

BRAGANTIA

Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo

Vol. 20

Campinas, abril de 1961

N.º 6

ANÁLISE ESTATÍSTICA DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS DE CAMPINAS (1)

HERNANI GODOY, *engenheiro-agrônomo, Seção de Climatologia Agrícola, Instituto Agrônomo*, IZAIAS RANGEL NOGUEIRA, *engenheiro-agrônomo* e FREDERICO PIMENTEL GOMES, *professor, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo*.

RESUMO

No presente trabalho é feita a análise das quantidades de chuvas caídas em Campinas no período de 1890 a 1956, e medidas na sede do Instituto Agrônomo. Além da análise dos totais anuais, destacaram-se para estudo os meses de janeiro, por ser o mais chuvoso, o de julho, por ser o mais sêco, e o de abril e outubro, por serem intermediários.

Pelos resultados conclui-se que no período estudado a incidência de chuvas, em cada mês, é um fenômeno puramente casual, sem nenhuma tendência secular.

1 — INTRODUÇÃO

As precipitações atmosféricas, principalmente a chuva, são de importância essencial à agricultura e sua distribuição cronológica, determinada pelas estações do ano, é fator primordial no planejamento agrícola. Não é a quantidade de chuva caída que favorece a vegetação, mas sim a sua regular distribuição, de acordo com a qual são feitas as operações de campo com um critério determinado, que poupa despesas que se tornariam necessárias na instalação de aparelhamentos para irrigação.

O papel das chuvas cresce ainda de importância se o encararmos sob o tríplice aspecto: mecânico, físico e químico. A precipitação opera a purificação da atmosfera, porquanto arrasta em sua queda os corpúsculos em suspensão, lava os vegetais, facilitando-lhes funções respiratórias, dissolve o azoto atmosférico sob a forma de combinações e, infiltrando-se no solo, dissolve os diversos compostos nutritivos, facili-

(1) Recebido para publicação em 9 de agosto de 1960.

tando a absorção pelas radículas da planta. Mantém, dentro de certos limites, o equilíbrio térmico, libertando e cedendo calor ao meio pela condensação, ou absorvendo-o pela evaporação.

A medida da chuva constitui um dos elementos mais preciosos ao estudo do clima, e é tão reconhecido o valor dessa observação que, em quase todos os países, encontramos postos destinados exclusivamente ao recolhimento de chuvas.

No presente trabalho procuramos principalmente verificar se havia alguma equação de regressão amoldável aos dados de chuvas nos diferentes meses.

2 — MATERIAL E MÉTODO

Todos os dados pluviométricos foram obtidos em pluviômetro do tipo «Tonnelot» (Ville de Paris), com bôca a 1,5 m de altura do solo. De 1890 a 1931, a captação da água foi feita em apenas um pluviômetro, instalado no parque que circunda o Instituto Agronômico. Em fins de 1931, o Serviço de Meteorologia Federal mudou-o para local distante 100 metros, não prejudicando, entretanto, a homogeneidade da série. De 1890 até 1956 as chuvas foram recolhidas às 7 horas, sendo que a partir de 1931 em dois pluviômetros, um ao lado do outro, passando a média encontrada entre os dois a figurar como o total do dia.

Empregamos o método de análise pelos polinômios ortogonais. Conduzimos a análise até polinômios do 4.º grau. Determinamos médias e intervalos de confiança das mesmas ao nível de 95% de probabilidade e intervalos de variações em tórno da média, ao nível de 90% de probabilidade.

3 — RESULTADOS

3.1 — TOTAIS ANUAIS

Pela observação dos dados (quadro 1) verifica-se que em 67 anos o mais sêco foi o ano de 1944, com um total de 836,5 mm de chuvas, e o de maior precipitação pluviométrica foi o ano de 1931, com o total de 1984,5 mm. A oscilação entre a máxima e a mínima precipitação é de 1148,0 mm.

