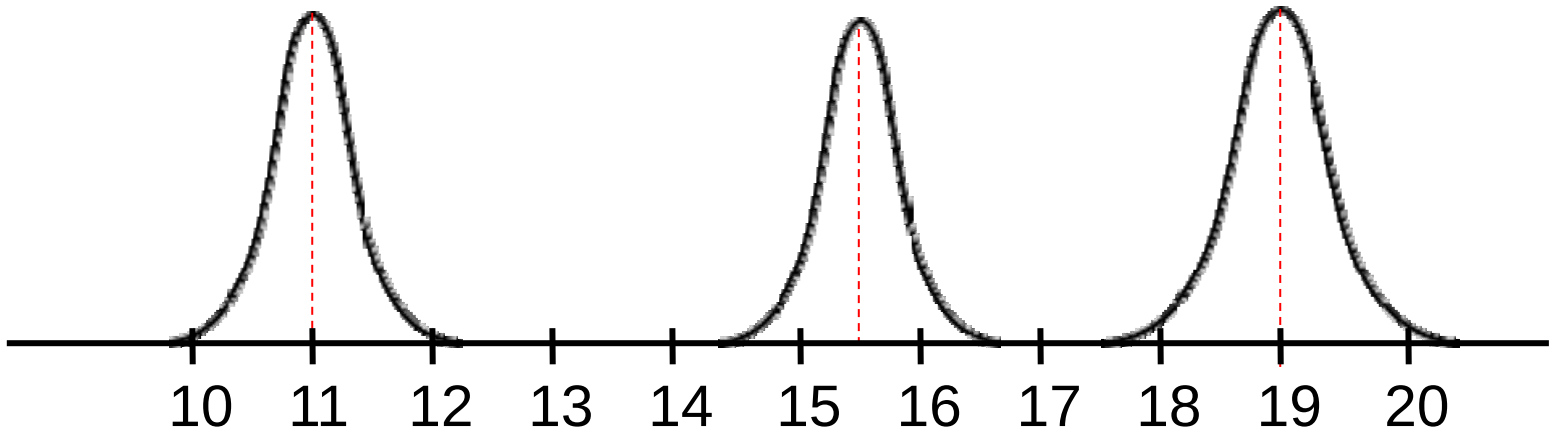
• À medida que a curva se afasta da média, aproxima-se cada vez mais do eixo *x*, mas nunca o toca.

• Os pontos em que a curvatura muda são chamados pontos de inflexão. O gráfico curva-se para baixo entre os pontos de inflexão e, para cima, à esquerda e à direita deles.

Distribuição Normal

Médias e desvios padrão

Uma distribuição normal pode ter qualquer média e qualquer desvio padrão positivo. Os parâmetros μ e σ determinam o formato da curva.

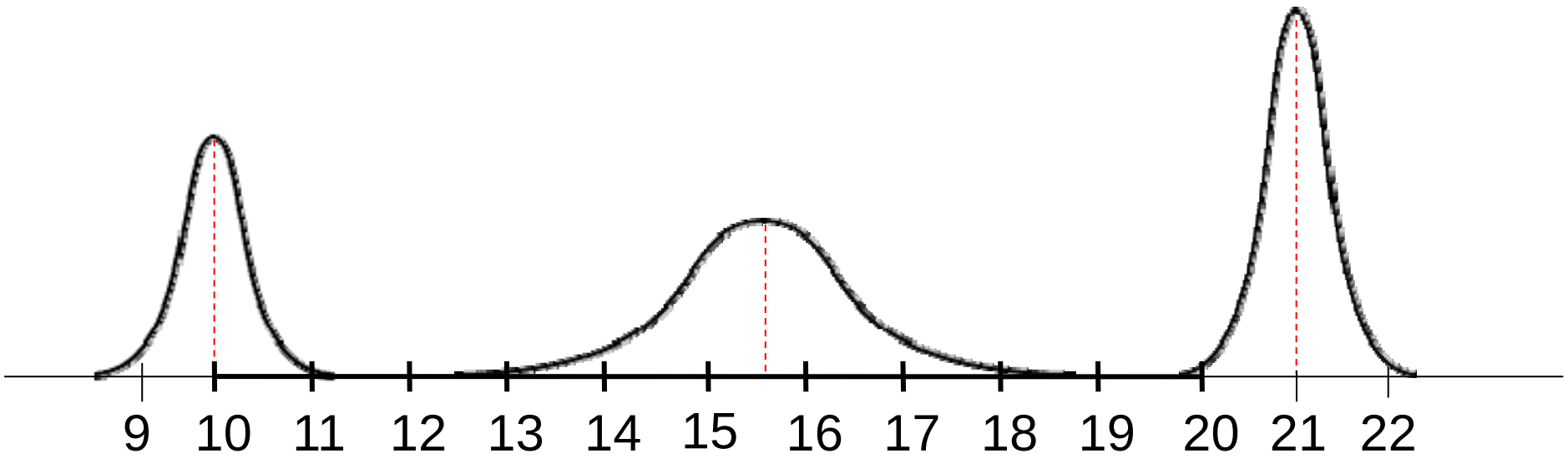


Curvas com médias diferentes e o mesmo desvio padrão

Distribuição Normal

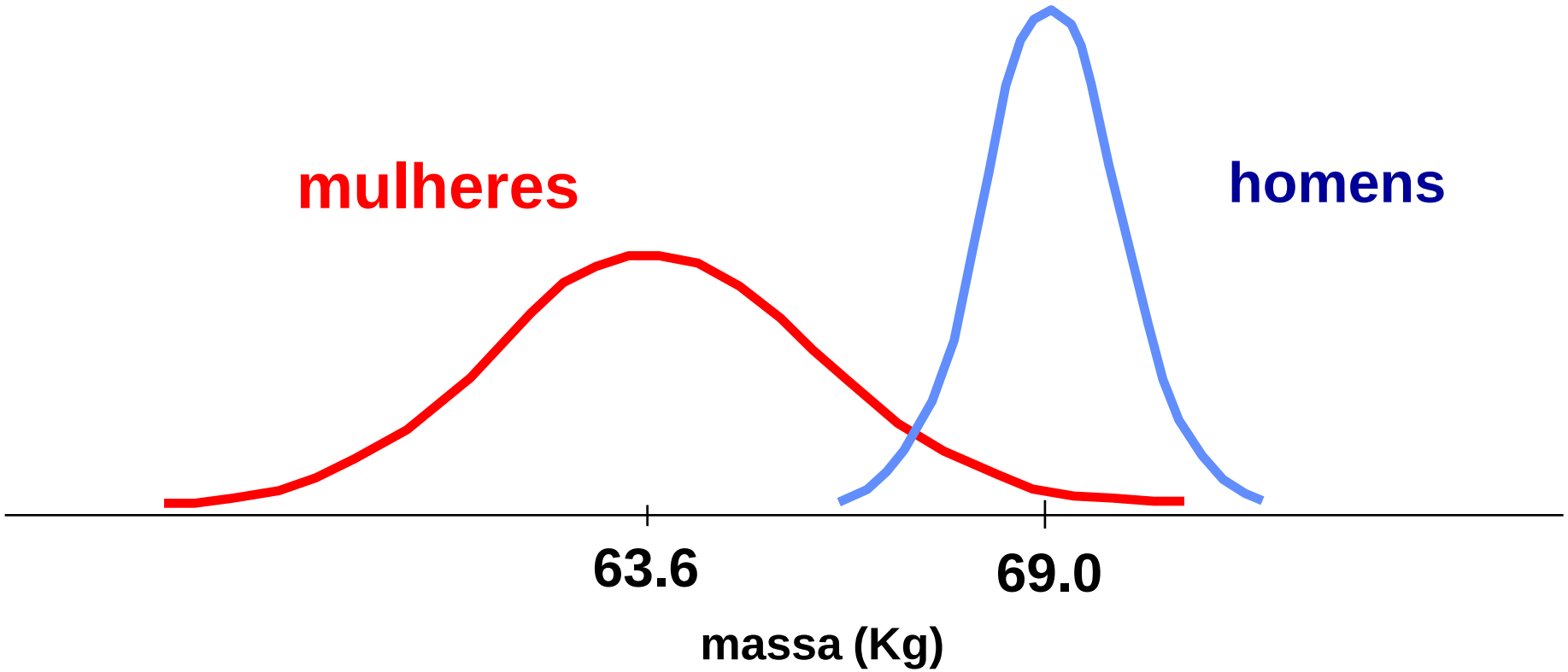
Médias e desvios padrão

Curvas com médias diferentes e desvios padrão diferentes



Distribuição Normal

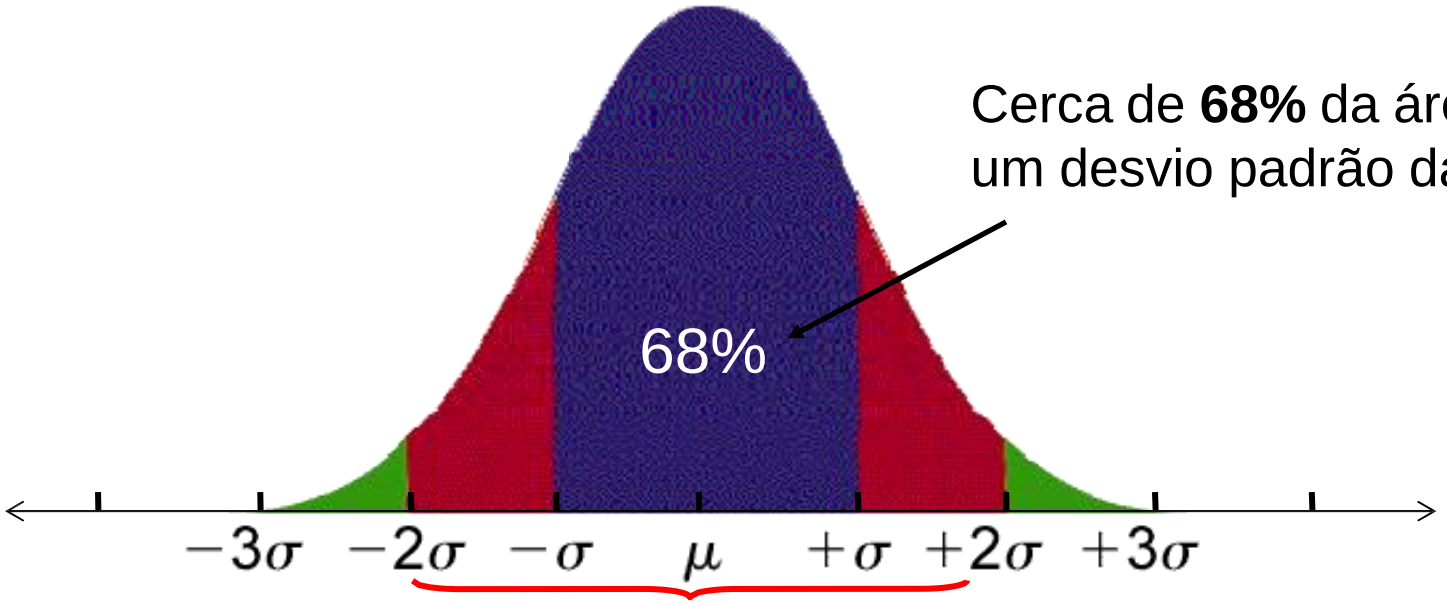
Exemplo: **Massas de homens e mulheres adultos**



1- Qual das curvas normais tem média maior?
2- Qual das curvas normais tem desvio padrão maior?

Distribuição Normal

Interpretando gráficos das distribuições normais



Cerca de **68%** da área está a um desvio padrão da média.

Cerca de **95%** da área está a dois desvios padrão.

Cerca de **99,7%** da área está a três desvios padrão da média.

Distribuição Normal

Se x for uma variável aleatória contínua com função densidade de probabilidade pode-se fazer o gráfico de uma curva normal usando a seguinte equação:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{\frac{-(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

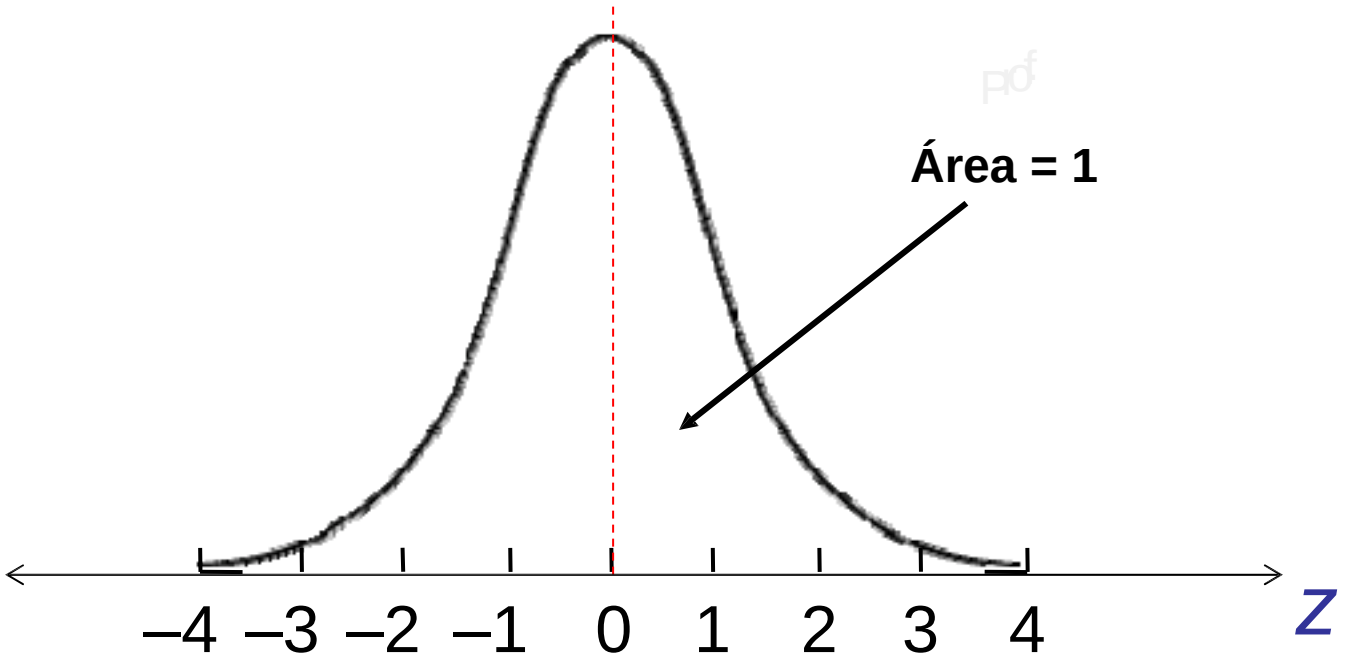
com parâmetros μ e σ, em que $-\infty<\mu<\infty$, e $\sigma>0$.

