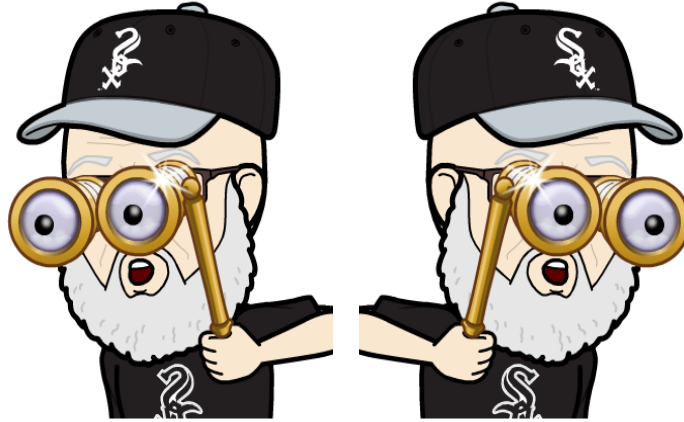
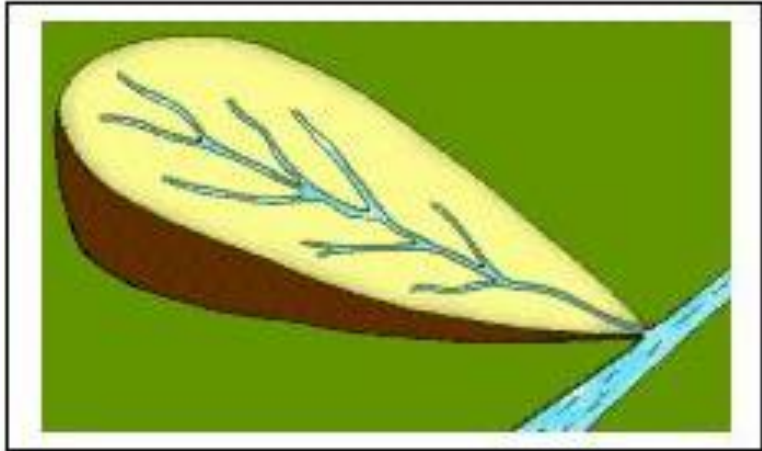
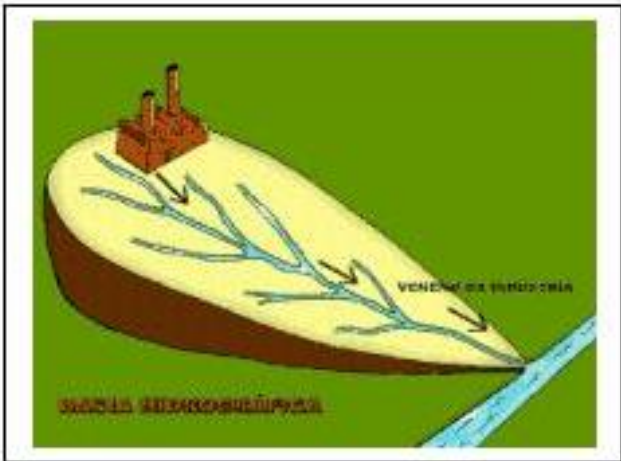


**A água é um recurso natural finito,
necessário a quase todas as
atividades do ser humano. São
preocupações mundiais: a poluição e
a falta de água .**





A CONSCIENTIZAÇÃO ANTERIOR JUSTIFICA OS ESTUDOS RELACIONADOS AS BACIAS HIDROGRÁFICAS



No Brasil existem diversas bacias hidrográficas importantes, tais como: Amazonas, Paraná, Paraguai, São Francisco, Araguaia, Tocantins, Iguaçu, entre outras.






Figura 2 – Regiões Hidrográficas do Brasil.
Fonte: SAG/ANA




Também no Estado de São Paulo existem diversas bacias hidrográficas, sendo as principais : Tietê, Paraíba do Sul, Ribeira do Iguape, Paranapanema, Grande, entre outras.



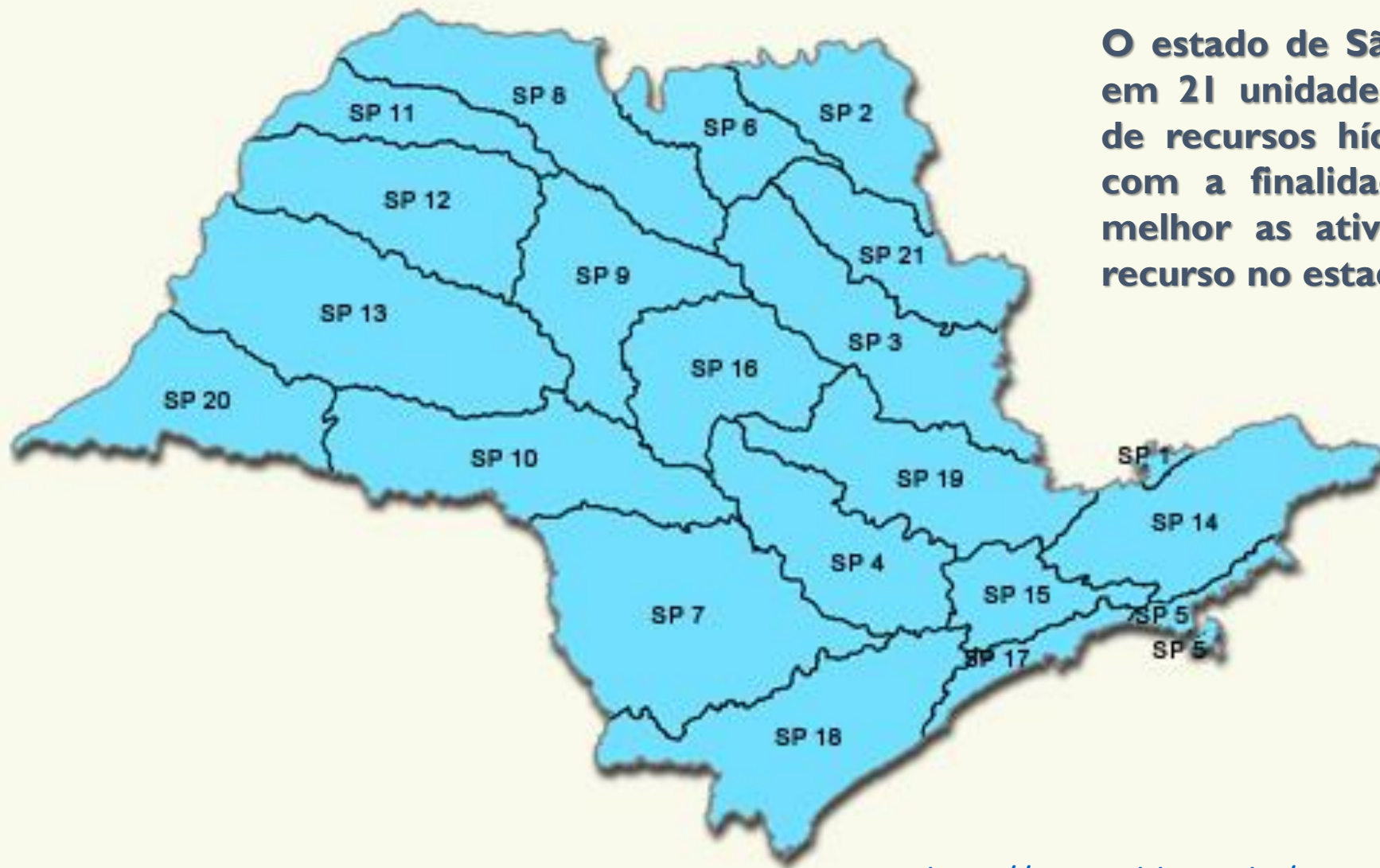
A cartoon illustration of a professor with a grey beard, glasses, and a grey cap, standing behind a wooden podium and pointing upwards with his right hand.