QUADRO 1. — Dados pluviométricos (mm) de Campinas, Est. de São Paulo, no período 1890-1956

Ano	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maior	Jun.	Jul.	Agô.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Total anual
1890	339,9	239,5	188,0	12,0	127,1	27,2	40,6	13,8	22,2	58,2	102,0	319,4	1489,9
1891	327,4	283,1	246,7	212,9	83,6	33,8	19,7	53,3	81,7	116,1	335,3	144,1	1937,7
1892	323,6	118,7	215,9	25,7	0,0	55,9	50,5	26,8	138,9	264,6	114,1	80,7	1415,4
1893	183,5	193,8	170,8	40,8	70,3	120,7	19,4	73,0	118,4	105,8	27,4	209,6	1333,5
1894	140,6	183,9	160,8	82,1	63,8	89,8	7,6	0,0	76,6	146,5	96,7	308,8	1337,2
1895	366,4	226,4	277,1	74,0	97,2	3,4	5,1	27,3	74,4	304,8	143,8	44,4	1644,3
1896	99,6	106,6	299,2	25,1	55,7	137,6	8,3	22,6	12,4	114,5	167,6	245,3	1294,5
1897	253,2	192,3	109,4	16,2	141,7	23,0	0,4	47,8	85,9	73,2	138,0	138,2	1219,3
1898	288,2	342,5	157,2	147,5	31,5	11,0	20,0	32,0	139,5	148,5	224,5	140,0	1682,4
1899	527,0	194,5	133,5	69,0	9,0	59,0	3,0	55,5	32,5	122,6	297,8	312,6	1816,0
1900	309,0	246,9	107,9	50,6	80,9	32,3	11,5	18,5	39,0	107,2	169,5	302,7	1476,0
1901	221,8	211,8	132,9	110,6	31,8	15,4	28,1	37,1	34,0	34,7	89,7	325,5	1273,4
1902	254,2	233,5	108,2	64,3	0,0	35,6	0,0	81,9	5,2	77,8	222,1	175,0	1307,8
1903	103,0	146,5	103,0	4,0	43,0	7,8	0,5	15,0	26,0	123,0	135,5	310,0	1017,3
1904	198,0	210,9	44,0	16,0	85,0	45,0	16,5	59,0	144,0	113,5	302,0	402,0	1635,9
1905	278,0	218,0	157,0	105,0	144,5	32,0	146,5	17,0	42,5	89,0	223,0	277,0	1729,5
1906	229,0	150,0	241,0	24,5	10,5	44,5	25,5	0,0	50,5	73,5	155,5	269,0	1273,5
1907	167,0	357,5	67,0	56,0	89,0	88,0	101,0	53,5	141,0	96,5	170,0	105,0	1491,5
1908	209,0	159,5	9,5	43,5	51,0	8,0	0,5	7,0	71,0	147,5	208,5	114,0	1026,5
1909	213,0	200,5	140,0	98,0	31,0	38,5	7,0	66,0	63,5	207,5	63,5	211,0	1339,5
1910	139,5	229,0	150,0	71,5	45,0	6,5	55,8	0,0	62,3	74,8	141,1	111,0	1086,5
1911	173,1	170,5	143,6	36,5	64,5	39,0	96,0	96,5	96,0	181,0	212,0	298,5	1607,2
1912	197,6	373,4	165,8	40,1	43,2	14,8	2,9	28,1	70,5	181,1	198,0	292,8	1608,3
1913	251,1	63,0	184,3	31,0	51,8	188,1	10,5	34,5	88,5	9,5	122,5	109,3	1444,1
1914	201,6	267,8	109,0	5,5	0,0	110,9	40,0	23,5	73,5	20,5	391,3	240,3	1483,9

QUADRO I. — (continuação)