Como e e π são constantes, a curva normal depende de μ (*média*) e σ (*desvio padrão*)

Distribuição Normal

Distribuição Normal Padrão

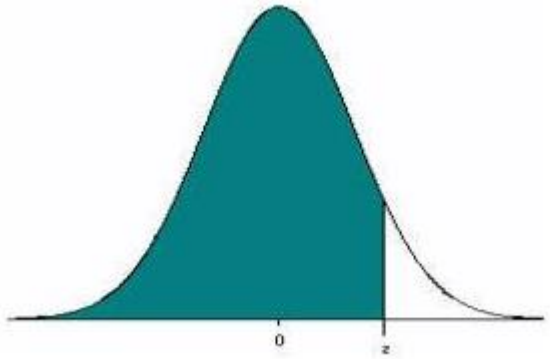
A distribuição normal com $\mu=0$ e $\sigma=1$ é chamada de distribuição normal padrão.



Escala horizontal: corresponde aos escores z

Distribuição Normal

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	0.5000	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
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
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990
3.1	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993
3.2	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9995
3.3	0.9995	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997
3.4	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9998

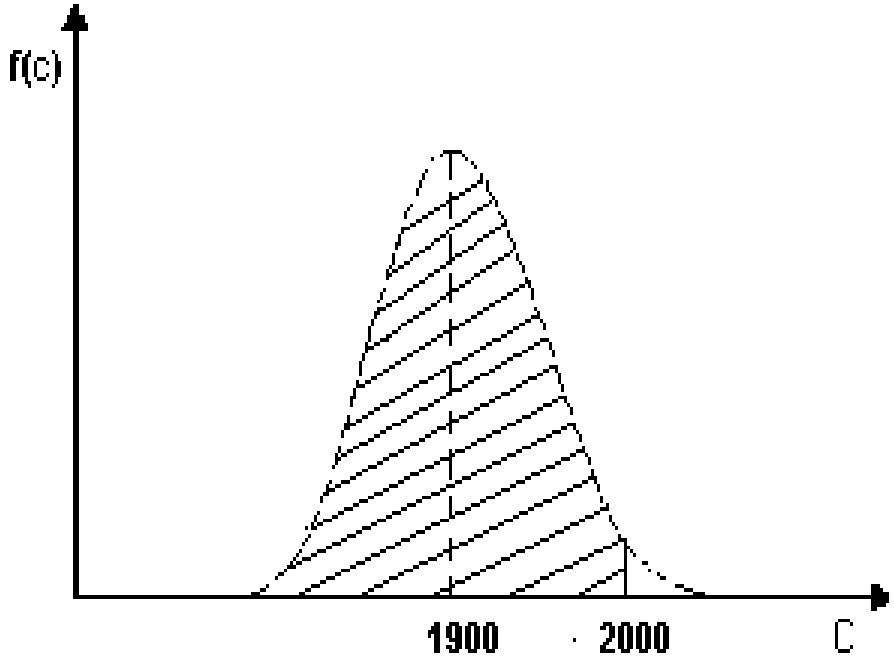
Distribuição Normal

Exemplo: Uma companhia embala em cada caixa 5 pires e 5 xícaras. Os pesos dos pires distribuem-se normalmente com média de 190 g e variância 100 g^2. Os pesos das xícaras também são normais com média 170 g e variância 150 g^2. O peso da embalagem é praticamente constante, igual a 100g.

Qual a probabilidade da caixa pesar menos de 2000 g?

X = peso da xícaras
Y = peso do pires
W = peso da embalagem
C = peso da caixa completa
$\Rightarrow$ P(C<2000)=?

$$C = W + \sum_{i=1}^{5} X_i + \sum_{i=1}^{5} Y_i$$



Distribuição Normal

$$E(C) = E(W) + \sum_{i=1}^{5} E(X_i) + \sum_{i=1}^{5} E(Y_i)$$

$$E(C) = E(W) + 5 \cdot E(X) + 5 \cdot E(Y) = 100 + 5 \times 170 + 5 \times 190 = 1900$$

Considerando X e Y variáveis aleatórias INDEPENDENTES, tem-se:

$$Var(C) = Var(E) + \sum_{i=1}^{5} Var(X_i) + \sum_{i=1}^{5} Var(Y_i) =$$

$$= Var(E) + 5 \cdot Var(X) + 5 \cdot Var(Y) = 0 + 5 \times 150 + 5 \times 100 = 1250$$

Distribuição Normal

$$z(2000) = \frac{2000 - 1900}{\sqrt{1250}} \cong 2{,}83$$

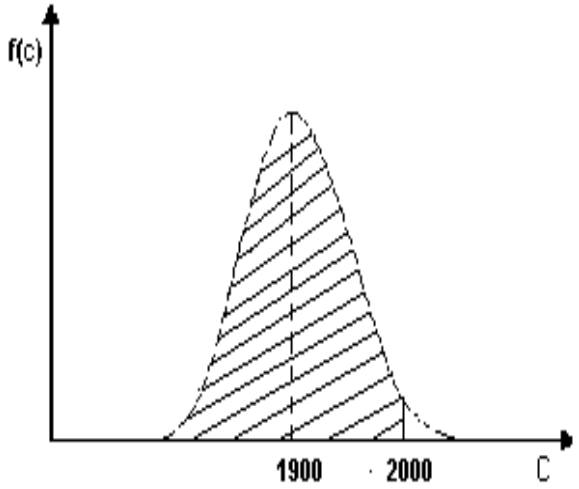
Z	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
1,9	0,9713	0,9719	0,9726	0,9732	0,9738	0,9744	0,9750	0,9756	0,9761	0,9767
2,0	0,9772	0,9778	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9808	0,9812	0,9817
2,1	0,9821	0,9826	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9854	0,9857
2,2	0,9861	0,9864	0,9868	0,9871	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
2,6	0,9953	0,9955	0,9956	0,9957	0,9959	0,9960	0,9961	0,9962	0,9963	0,9964
2,7	0,9965	0,9966	0,9967	0,9968	0,9969	0,9970	0,9971	0,9972	0,9973	0,9974
2,8	0,9974	0,9975	0,9976	0,9977	0,9977	0,9978	0,9979	0,9979	0,9980	0,9981
2,9	0,9981	0,9982	0,9982	0,9983	0,9984	0,9984	0,9985	0,9985	0,9986	0,9986
3,0	0,9987	0,9987	0,9987	0,9988	0,9988	0,9989	0,9989	0,9989	0,9990	0,9990
3,1	0,9990	0,9991	0,9991	0,9991	0,9992	0,9992	0,9992	0,9992	0,9993	0,9993
3,2	0,9993	0,9993	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9995	0,9995	0,9995

Área Acumulada

Distribuição Normal

$$\Pr(C < 2000) = \Pr(C < 1900) + \Pr(1900 < C < 2000)$$

$$\Pr(1900 \leq C \leq 2000) = \Pr(0 \leq Z \leq 2{,}83) = 0{,}9977$$



$$\boxed{\Pr(C < 2000) = 0{,}5 + 0{,}4977 = 0{,}9977}$$

Distribuição Normal

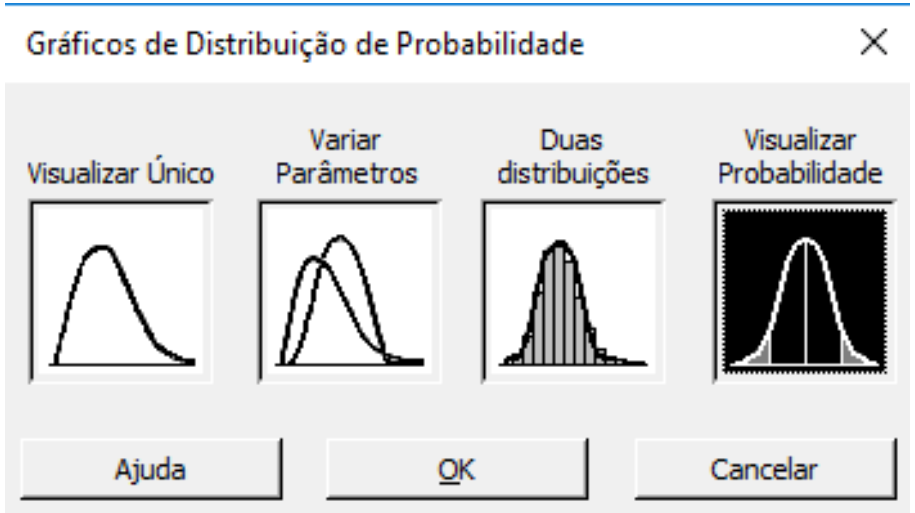
Exemplo: Uma fábrica de carros sabe que os motores de sua fabricação têm duração normal com média 150000 km e desvio-padrão de 5000 km. Qual a probabilidade de que um carro, escolhido ao acaso, dos fabricados por essa firma, tenha um motor que dure:

a) Menos de 160000 km?
b) Entre 140000 km e 165000 km?
c) Se a fábrica substitui o motor que apresenta duração inferior à garantia, qual deve ser esta garantia para que a porcentagem de motores substituídos seja inferior a 0,2%?

Distribuição Normal

No Minitab:

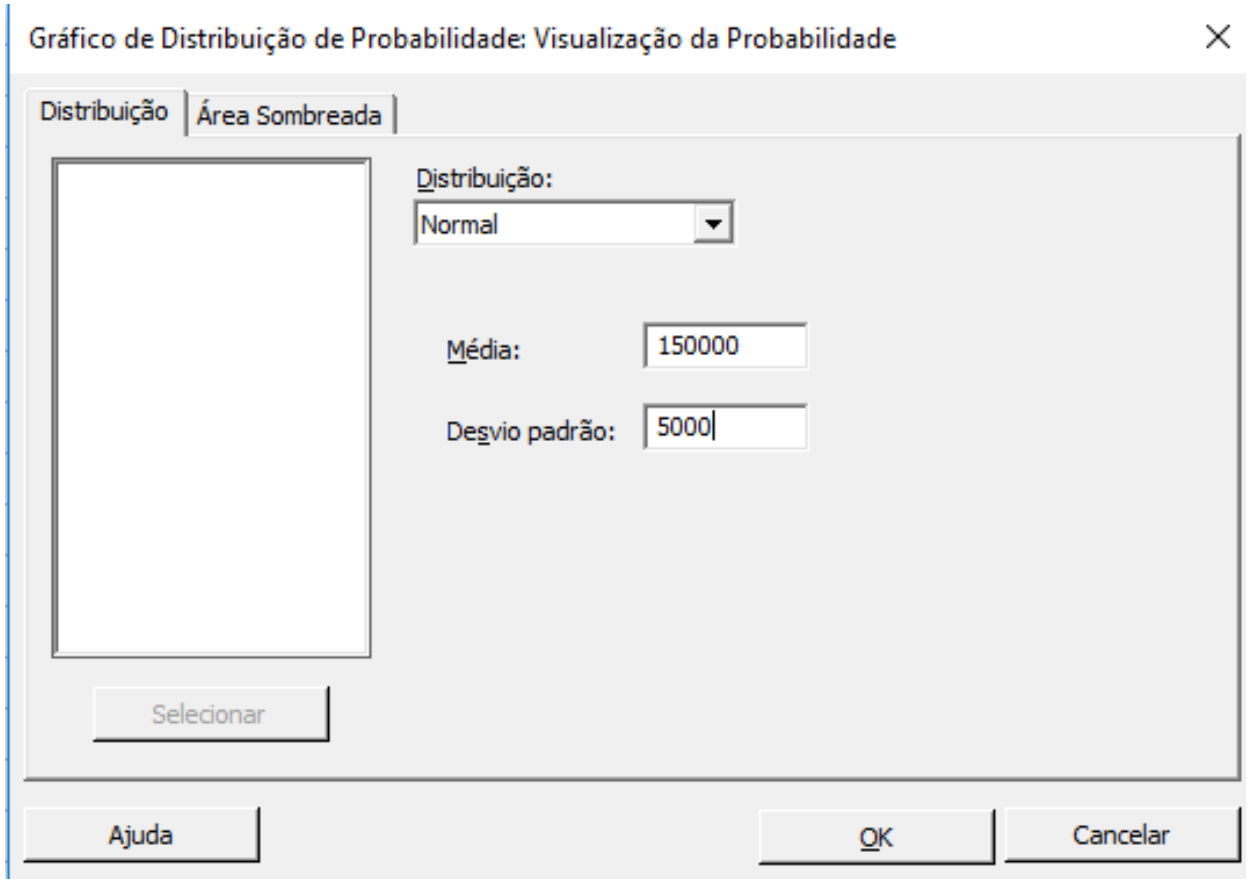
1 – Menu ***Gráficos>Gráficos de Distribuição de Probabilidades***