O DAEE é o órgão com a
responsabilidade de
realizar a gestão da água
nas bacias hidrográficas do
Estado de São Paulo.

A cartoon illustration of a student with a grey beard, glasses, and a brown cap, wearing a brown jacket and blue jeans, holding a black smartphone in his hands.

ACESSE O LINK A SEGUIR
E COMECE A CONSTRUIR
A ESTRADA PARA SEU
APRENDIZADO!

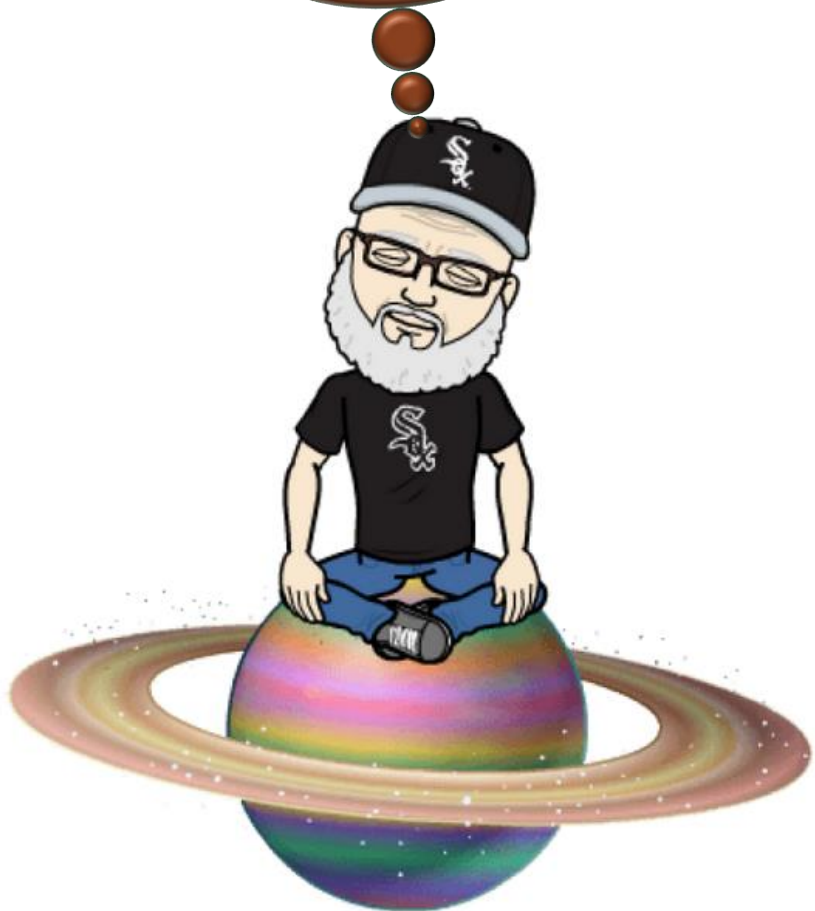
<http://www.cbh.gov.br/EstudosTrabalhos.aspx>



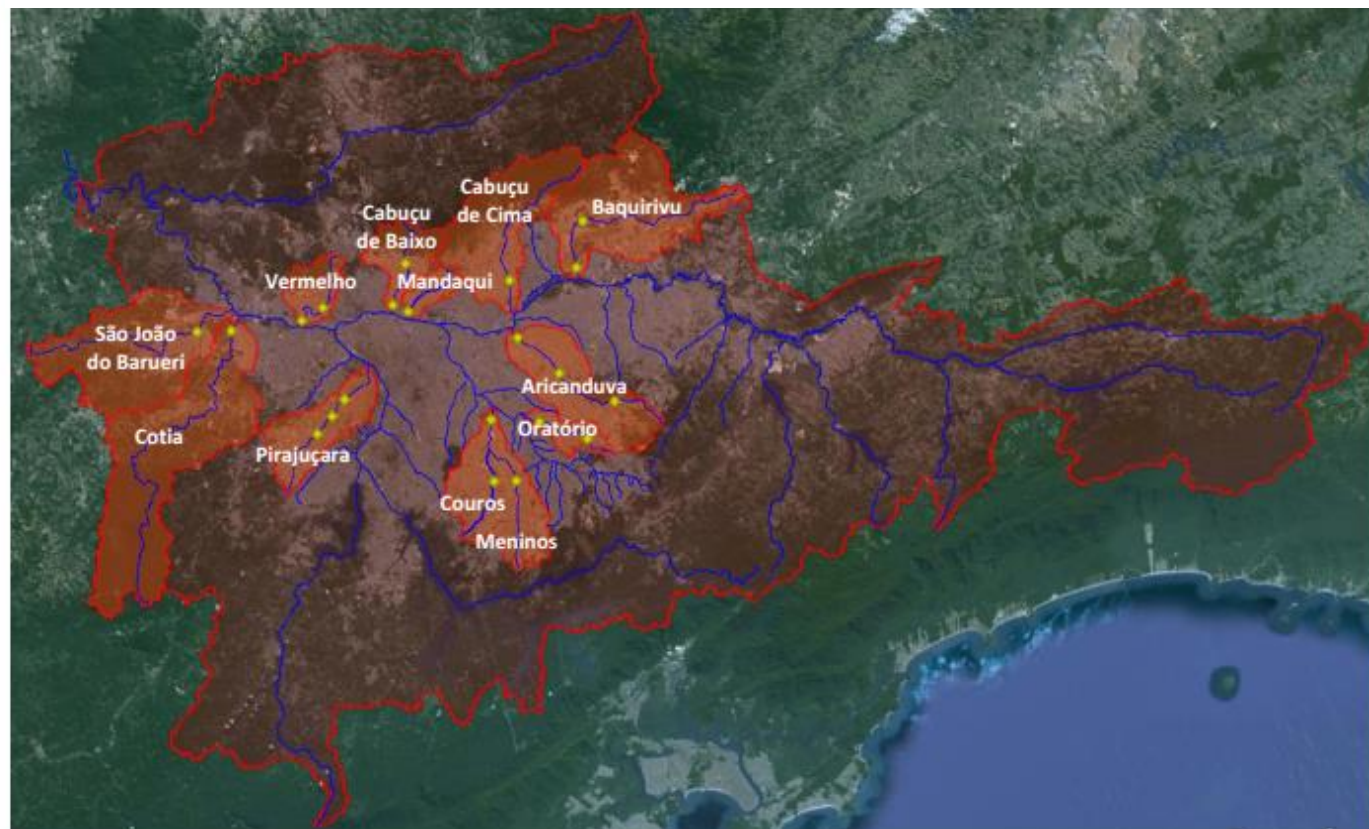
O estado de São Paulo foi dividido em 21 unidades de gerenciamento de recursos hídricos – UGRHI'S – com a finalidade de se controlar melhor as atividades e gestão do recurso no estado.