2 – Selecionar ***Visualizar Probabilidade*** e clique em ***OK***

3 – Preencher a caixa de diálogo como na figura a seguir

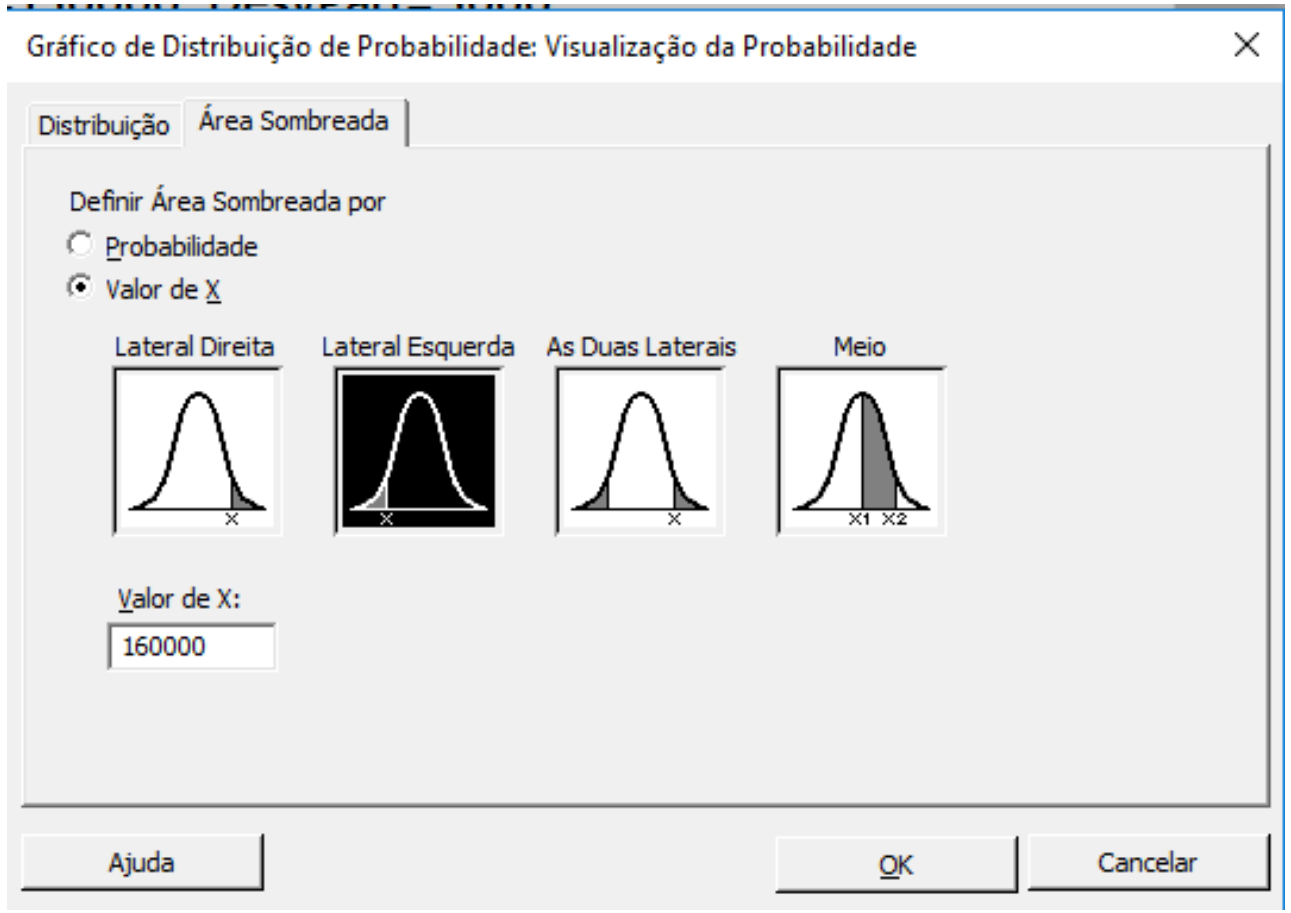
Distribuição Normal



4 – Clique na aba **Área Sombreada**.

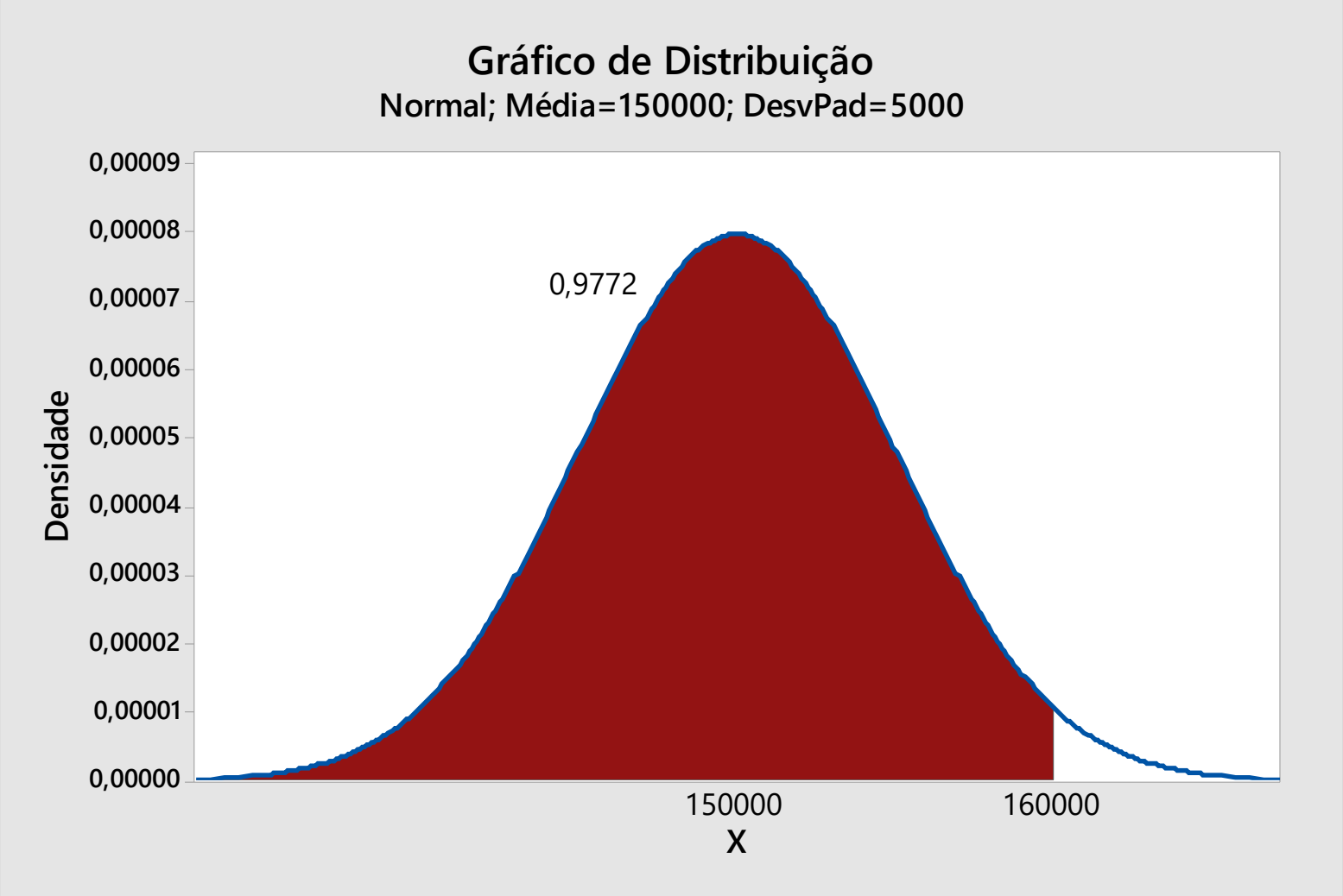
5 – Preencher a caixa de diálogo como na figura a seguir

Distribuição Normal



6 – Clique em ***OK***

Distribuição Normal

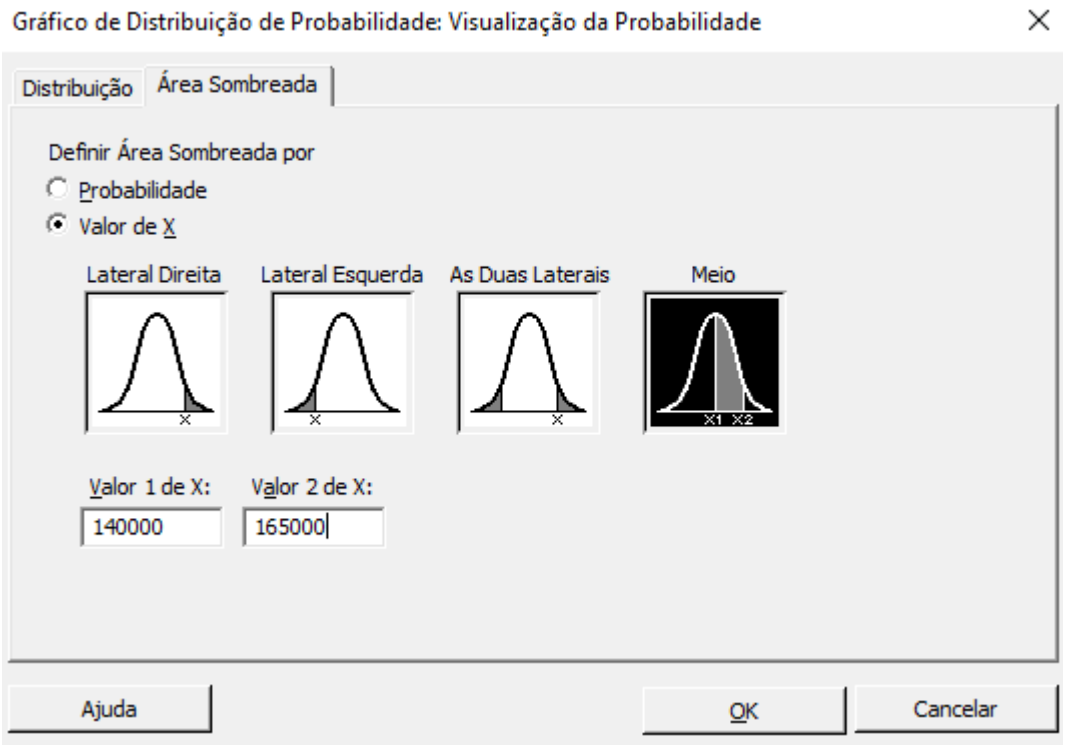


Distribuição Normal

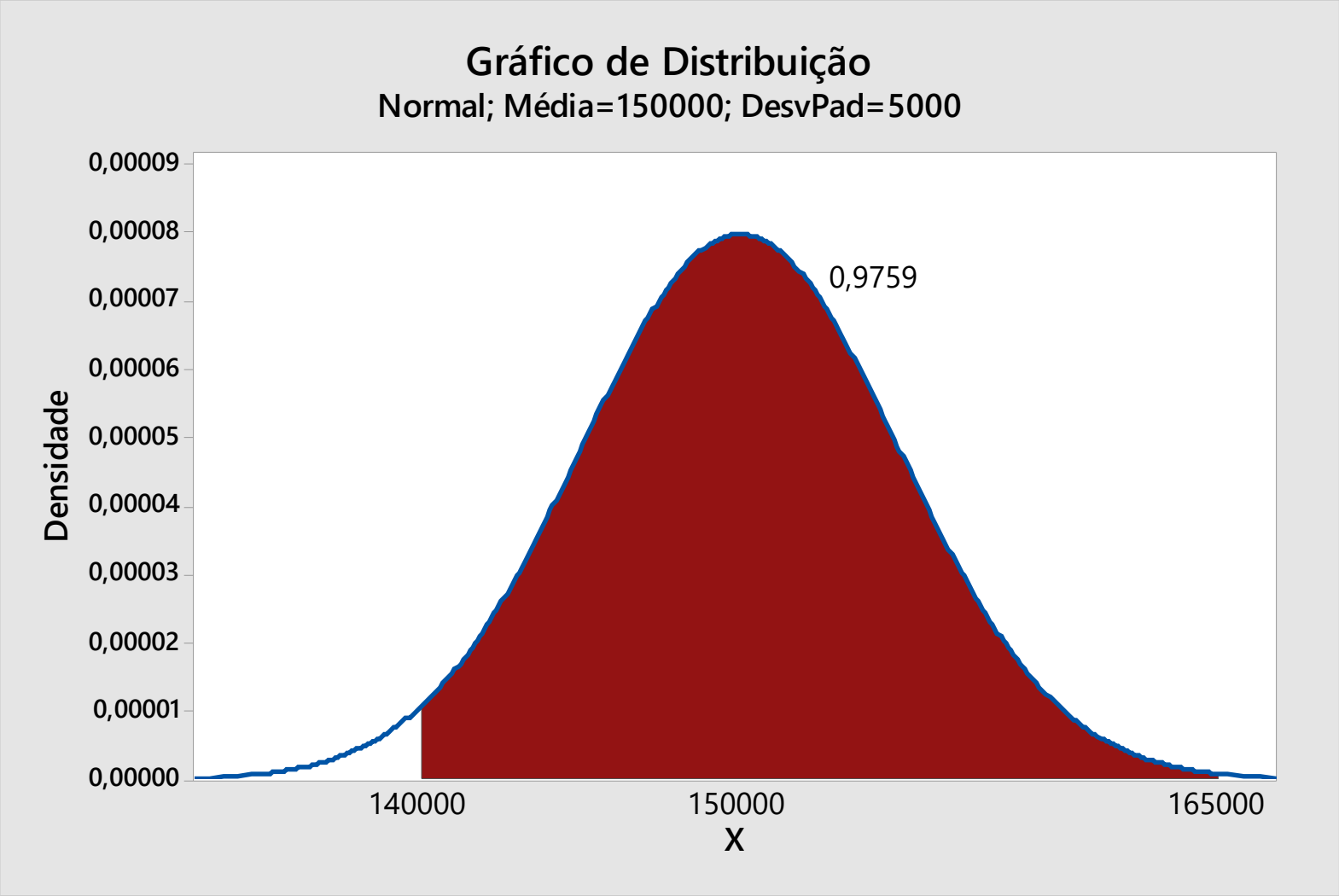
No Minitab:

1 – Pressione as teclas **Ctrl + E**

2 - Clique na aba ***Área Sombreada*** e preencha a caixa de diálogo como a figura abaixo e clique em ***OK***



Distribuição Normal

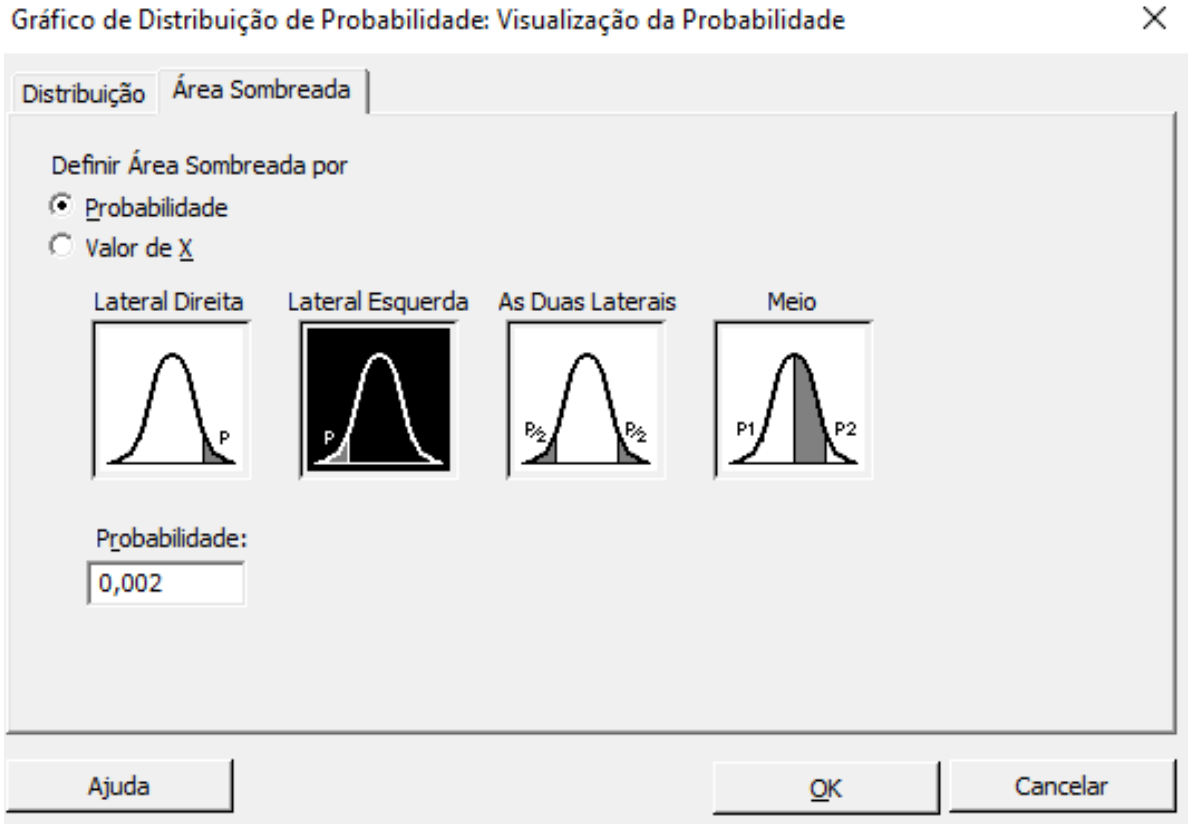


Distribuição Normal

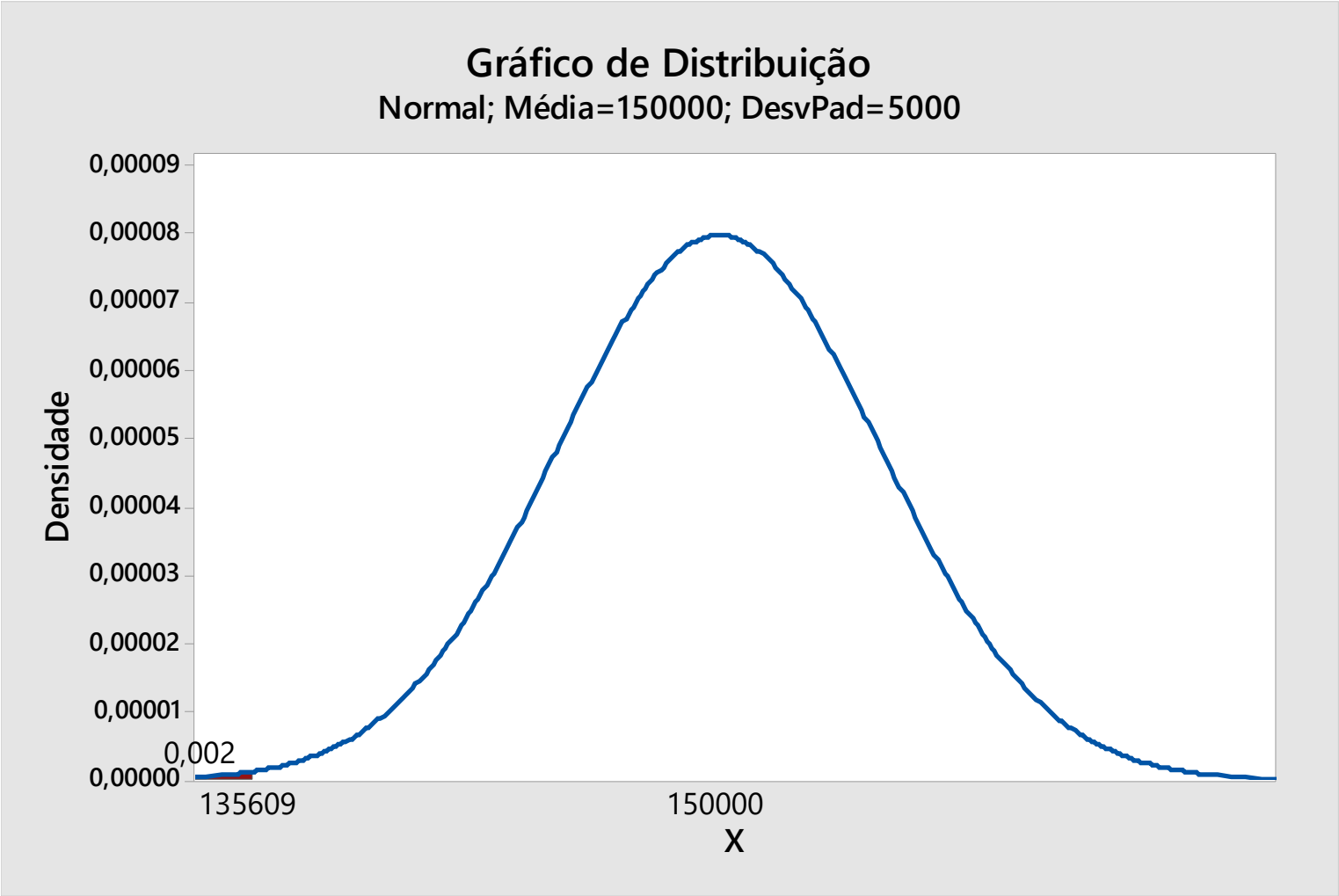
No Minitab:

1 – Pressione as teclas **Ctrl + E**

2 - Clique na aba ***Área Sombreada*** e preencha a caixa de diálogo como a figura abaixo e clique em ***OK***



Distribuição Normal



Distribuição Binomial

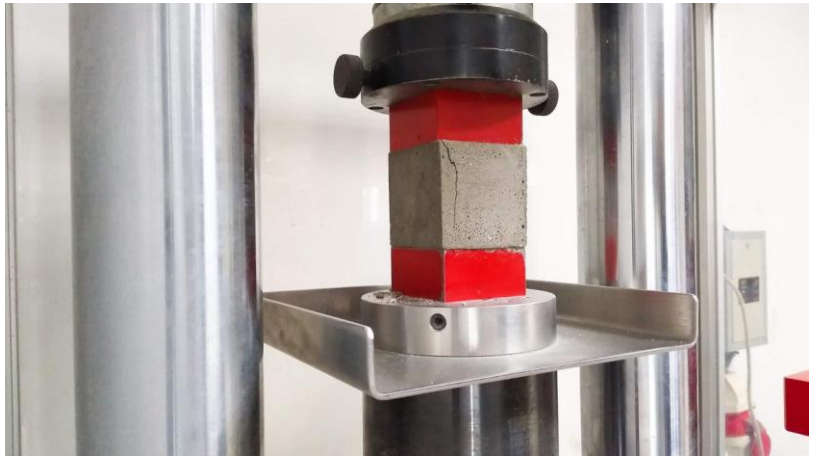
Condições do experimento:

(1) número fixo de repetições independentes : n

(2) cada repetição tem Distribuição Bernoulli:

“sucesso” ← ou → “fracasso”

(3) Probabilidade *p* de sucesso é constante



Distribuição Binomial

Pr(Y=k): Probabilidade de k “sucessos” nas primeiras k repetições de um total de n repetições

$$\underbrace{1, 1, 1, 1, 1, \ldots, 1}_{k} \qquad \underbrace{0, 0, 0, 0, \ldots, 0}_{n-k}$$

$$P(Y=k) = p^k . q^{n-k}$$

Considerando todas as combinações de n elementos k a k tem-se:

Distribuição Binomial

Seja:

X: variável aleatória Binomial

n: número de repetições

k: número de sucessos

Pr(X=k): Probabilidade de k “sucessos” em n repetições

$$\Pr(X = k) = \binom{n}{k} p^k q^{n-k}$$

$$\binom{n}{k} = \frac{n!}{k! \cdot (n-k)!}$$

E (x) = n.p

Var (x) = n.p.q

Distribuição Binomial

Exemplo: A Indústria Controlada S.A. tem dois eventuais compradores de seu produto, que pagam preços em função da qualidade:

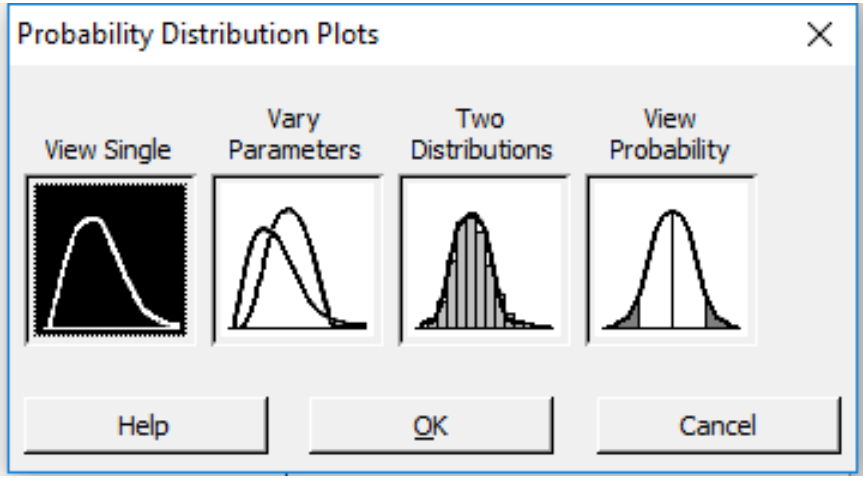
- O comprador A paga R$150,00 por peça, se em uma amostra de 100 peças não encontrar nenhuma defeituosa e R$50,00 por peça, caso contrário;
- O comprador B paga R$200,00 por peça, desde que encontre no máximo uma peça defeituosa em 120 peças e R$30,00 por peça, caso contrário.

Para qual dos dois compradores o empresário deveria vender se ele sabe que na produção 3% das peças são defeituosas?

Distribuição Binomial

No Minitab:

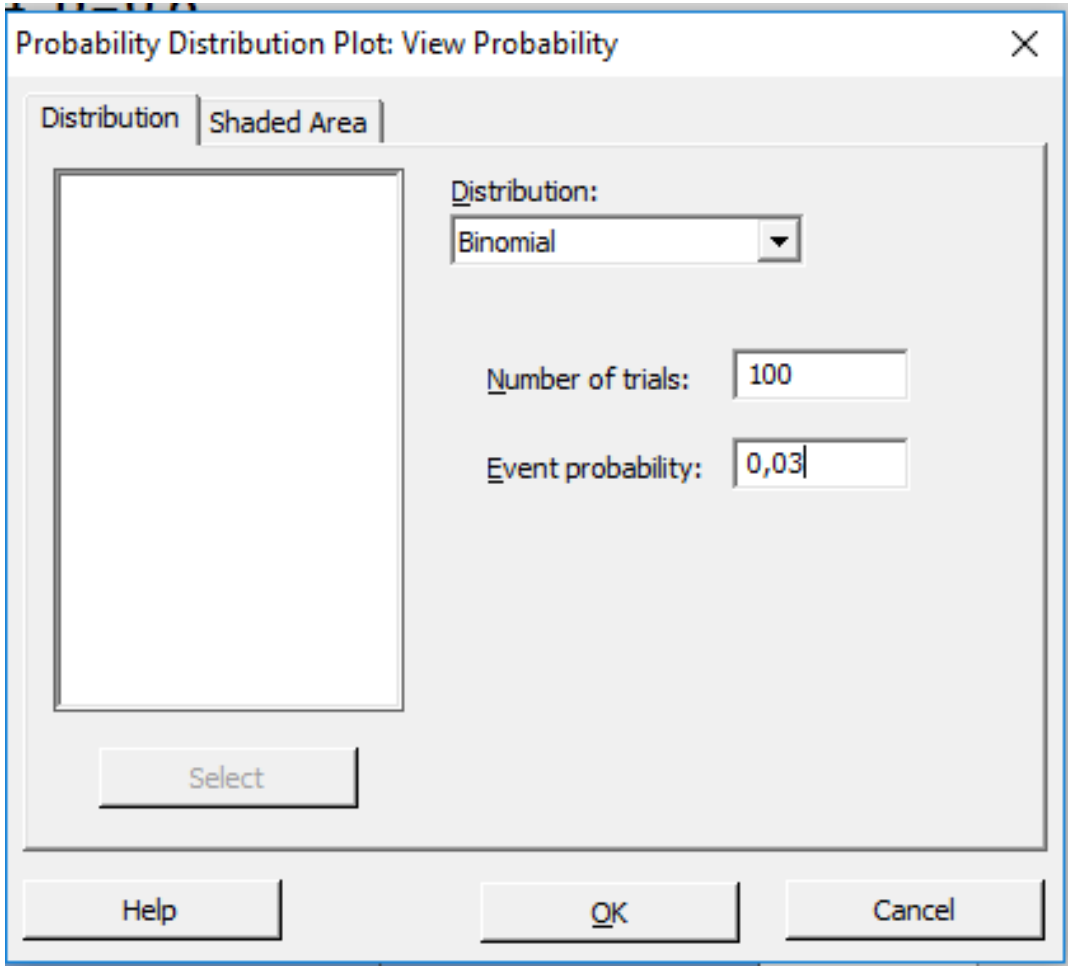
1 – Menu ***Graph>Probability Distribution Plot***