<http://www.cbh.gov.br/DataGrid/GridSaoPaulo.aspx>

HOJE, ATRAVÉS DOS
SATÉLITES, PODEMOS TER
ACESSO A MUITO MAIS
INFORMAÇÕES!



Nome	Altitude	Latitude	Longitude
COTIA (PREFEITURA)	800,000	23° 36' 00"	46° 55' 00"



Como a precipitação constitui a “entrada” de água na bacia hidrográfica, tomando-a como um sistema físico, dá ideia da a estimativa da precipitação em uma bacia disponibilidade hídrica nela, servindo para avaliar a necessidade de irrigação, a previsão de enchentes nos rios, a operação de hidroelétricas, o atendimento às demandas para abastecimento público, etc.

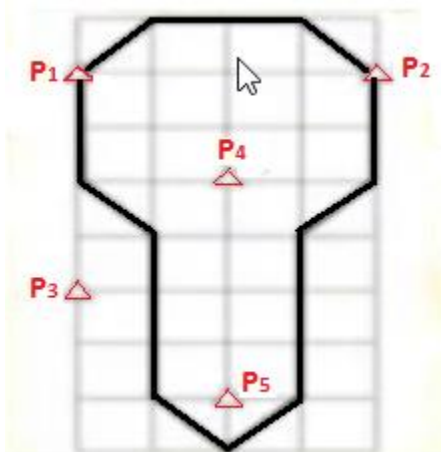




Exercício 7

GESGRANRIO – PETROBRAS 2008

Em uma bacia hidrográfica, supostamente delimitada pelas linhas em negrito, estão instalados cinco postos pluviométricos, conforme mostra a figura abaixo, cujas precipitações são $P_1 = 40$ mm, $P_2 = 45$ mm, $P_3 = 25$ mm, $P_4 = 35$ mm e $P_5 = 20$ mm.



Considerando que cada quadricula da figura possui 1 hectare ($1 \text{ ha} = 10000 \text{ m}^2$), analise as afirmativas a seguir:

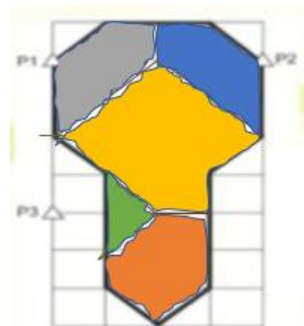
- I. A área de influência dos postos pluviométricos P1 e P2 somadas significam $1/3$ da área total da bacia hidrográfica, segundo o método dos polígonos de Thiessen.
- II. A precipitação média da bacia hidrográfica pelo método aritmético é 33,0 mm.
- III. A precipitação média da bacia hidrográfica pelo método dos polígonos de Thiessen é 33,8 mm.
- IV. O perímetro da bacia hidrográfica é aproximadamente igual a 2050 mm.

Desta forma, são corretas a(s) afirmativa(s):

- (A) III e IV
- (B) I, II e III
- (C) I, II e IV
- (D) I, III e IV
- (E) II, III e IV



<https://youtu.be/mXf5LTXjMMQ>



Para resolver o
exercício 7 é
fundamental que vocês
assistam o vídeo



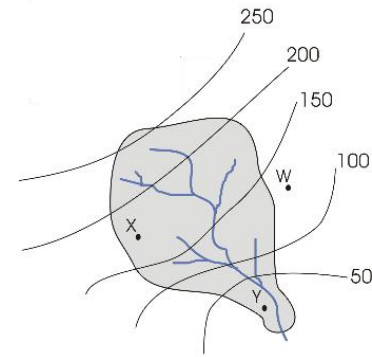
Mas o que vem a ser isoietas?



Dando continuidade aos
nossos estudos da
determinação da
precipitação média (P_m),
vamos determina-la pelo
método das isoietas.



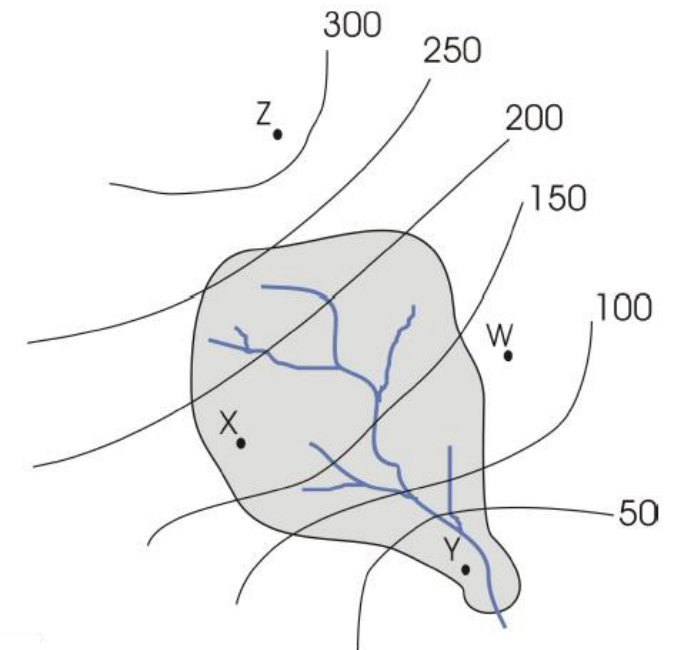
**Isoietas são as
linhas de
mesma
precipitação!**



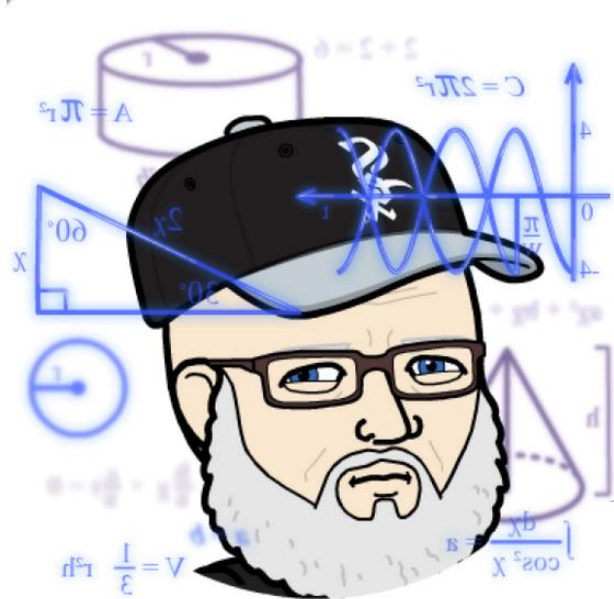
O método das isoietas, como o próprio nome sugere, utiliza as isoietas para determinação da precipitação média em uma bacia.



As isoietas são determinadas por interpolação a partir dos dados disponíveis nos postos da área em estudo.



Exemplo de isoietas mensais, com valores em mm.



A precipitação média na bacia pode ser obtida, a partir das isoietas traçadas, fazendo uma média ponderada em função das áreas entre duas isoietas consecutivas e o valor médio entre elas, como mostra a expressão a seguir:

$$P_m = \frac{\sum \left[A_{i,i+1} \times \left(\frac{P_i + P_{i+1}}{2} \right) \right]}{A}$$

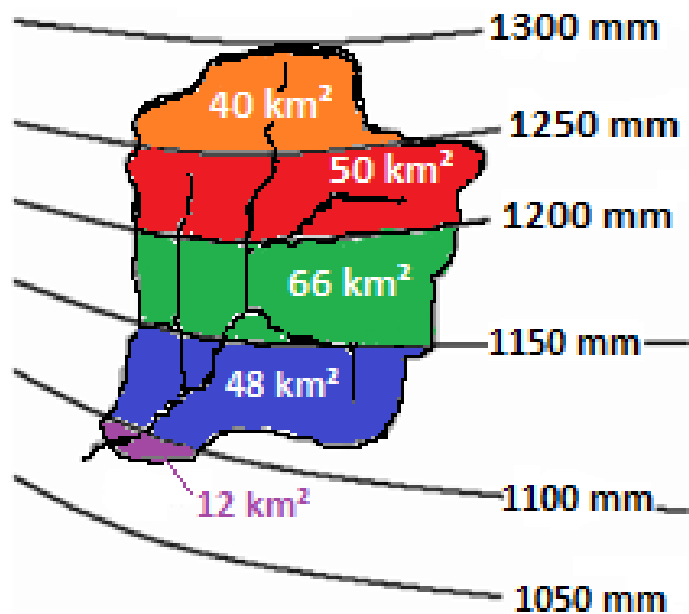
onde $A_{i,i+1}$ é a área entre a isoieta i e a consecutiva $i+1$; P_i e P_{i+1} são as precipitações referentes às isoietas i e $i+1$; P_m é a precipitação média na bacia; e A é a área da bacia que, no caso, é equivalente ao somatório das áreas entre as isoietas.



O emprego das isoietas para determinação da precipitação média em uma bacia tem a vantagem de que leva em consideração a disposição espacial dos postos na bacia, quando realiza a interpolação para traçado das isoietas, e também o relevo da bacia, ao permitir ajustar o traçado por ele.

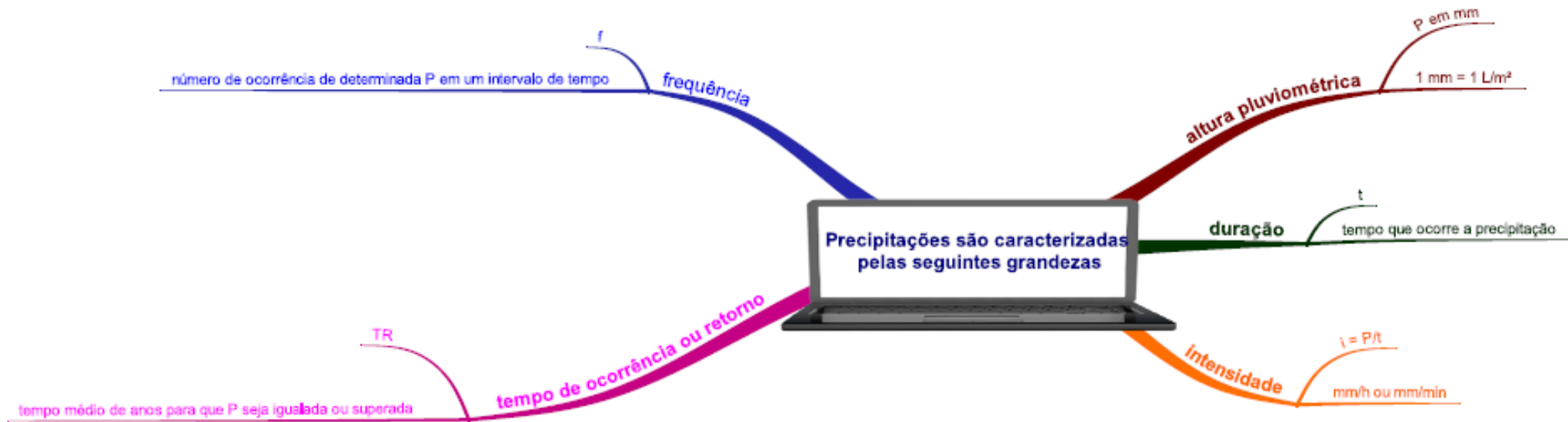


Exercício 8 – Determine a precipitação média na bacia hidrográfica representada a seguir, onde se indicam as isoietas em ano médio e as áreas por elas definidas.






Vamos iniciar os estudos da matemática associada a natureza, ou seja, vamos introduzir a base da estatística aplicada a hidrologia!



Introdução a estatística aplicada a
hidrologia assistam:

<https://youtu.be/MSGYAPFVjoI>





As variáveis hidrológicas são aleatórias pois não seguem uma lei de certeza!

Assim sendo, uma variável hidrológica qualquer tem uma certa frequência ou probabilidade de ocorrência que está associada a um tempo médio.