2 – Selecionar ***View Probability*** e clique em ***OK***

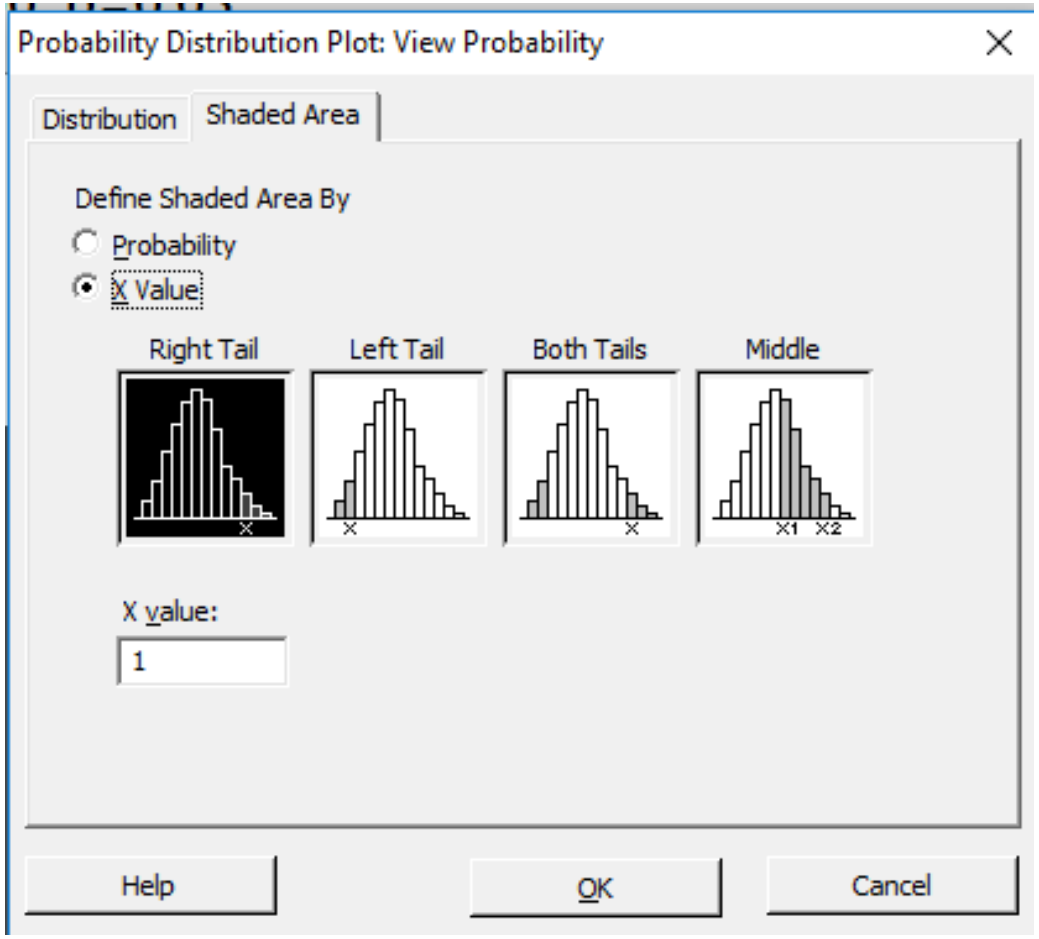
Distribuição Binomial

Preencher a caixa de diálogo como a seguir

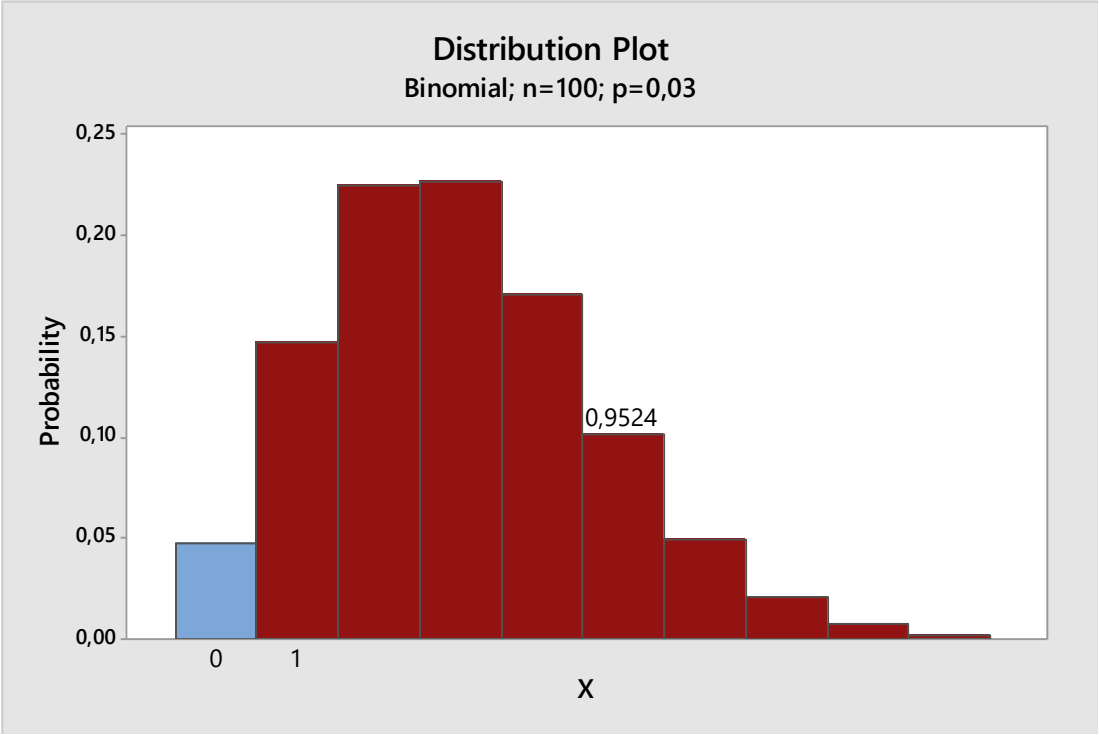


Distribuição Binomial

Clique na aba ***Shared Area*** e preencha a caixa de diálogo como a figura abaixo e clique em ***OK***



Distribuição Binomial



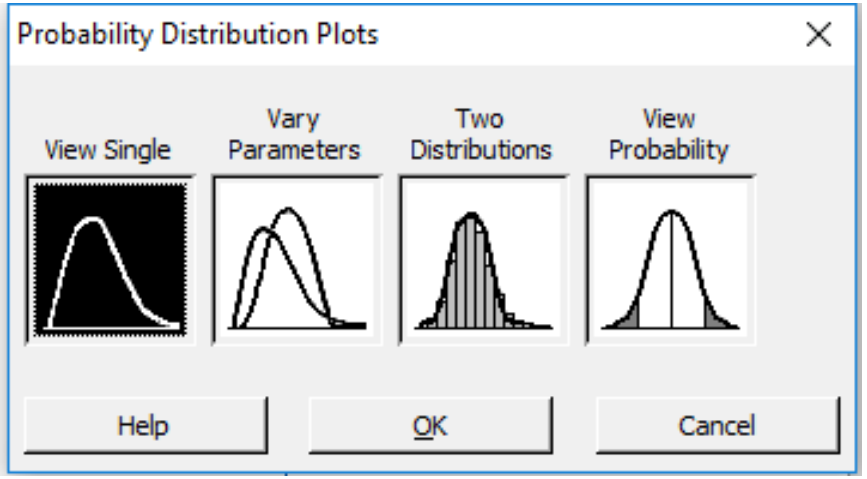
$$Venda = 50 \times 0{,}9524 + 150 \times (1 - 0{,}9524)$$

$$\boxed{Venda = 54{,}76}$$

Distribuição Binomial

No Minitab:

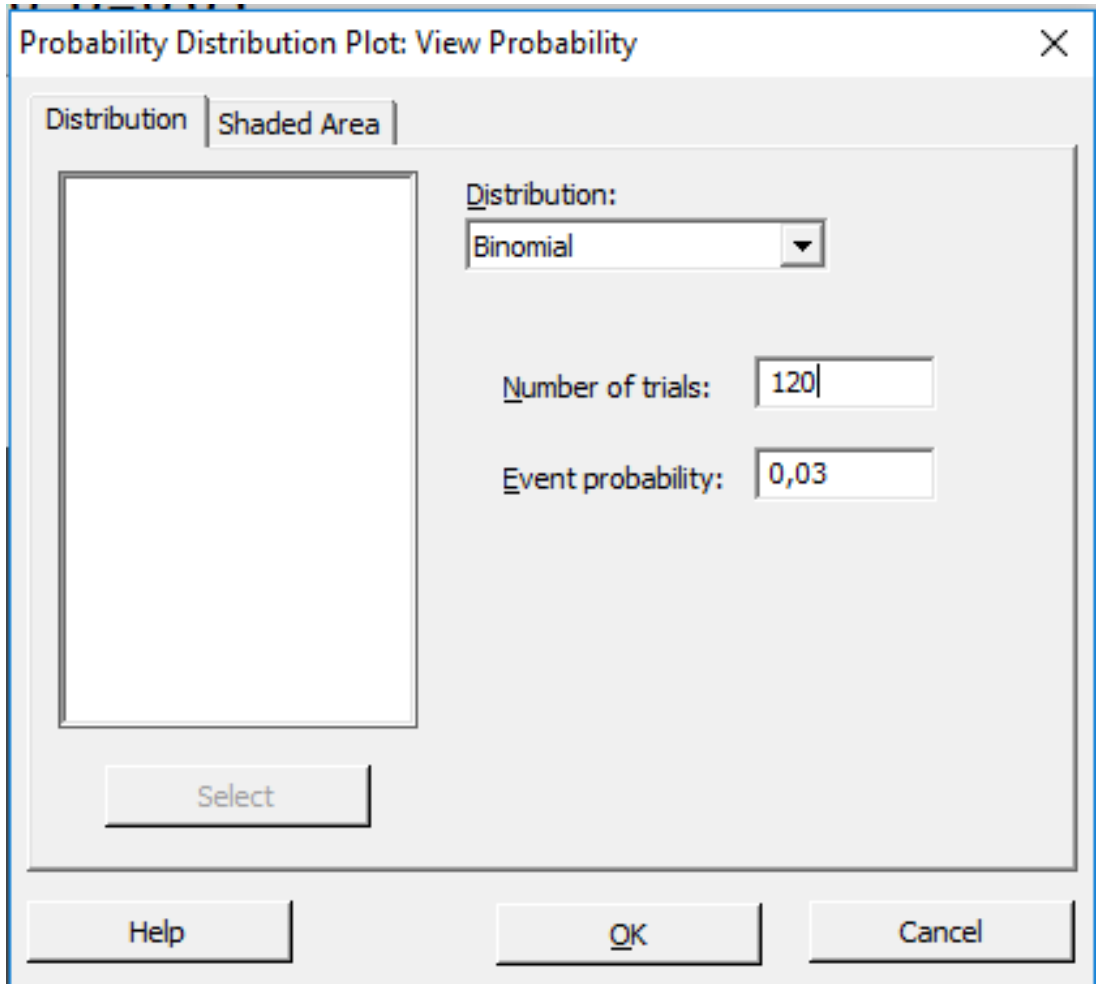
1 – Menu ***Graph>Probability Distribution Plot***