O tempo médio em que a variável pode ocorrer é denominado *tempo de retorno* ou *tempo de ocorrência*!

Exercício 9 – Sabendo que a média das precipitações totais anuais de um determinado posto pluviométrico é de 1200 mm e que o desvio padrão é de 250 mm, determine o intervalo de confiança correspondente a 90%.

Observação: 90% implica que existe a probabilidade de 10% de erro, ou seja 5% de cada lado!



Podemos transformar todas as distribuições normais (ou de Gauss) em uma distribuição normal reduzida ou padronizada, de média zero e desvio padrão um, por meio da fórmula:

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

Os intervalos de confiança mais comuns são 90%, 95%, e 99%

<i>Nível de Confiança</i>	<i>Coefficiente de confiança</i>	<i>Valor-Z</i>
80%	.80	1,28
90%	.90	1,645
95%	.95	1,96
98%	.98	2,33
99%	.99	2,58
99.8%	.998	3,08
99.9%	.999	3,27

Conceitos envolvidos no exercício.



Pela tabela de intervalo de confiança de 90%, temos:



RESPOSTA

$$\therefore IC_{90\%} = [788,75; 1611,25]$$

$$z_{0,95} = 1,645 \Rightarrow \text{limite superior}$$

$$z_{0,05} = -1,645 \Rightarrow \text{limite inferior}$$

Despadronizando, obtemos o valor de x , tanto para o limite superior como para o limite inferior.

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma} \Rightarrow x = \mu + \sigma \times z$$

$$LS \rightarrow x = 1200 + 1,645 \times 250$$

$$x_{LS} = 1611,25\text{mm}$$

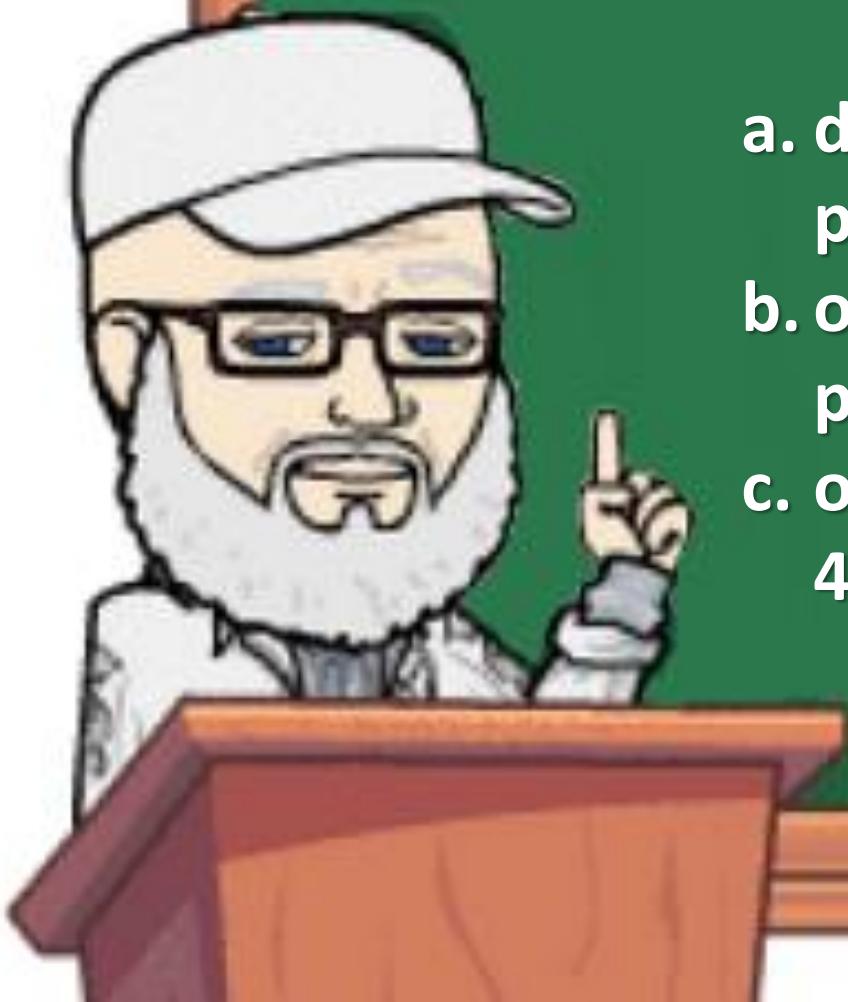
$$LI \rightarrow x = 1200 - 1,645 \times 250$$

$$x_{LI} = 788,75\text{mm}$$



Exercício 10 – Conhecemos 30 valores da precipitação anual de um dado local. As características da amostra são: a média é 850 mm e o desvio padrão é 250 mm. Aplicando a distribuição normal, pede-se:

- a. determinar a precipitação correspondente a probabilidade excedência de 95%.**
- b. o tempo de retorno que corresponde a uma precipitação de 900 mm.**
- c. o tempo de recorrência a uma precipitação de 450 mm.**

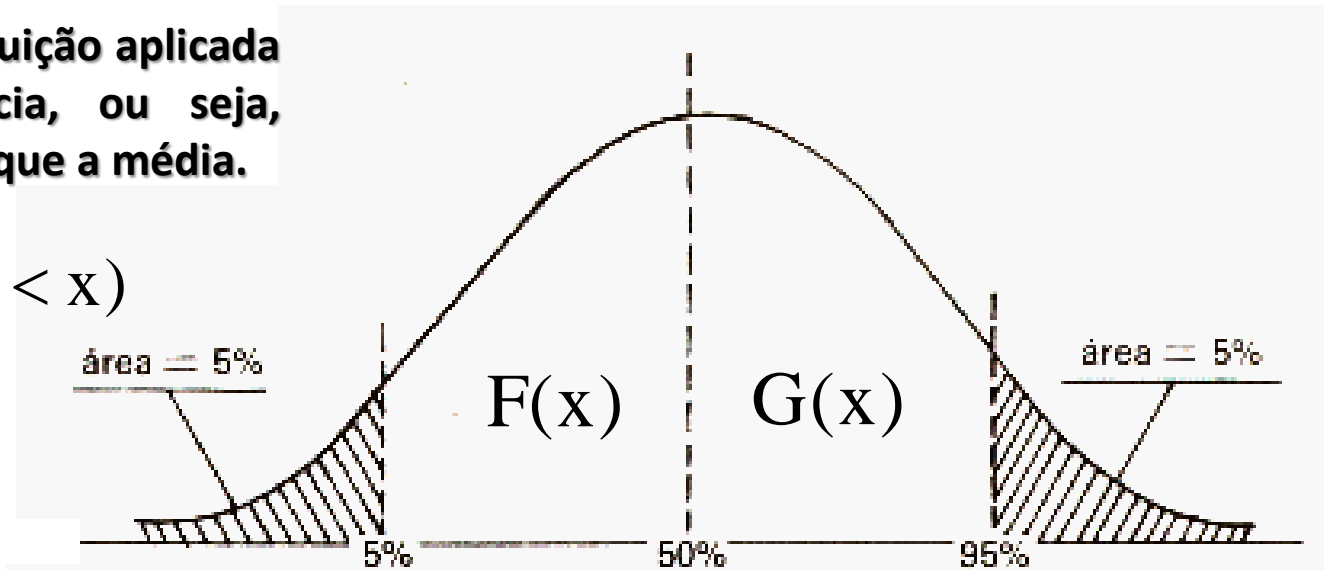


Nesse exercícios
evocamos:



Função de distribuição aplicada a não excedência, ou seja, valores menores que a média.

$$F(x) = P(X < x)$$



Função de distribuição aplicada a excedência, ou seja, valores maiores que a média.

$$G(x) = P(X \geq x)$$

$$P(X \geq x) = 1 - P(X < x)$$

$$\therefore G(x) = 1 - F(x)$$



Tempo de retorno ou de recorrência (T_R) representa o intervalo médio em ano que pode ocorrer ou ser superado determinado acontecimento.

Para acontecimento de pequena magnitude

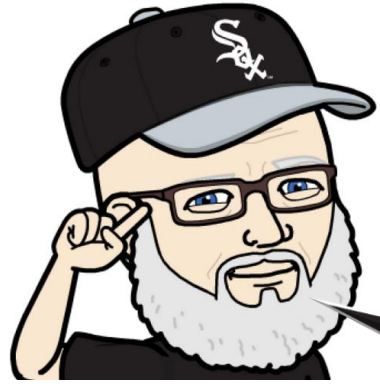


$$T_R = \frac{1}{F(x)} \text{ (anos)}$$

Para acontecimento de elevada magnitude



$$T_R = \frac{1}{G(x)} \text{ (anos)}$$



No item "a" estamos na região de excedência, portanto:

$$G(x) = 0,95 \therefore F(x) = 1 - G(x) = 1 - 0,95 = 0,05$$

Padronizando:

$$Z_{0,05} = -Z_{0,95} = -1,645$$

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma} \Rightarrow x = \mu + \sigma \times Z$$

$$\therefore x = 850 - 1,645 \times 250 = 438,75\text{mm}$$

Despadronizando:



No item "b" estamos na região de excedência, já que 900 mm é maior que a média que foi dada de 850 mm



$$T_R = \frac{1}{G(x)}$$

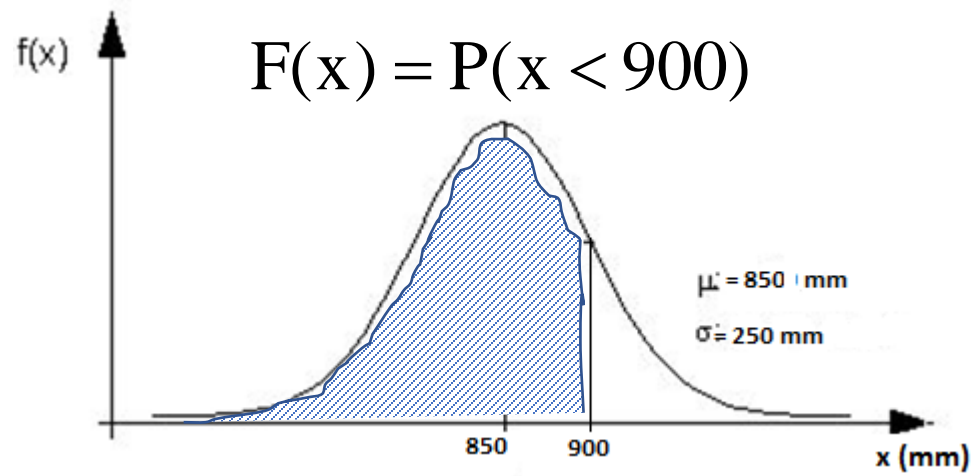
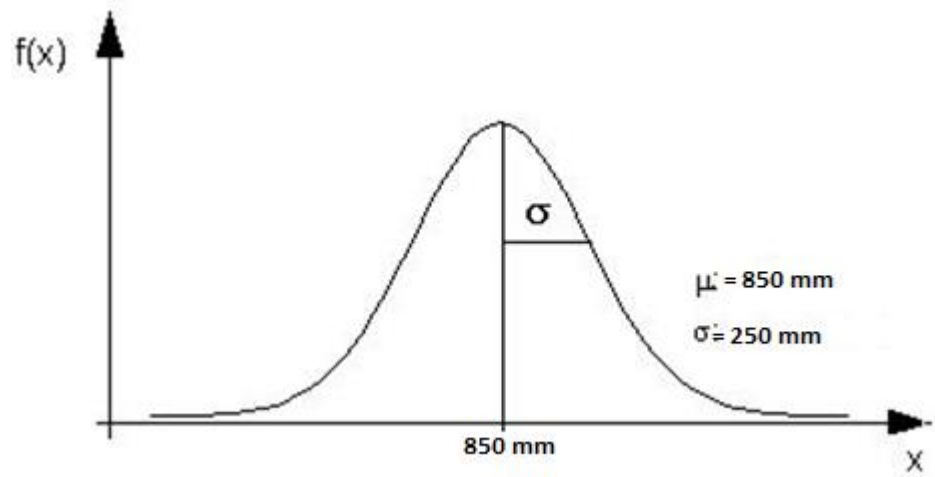
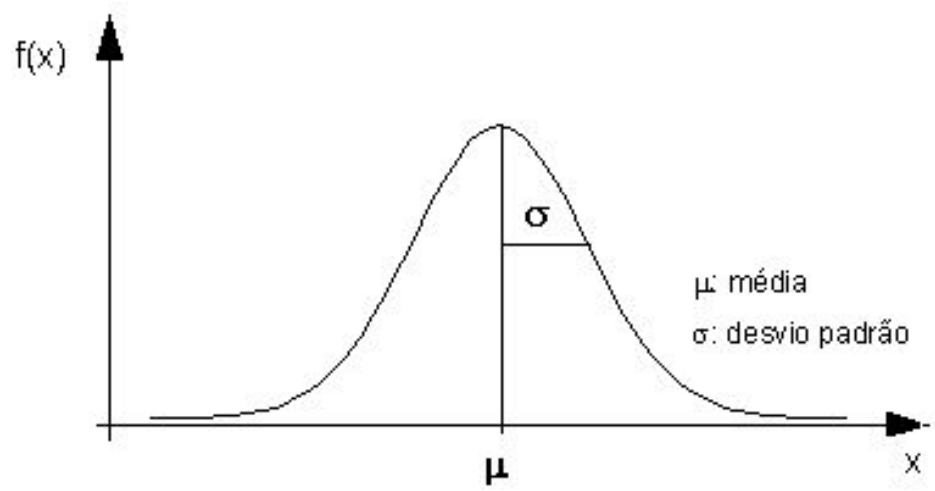
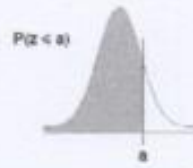


TABELA NORMAL PADRÃO
Material didático adicional



Disciplina: EST111
Introdução à Estatística A2
ICEx/UFMG

z	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
-3,0	0,0013	0,0013	0,0013	0,0012	0,0012	0,0011	0,0011	0,0011	0,0010	0,0010
-2,9	0,0019	0,0018	0,0018	0,0017	0,0016	0,0016	0,0015	0,0015	0,0014	0,0014
-2,8	0,0026	0,0025	0,0024	0,0023	0,0023	0,0022	0,0021	0,0021	0,0020	0,0019
-2,7	0,0035	0,0034	0,0033	0,0032	0,0031	0,0030	0,0029	0,0028	0,0027	0,0026
-2,6	0,0047	0,0045	0,0044	0,0043	0,0041	0,0040	0,0039	0,0038	0,0037	0,0036
-2,5	0,0062	0,0060	0,0059	0,0057	0,0056	0,0054	0,0053	0,0051	0,0049	0,0048
-2,4	0,0082	0,0080	0,0078	0,0075	0,0073	0,0071	0,0069	0,0068	0,0066	0,0064
-2,3	0,0107	0,0104	0,0102	0,0099	0,0096	0,0094	0,0091	0,0089	0,0087	0,0086
-2,2	0,0139	0,0136	0,0132	0,0129	0,0125	0,0122	0,0119	0,0116	0,0113	0,0110
-2,1	0,0179	0,0174	0,0170	0,0166	0,0162	0,0158	0,0154	0,0150	0,0146	0,0143
-2,0	0,0228	0,0222	0,0217	0,0212	0,0207	0,0202	0,0197	0,0192	0,0188	0,0183
-1,9	0,0287	0,0281	0,0274	0,0268	0,0262	0,0256	0,0250	0,0244	0,0239	0,0233
-1,8	0,0359	0,0351	0,0344	0,0336	0,0329	0,0322	0,0314	0,0307	0,0301	0,0294
-1,7	0,0446	0,0436	0,0427	0,0418	0,0409	0,0401	0,0392	0,0384	0,0375	0,0367
-1,6	0,0548	0,0537	0,0526	0,0516	0,0505	0,0495	0,0485	0,0475	0,0465	0,0455
-1,5	0,0668	0,0655	0,0643	0,0630	0,0618	0,0606	0,0594	0,0582	0,0571	0,0559
-1,4	0,0808	0,0793	0,0778	0,0764	0,0749	0,0735	0,0721	0,0706	0,0694	0,0681
-1,3	0,0968	0,0951	0,0934	0,0918	0,0901	0,0885	0,0869	0,0853	0,0838	0,0823
-1,2	0,1151	0,1131	0,1112	0,1093	0,1075	0,1056	0,1038	0,1020	0,1003	0,0985
-1,1	0,1357	0,1335	0,1314	0,1292	0,1271	0,1251	0,1230	0,1210	0,1190	0,1170
-1,0	0,1587	0,1562	0,1539	0,1515	0,1492	0,1469	0,1446	0,1423	0,1401	0,1379
-0,9	0,1841	0,1814	0,1788	0,1762	0,1736	0,1711	0,1685	0,1660	0,1635	0,1611
-0,8	0,2119	0,2090	0,2061	0,2033	0,2005	0,1977	0,1949	0,1922	0,1894	0,1867
-0,7	0,2420	0,2389	0,2356	0,2327	0,2296	0,2266	0,2236	0,2206	0,2177	0,2148
-0,6	0,2743	0,2709	0,2676	0,2643	0,2611	0,2578	0,2546	0,2514	0,2483	0,2451
-0,5	0,3085	0,3050	0,3015	0,2981	0,2946	0,2912	0,2877	0,2843	0,2810	0,2776
-0,4	0,3446	0,3409	0,3372	0,3336	0,3300	0,3264	0,3228	0,3192	0,3156	0,3121
-0,3	0,3821	0,3783	0,3745	0,3707	0,3669	0,3632	0,3594	0,3557	0,3520	0,3483
-0,2	0,4207	0,4168	0,4129	0,4090	0,4052	0,4013	0,3974	0,3936	0,3897	0,3859
-0,1	0,4602	0,4562	0,4522	0,4483	0,4443	0,4404	0,4364	0,4325	0,4286	0,4247
0,0	0,5000	0,4960	0,4920	0,4880	0,4840	0,4801	0,4761	0,4721	0,4681	0,4641

z	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
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