2 – Selecionar ***View Probability*** e clique em ***OK***

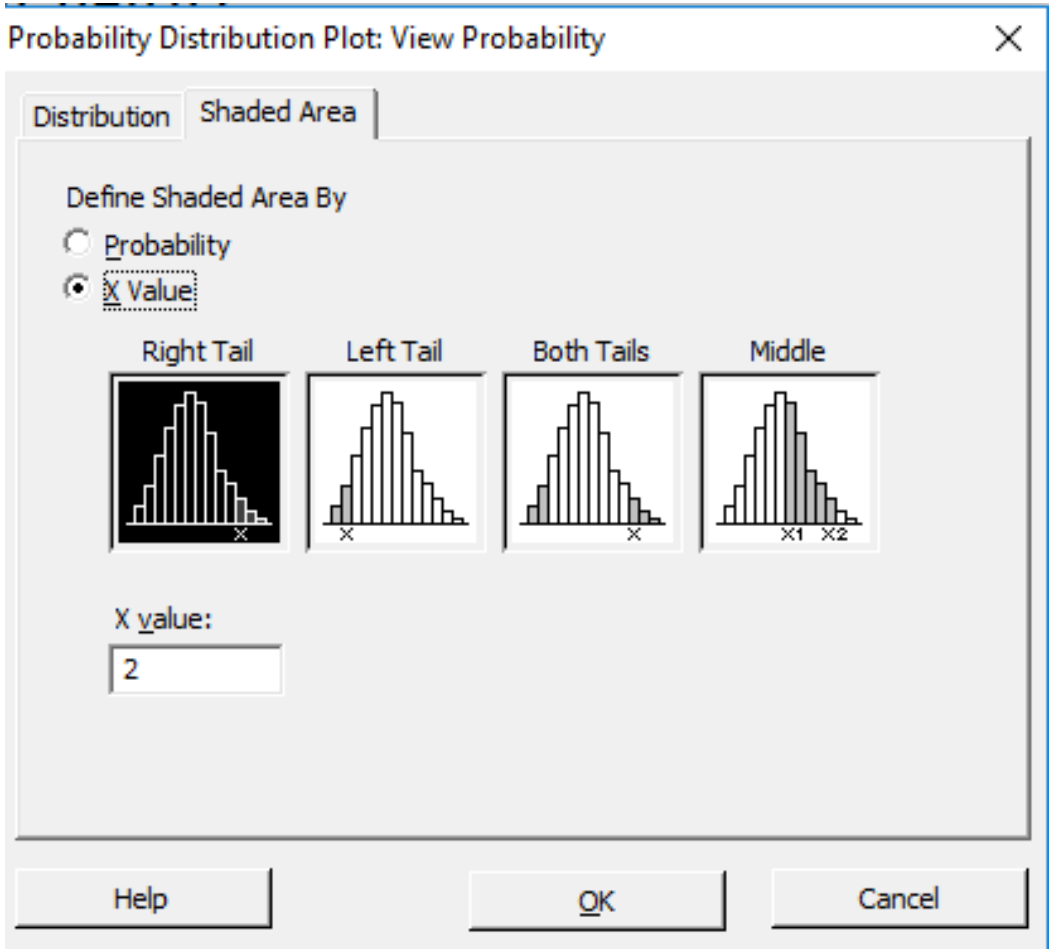
Distribuição Binomial

Preencher a caixa de diálogo como a seguir

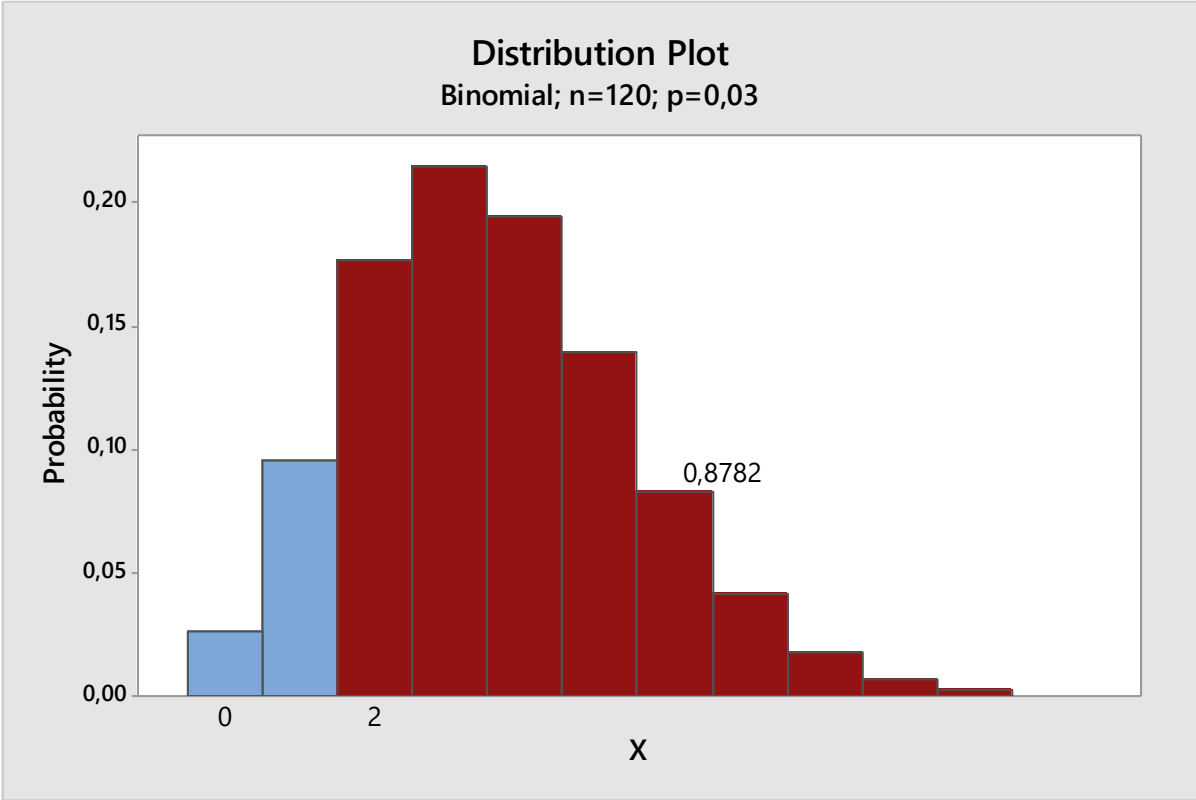


Distribuição Binomial

Clique na aba ***Shared Area*** e preencha a caixa de diálogo como a figura abaixo e clique em ***OK***



Distribuição Binomial



$$Venda = 30 \times 0{,}8782 + 200 \times (1 - 0{,}8782)$$

$$\boxed{Venda = 50{,}71}$$

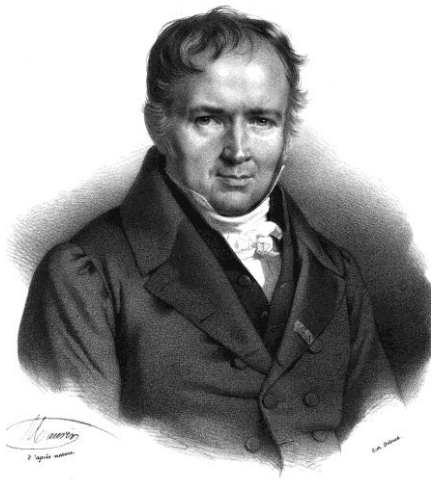
Decisão: Vender para o comprador A

Distribuição de Poisson

X: Número de sucessos em um determinado intervalo contínuo (tempo, comprimento, superfície, volume, etc).

Exemplos:

- ✓ Número de pessoas que chegam na rodoviária no período de 1 h.
- ✓ Número de defeitos em barras de aço 5 m.
- ✓ Número de focos de incêndio por hectare.



Distribuição de Poisson

Hipóteses:

1. O número de sucessos em intervalos não sobrepostos constituem variáveis aleatórias independentes.
2. A probabilidade do número de sucessos em qualquer intervalo depende apenas da sua dimensão. Por outras palavras, em intervalos de mesma dimensão são iguais as probabilidades de ocorrência de um mesmo número de sucessos.
3. A probabilidade de obter dois ou mais sucessos em um intervalo suficientemente pequeno é desprezível.

Distribuição de Poisson

Seja t: comprimento total do intervalo

n: número de partes da divisão do intervalo, tal que no máximo um sucesso em cada parte

t/n: comprimento de cada parte do intervalo

Portanto:

$$\boxed{\Pr(X = k) = \binom{n}{k} p^k q^{n-k}}$$

Onde k: número de sucessos em n repartições

p: probabilidade de sucesso em cada parte

Distribuição de Poisson

Seja λ: taxa de ocorrência de sucessos

(Ex.: chegadas/ hora; defeitos /metro)

Então:

$$\boxed{p = \frac{\lambda t}{n}} \Rightarrow \boxed{\Pr(X = k) = \binom{n}{k} \cdot \left(\frac{\lambda t}{n}\right)^k \cdot \left(1 - \frac{\lambda t}{n}\right)^{n-k}}$$

Considerando n $\longrightarrow$ infinito => **(POISSON)**

$$\Pr(X = k) = \lim_{n \to \infty} \binom{n}{k} \cdot \left(\frac{\lambda t}{n}\right)^k \cdot \left(1 - \frac{\lambda t}{n}\right)^{n-k}$$

$$\boxed{\Pr(X = k) = \frac{e^{-\lambda t} \cdot (\lambda t)^k}{k!}}$$

Distribuição de Poisson

$$E(X) = \sum_{k=0}^{\infty} k \frac{e^{-\lambda t}(\lambda t)^k}{k!} = \lambda t$$

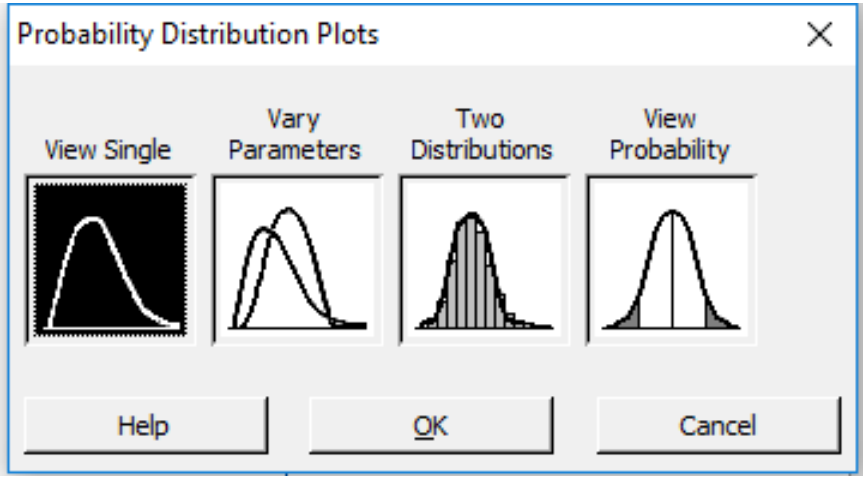
$$Var(X) = \sum_{k=0}^{\infty} (k - \lambda t)^2 \frac{e^{-\lambda t}(\lambda t)^k}{k!} = \lambda t$$

Exemplo: Num processo de fabricação de alumínio aparecem em média uma falha a cada 400 m (taxa de falha: λ= 0,0025 falhas/m). Qual a probabilidade de ocorrer 3 falhas em 1000m?

Distribuição de Poisson

No Minitab:

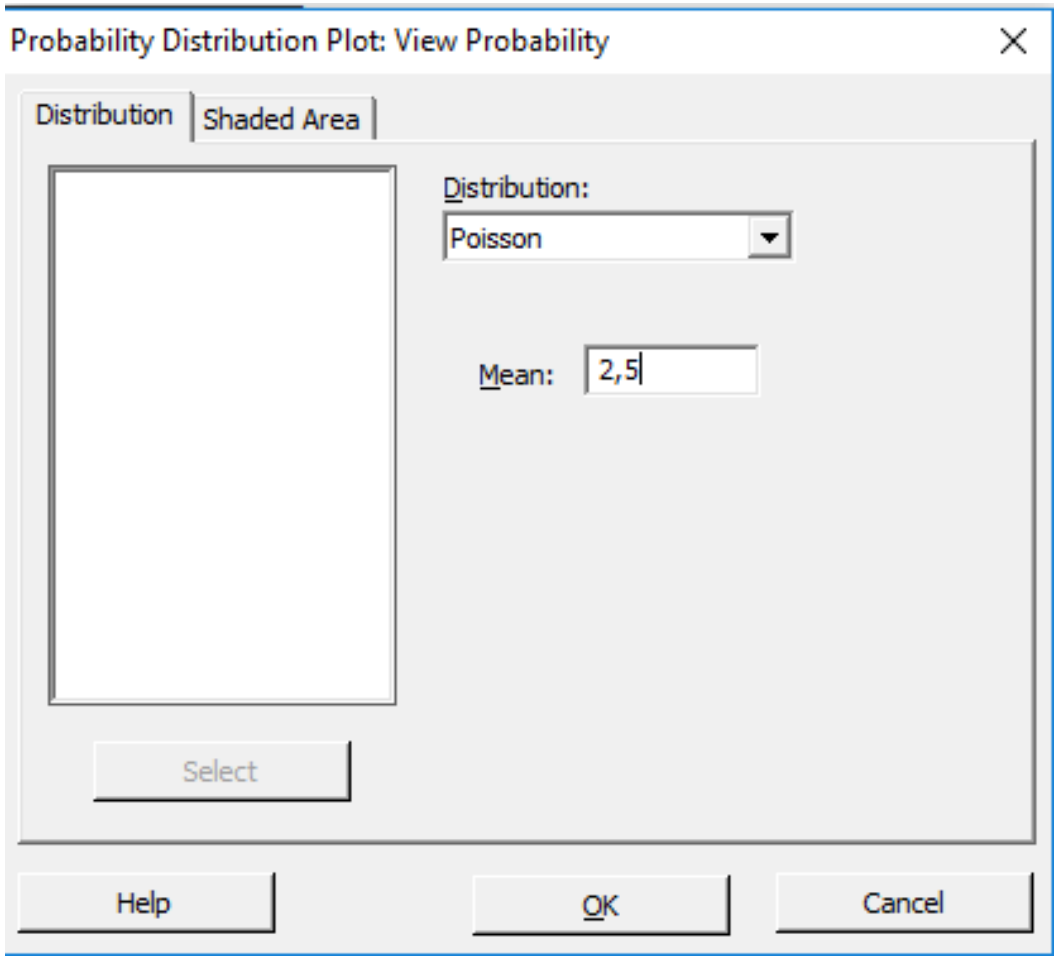
1 – Menu ***Graph>Probability Distribution Plot***



2 – Selecionar ***View Probability*** e clique em ***OK***

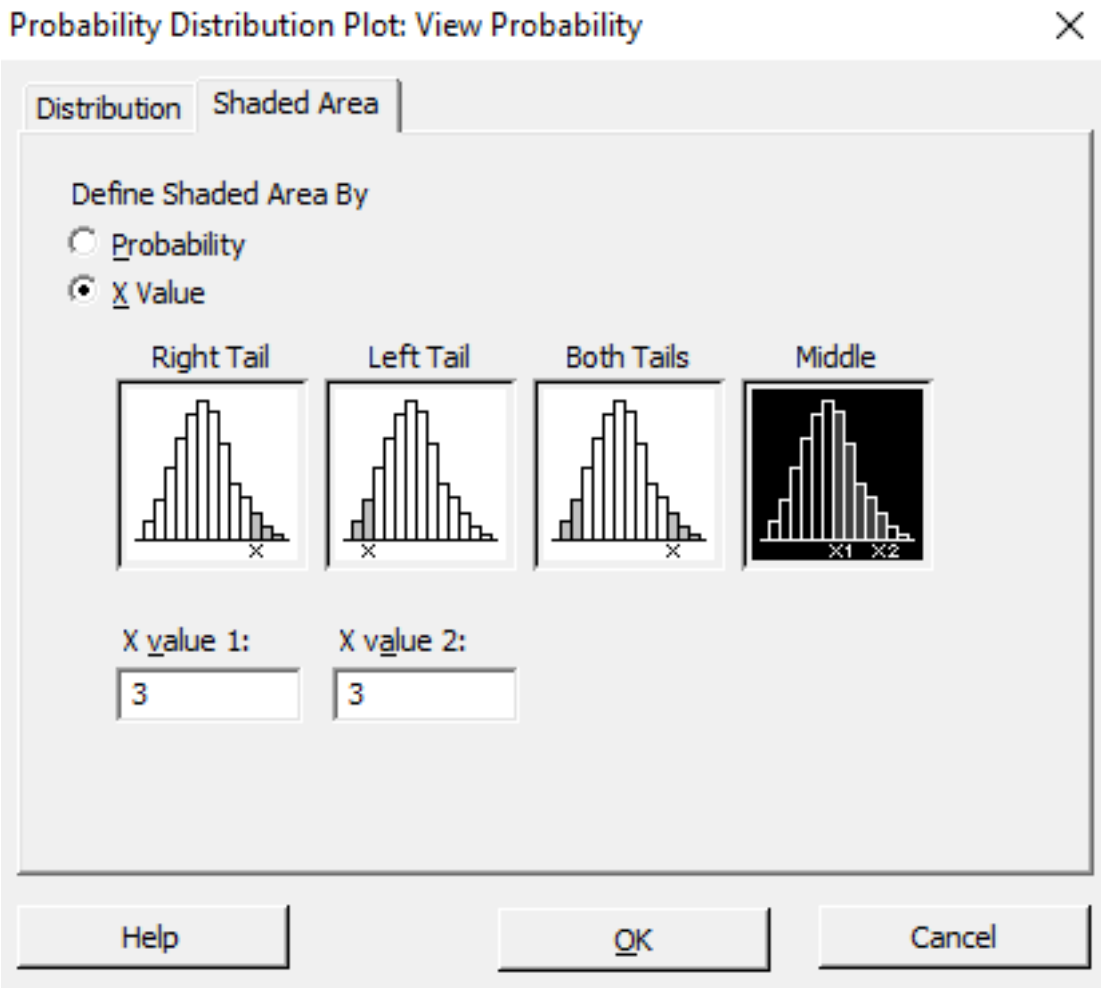
Distribuição de Poisson

Preencher a caixa de diálogo como a seguir

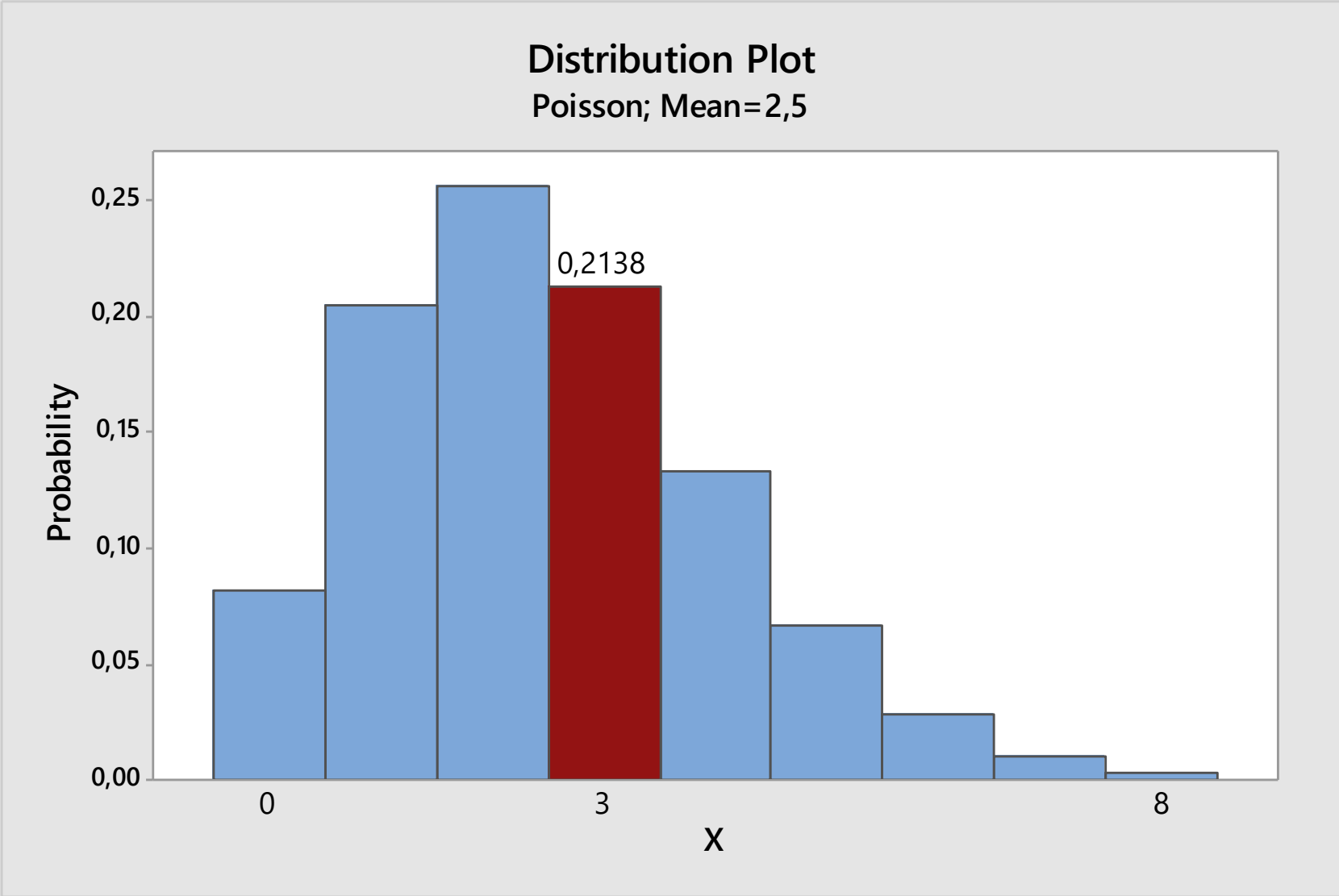


Distribuição de Poisson

Clique na aba ***Shared Area*** e preencha a caixa de diálogo como a figura abaixo e clique em ***OK***



Distribuição de Poisson



Distribuição Geométrica

Repetição de um experimento com distribuição de Bernoulli (sucesso ou fracasso) até obtenção do **primeiro sucesso**.

Condições do experimento:

- repetições independentes
- mesma probabilidade de sucesso *p*

$$\boxed{\Pr(X = k) = p \cdot q^{k-1},\ k = 1,2,3...}$$

$$\boxed{E(X) = \sum_i x_i \cdot \Pr(X = x_i) = \sum_{k=1}^{\infty} k \cdot p \cdot q^{k-1} = \frac{1}{p}}$$

$$\boxed{Var(X) = \sum_i [x_i - E(X)]^2 \cdot \Pr(X = x_i) = \sum_{k=1}^{\infty} \left(k - \frac{1}{p}\right)^2 \cdot p \cdot q^{k-1} = \frac{q}{p^2}}$$

Distribuição Geométrica

Exemplo: Um certo experimento é repetido até que um determinado resultado seja obtido. As provas são independentes e o custo de executar um experimento é de $ 25.000. Entretanto, se o resultado a alcançar (Sucesso) não for atingido, um custo de $ 5.000 é necessário para o "setup" da próxima prova. Suponha que se tenha somente $ 250.000 para investir no experimento. Qual a probabilidade do custo ultrapassar essa quantia se a probabilidade do experimento der certo é de 0,25?

Solução Sendo X o número de experimentos

$$250.000 = 25.000 \cdot X + 5.000 \cdot (X - 1)$$

$$250.000 = 30.000 \cdot X - 5.000$$

$$X = \frac{255.000}{30.000} = 8,5 \cong 8$$

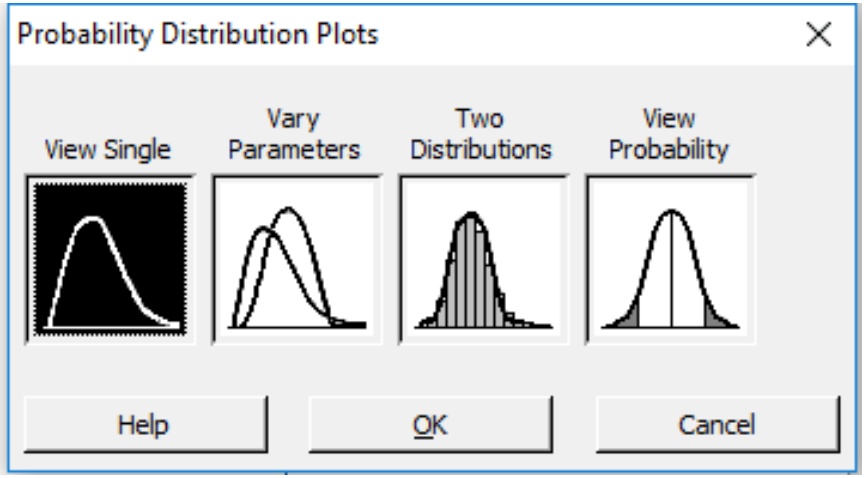
$$\Pr(X \geq 8) = ?$$

$$\Pr(X \geq 8) = 100\% - \sum_{k=1}^{k=8} \Pr(X = k)$$

Distribuição Geométrica

No Minitab:

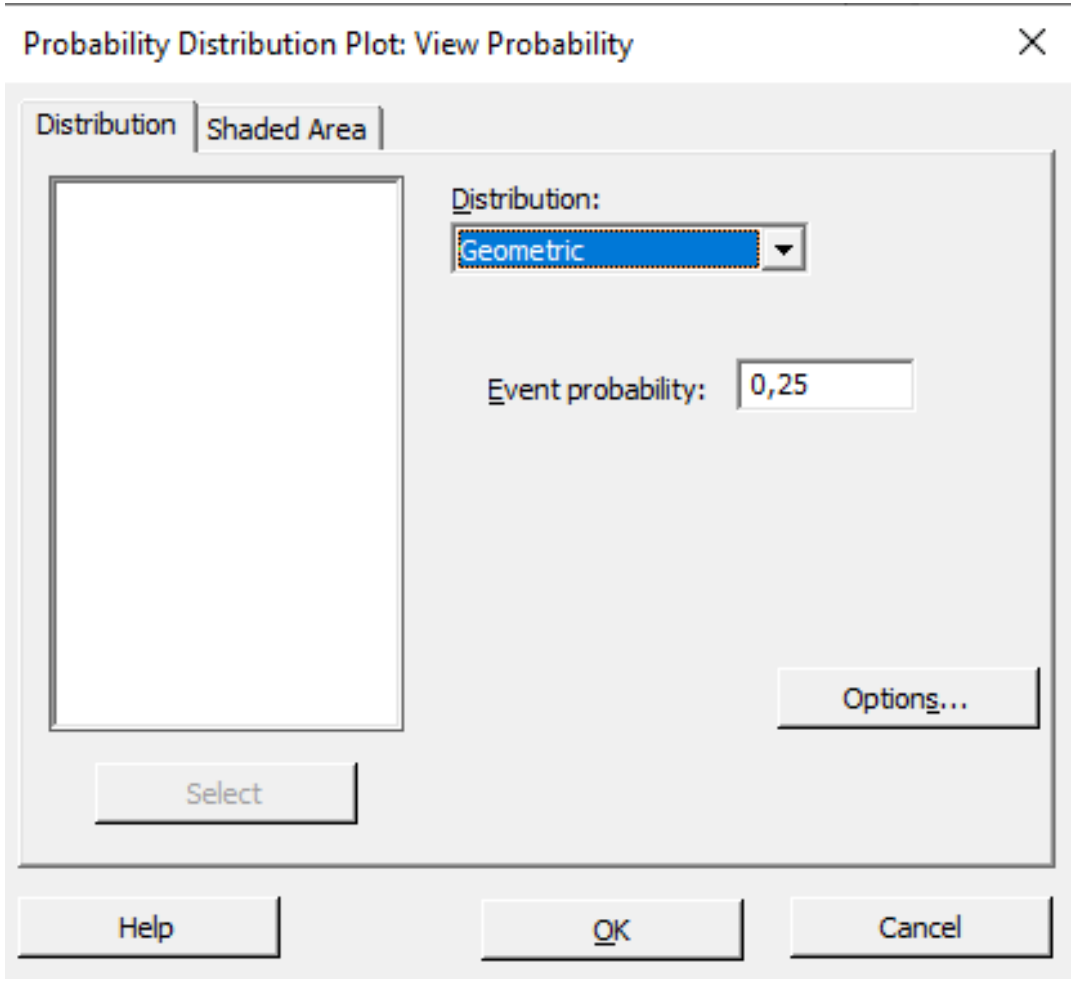
1 – Menu ***Graph>Probability Distribution Plot***