$$F(x) = P(x < 900)$$

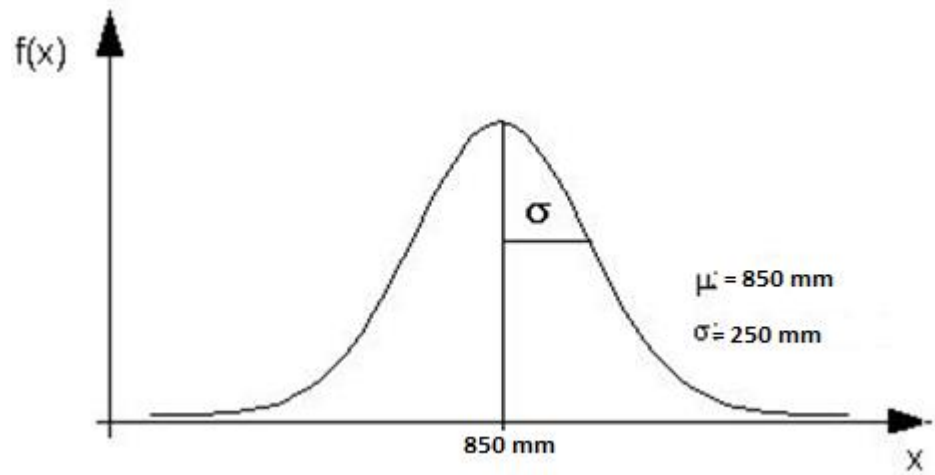
padronizando

$$P(z < \frac{900 - 850}{250}) = P(z < 0,2)$$

$$P(z < 0,2) = 0,5793$$

$$G(x) = 1 - 0,5793 = 0,4207$$

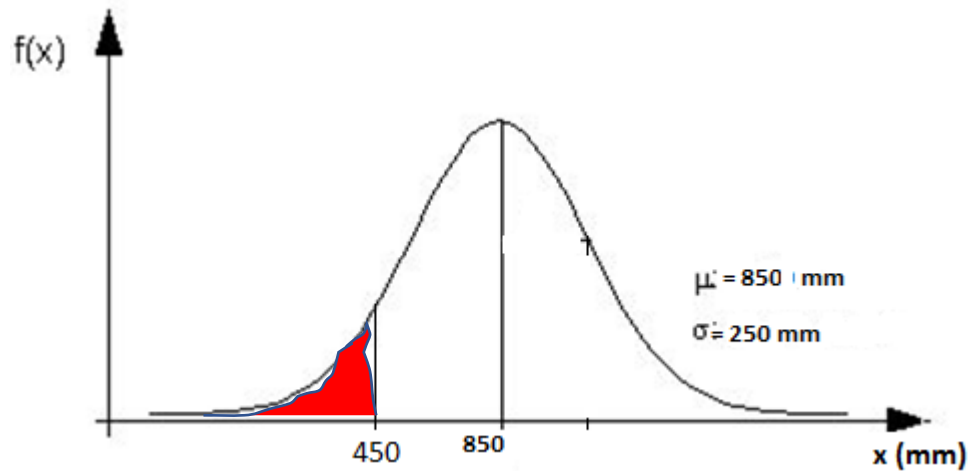
$$T_R = \frac{1}{0,4207} \cong 2,38 \text{ anos}$$



No item “c” estamos na região de não excedência, já que 450 mm é menor que a média que foi dada de 850 mm

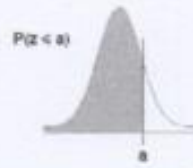


$$T_R = \frac{1}{F(x)}$$



$$F(x) = P(x < 450)$$

TABELA NORMAL PADRÃO
Material didático adicional



z	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
-3,0	0,0013	0,0013	0,0013	0,0012	0,0012	0,0011	0,0011	0,0011	0,0010	0,0010
-2,9	0,0019	0,0018	0,0018	0,0017	0,0016	0,0016	0,0015	0,0015	0,0014	0,0014
-2,8	0,0026	0,0025	0,0024	0,0023	0,0023	0,0022	0,0021	0,0021	0,0020	0,0019
-2,7	0,0035	0,0034	0,0033	0,0032	0,0031	0,0030	0,0029	0,0028	0,0027	0,0026
-2,6	0,0047	0,0045	0,0044	0,0043	0,0041	0,0040	0,0039	0,0038	0,0037	0,0036
-2,5	0,0062	0,0060	0,0059	0,0057	0,0056	0,0054	0,0053	0,0051	0,0049	0,0048
-2,4	0,0082	0,0080	0,0078	0,0075	0,0073	0,0071	0,0069	0,0068	0,0066	0,0064
-2,3	0,0107	0,0104	0,0102	0,0099	0,0096	0,0094	0,0091	0,0089	0,0087	0,0086
-2,2	0,0139	0,0136	0,0132	0,0129	0,0125	0,0122	0,0119	0,0116	0,0113	0,0110
-2,1	0,0179	0,0174	0,0170	0,0166	0,0162	0,0158	0,0154	0,0150	0,0146	0,0143
-2,0	0,0228	0,0222	0,0217	0,0212	0,0207	0,0202	0,0197	0,0192	0,0188	0,0183
-1,9	0,0287	0,0281	0,0274	0,0268	0,0262	0,0256	0,0250	0,0244	0,0239	0,0233
-1,8	0,0359	0,0351	0,0344	0,0336	0,0329	0,0322	0,0314	0,0307	0,0301	0,0294
-1,7	0,0446	0,0436	0,0427	0,0418	0,0409	0,0401	0,0392	0,0384	0,0375	0,0367
-1,6	0,0548	0,0537	0,0526	0,0516	0,0505	0,0495	0,0485	0,0475	0,0465	0,0455
-1,5	0,0668	0,0655	0,0643	0,0630	0,0618	0,0606	0,0594	0,0582	0,0571	0,0559
-1,4	0,0808	0,0793	0,0778	0,0764	0,0749	0,0735	0,0721	0,0706	0,0694	0,0681
-1,3	0,0968	0,0951	0,0934	0,0918	0,0901	0,0885	0,0869	0,0853	0,0838	0,0823
-1,2	0,1151	0,1131	0,1112	0,1093	0,1075	0,1056	0,1038	0,1020	0,1003	0,0985
-1,1	0,1357	0,1335	0,1314	0,1292	0,1271	0,1251	0,1230	0,1210	0,1190	0,1170
-1,0	0,1587	0,1562	0,1539	0,1515	0,1492	0,1469	0,1446	0,1423	0,1401	0,1379
-0,9	0,1841	0,1814	0,1788	0,1762	0,1736	0,1711	0,1685	0,1660	0,1635	0,1611
-0,8	0,2119	0,2090	0,2061	0,2033	0,2005	0,1977	0,1949	0,1922	0,1894	0,1867
-0,7	0,2420	0,2389	0,2356	0,2327	0,2296	0,2266	0,2236	0,2206	0,2177	0,2148
-0,6	0,2743	0,2709	0,2676	0,2643	0,2611	0,2578	0,2546	0,2514	0,2483	0,2451
-0,5	0,3085	0,3050	0,3015	0,2981	0,2946	0,2912	0,2877	0,2843	0,2810	0,2776
-0,4	0,3446	0,3409	0,3372	0,3336	0,3300	0,3264	0,3228	0,3192	0,3156	0,3121
-0,3	0,3821	0,3783	0,3745	0,3707	0,3669	0,3632	0,3594	0,3557	0,3520	0,3483
-0,2	0,4207	0,4168	0,4129	0,4090	0,4052	0,4013	0,3974	0,3936	0,3897	0,3859
-0,1	0,4602	0,4562	0,4522	0,4483	0,4443	0,4404	0,4364	0,4325	0,4286	0,4247
0,0	0,5000	0,4960	0,4920	0,4880	0,4840	0,4801	0,4761	0,4721	0,4681	0,4641

Disciplina: EST111
Introdução à Estatística A2
ICEx/UFMG

z	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
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

$$F(x) = P(x < 450)$$

padronizando

$$P(z < \frac{450 - 850}{250}) = P(z < -1,6)$$

$$P(z < -1,6) = 1 - P(z < 1,6)$$

$$G(x) = 1 - 0,9452 = 0,0548$$

$$T_R = \frac{1}{0,0548} \cong 18,2 \text{ anos}$$