2 – Selecionar ***View Probability*** e clique em ***OK***

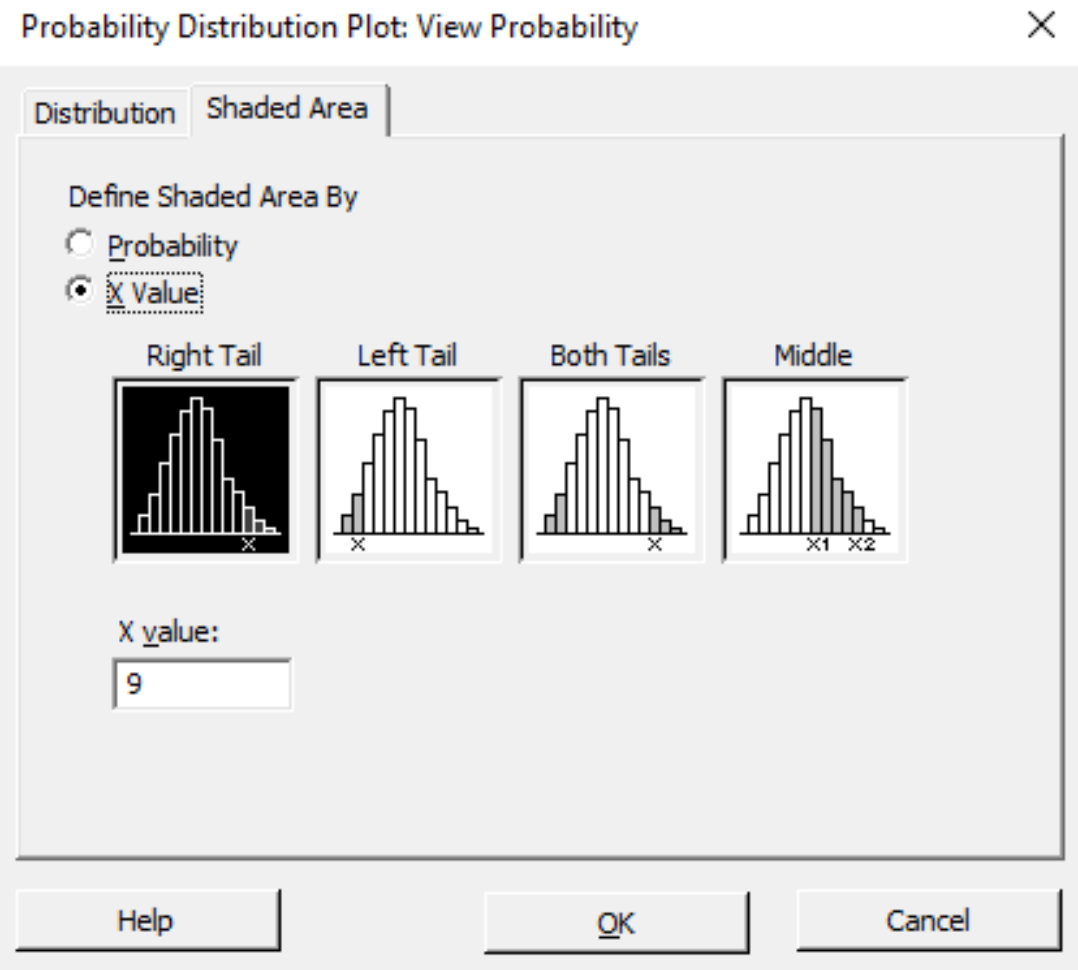
Distribuição Geométrica

Preencher a caixa de diálogo como a seguir

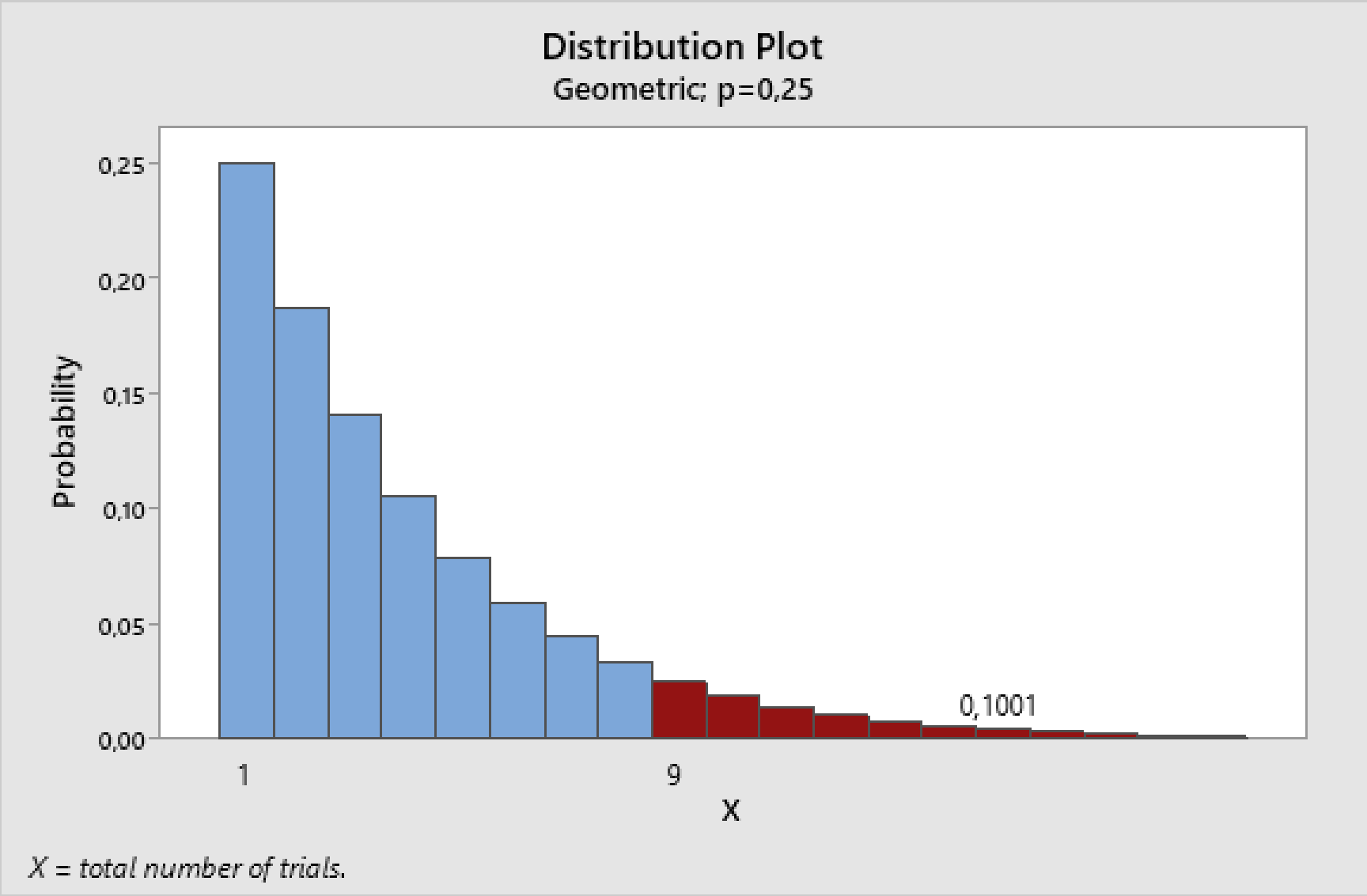


Distribuição Geométrica

Clique na aba ***Shared Area*** e preencha a caixa de diálogo como a figura abaixo e clique em ***OK***



Distribuição Geométrica



Distribuição Hipergeométrica

Difere da Distribuição Binomial somente porque as repetições do experimento são feitas em função de uma amostra (subconjunto).

Seja:

N: conjunto de elementos

r : subconjunto com determinada característica

n: elementos são extraídos sem reposição

k: número de elementos com tal característica

$$\Pr(X = k) = \frac{\binom{r}{k} \cdot \binom{N-r}{n-k}}{\binom{N}{n}}$$

Distribuição Hipergeométrica

$$E(X) = \sum_k k \cdot \frac{\binom{r}{k} \cdot \binom{N-r}{n-k}}{\binom{N}{n}} = \ldots = \frac{r \cdot n}{N} = n \cdot p$$

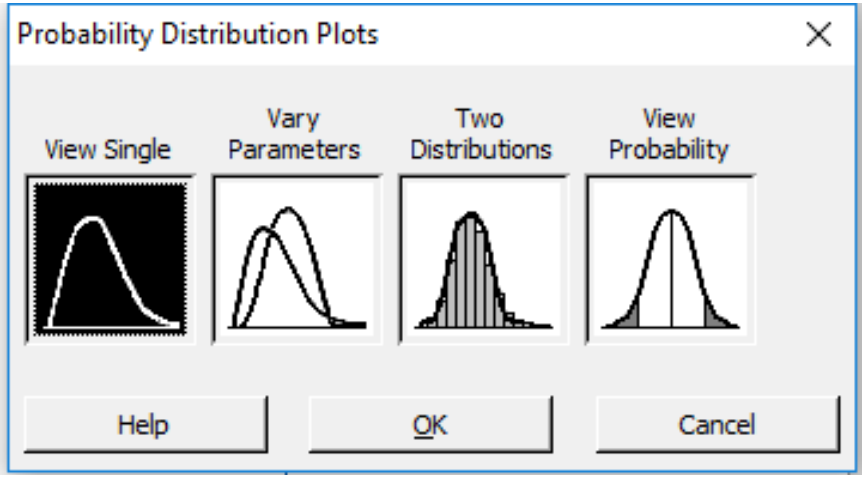
$$Var(X) = \sum_k (k - np)^2 \cdot \frac{\binom{r}{k} \cdot \binom{N-r}{n-k}}{\binom{N}{n}} = \ldots = n \cdot p \cdot q \cdot \frac{N-n}{N-1}$$

Exemplo: Pequenos motores elétricos são expedidos em lotes de 50 unidades. Antes que uma remessa seja aprovada, um inspetor escolhe 5 desses motores e os inspeciona. Se nenhum dos motores inspecionados for defeituoso, o lote é aprovado. Se um ou mais forem verificados defeituosos, todos os motores da remessa são inspecionados. Suponha que existam, de fato, três motores defeituosos no lote. Qual a probabilidade de que a inspeção 100% seja necessária?

Distribuição Hipergeométrica

No Minitab:

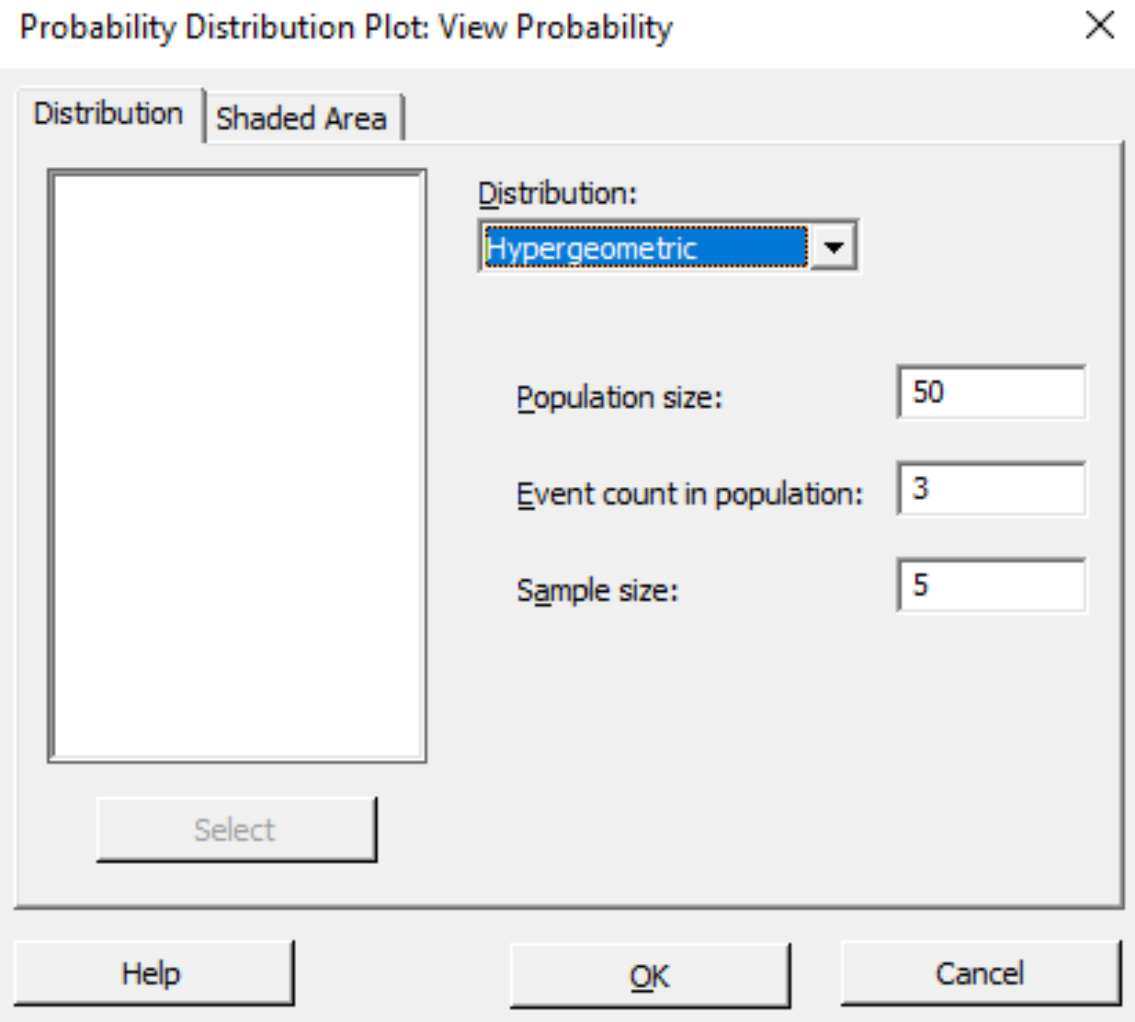
1 – Menu ***Graph>Probability Distribution Plot***



2 – Selecionar ***View Probability*** e clique em ***OK***

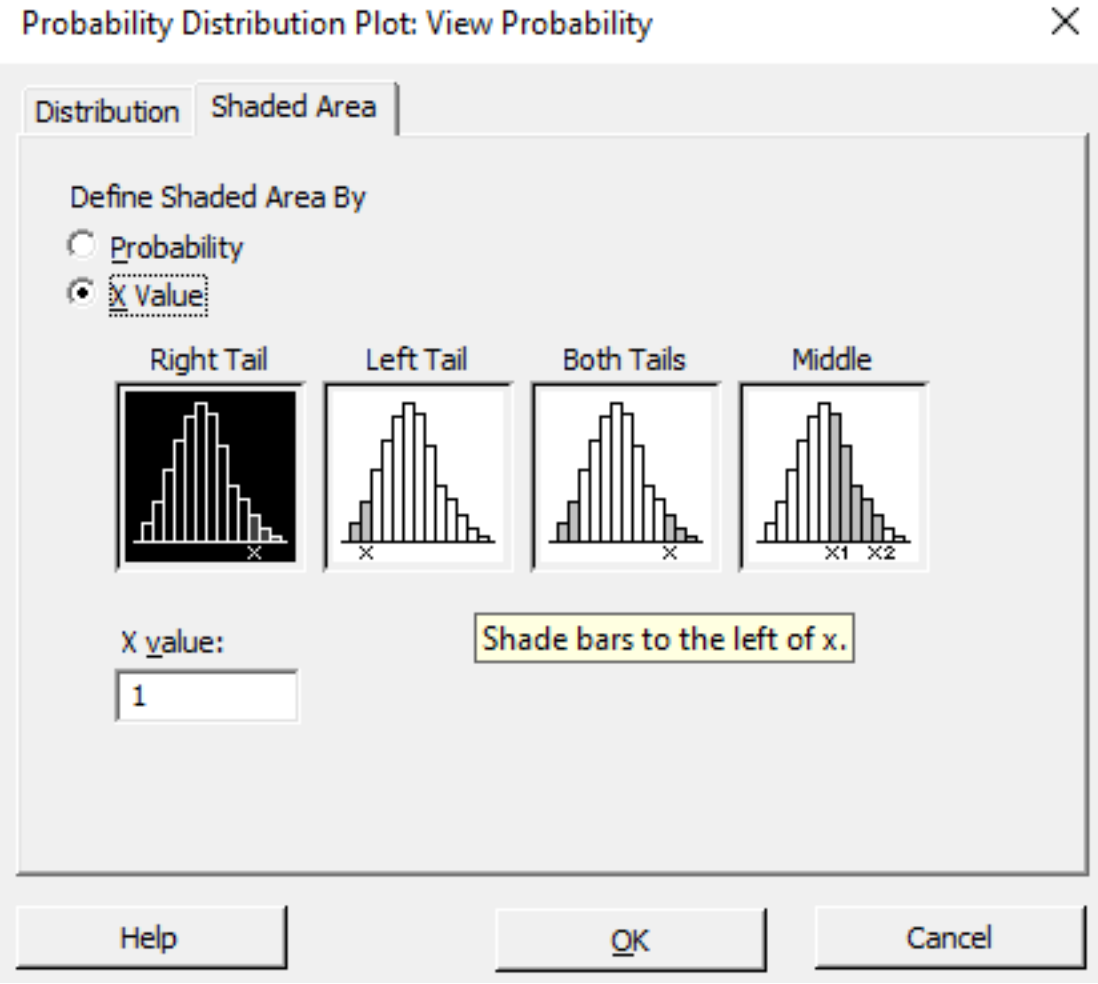
Distribuição Hipergeométrica

Preencher a caixa de diálogo como a seguir



Distribuição Hipergeométrica

Clique na aba ***Shared Area*** e preencha a caixa de diálogo como a figura abaixo e clique em ***OK***



Distribuição Hipergeométrica