Ano	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Agô.	Sat.	Out.	Nov.	Dez.	Total anual
1915	210,5	56,0	204,6	99,5	23,0	84,5	44,0	49,0	83,5	102,3	171,7	82,5	1211,1
1916	242,0	148,2	116,5	53,0	79,2	8,5	9,0	26,0	33,0	147,8	83,0	289,8	1236,0
1917	285,2	211,8	70,5	75,2	102,1	21,5	8,0	11,0	72,6	90,6	48,0	168,0	1164,5
1918	273,8	152,0	206,5	43,5	41,5	31,5	48,4	43,8	67,7	94,8	103,5	171,3	1278,3
1919	259,7	135,9	20,5	75,0	41,0	208,5	0,0	58,8	24,3	116,5	144,2	141,4	1225,8
1920	213,0	182,1	236,4	54,7	17,5	7,0	63,1	26,0	176,2	143,0	215,4	411,6	1746,0
1921	246,2	184,5	79,5	72,0	18,0	41,0	4,0	9,7	9,5	10,7	57,6	191,1	923,8
1922	465,9	286,2	249,8	43,5	10,0	104,8	27,0	69,7	37,6	72,7	130,0	149,0	1646,2
1923	278,5	318,6	244,5	170,4	66,0	128,1	11,6	23,5	257,0	90,7	197,0	117,7	1903,6
1924	185,0	129,5	46,2	16,2	63,0	20,0	0,0	15,1	7,4	28,1	143,2	232,5	886,2
1925	156,2	52,1	163,1	38,2	72,0	60,8	35,5	0,0	40,7	97,3	265,4	257,3	1238,6
1926	354,4	44,1	191,6	155,8	32,4	44,4	146,4	64,9	28,6	196,4	146,8	443,0	1848,8
1927	254,2	334,6	271,1	28,3	2,1	42,2	7,0	97,4	204,0	144,3	85,8	90,5	1561,5
1928	210,6	255,9	150,9	50,2	34,7	78,1	74,3	10,0	12,5	91,8	124,3	184,4	1277,7
1929	649,5	335,8	82,3	38,1	158,4	0,0	27,8	47,4	25,2	75,5	74,5	223,0	1737,5
1930	184,5	202,8	21,7	21,7	19,6	21,2	59,5	44,6	47,6	142,7	116,2	398,7	1280,8
1931	348,0	302,5	320,0	122,0	39,1	30,0	1,5	10,5	169,0	126,5	188,8	326,6	1984,5
1932	269,0	194,2	128,8	4,1	112,1	35,2	7,3	64,1	42,3	119,1	155,8	357,6	1489,6
1933	153,9	232,9	86,8	8,8	74,5	39,4	5,2	31,2	44,0	90,1	134,2	132,9	1033,9
1934	234,2	219,5	74,2	26,1	0,6	20,9	0,0	24,9	80,4	64,7	130,4	430,2	1306,1
1935	135,0	328,7	88,9	111,5	30,3	49,2	30,6	29,7	182,0	214,8	72,3	229,4	1502,4
1936	95,7	258,8	209,0	36,5	25,5	0,0	27,4	171,1	72,9	77,0	99,2	495,9	1569,0
1937	187,6	149,9	172,0	203,6	58,7	49,8	0,0	63,6	3,7	204,4	214,2	140,4	1447,9
1938	162,2	80,6	82,0	52,0	78,6	0,9	10,6	54,7	96,7	294,6	92,7	191,5	1197,1
1939	308,0	161,7	148,1	34,3	113,9	76,8	27,0	0,0	25,6	30,6	204,9	206,5	1337,4

QUADRO 1. — (continuação)

Ano	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maiço	Jun	Jul.	Agõ.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Total anual
1940	247,1	383,7	129,8	30,7	87,7	25,4	1,6	0,8	28,1	91,5	171,4	147,0	1344,8
1941	206,2	115,7	99,5	16,3	21,8	45,4	18,5	16,0	221,9	168,4	241,3	432,2	1603,2
1942	231,6	114,3	137,0	111,9	25,2	50,7	64,2	0,0	36,6	41,8	94,2	152,1	1059,6
1943	206,1	192,5	152,8	42,0	2,7	36,4	1,4	36,1	77,8	211,2	135,0	288,1	1382,1
1944	70,3	149,4	200,8	30,5	0,4	7,5	14,2	0,0	8,4	159,2	151,1	44,7	836,5
1945	229,9	202,7	174,8	39,0	10,7	199,3	14,5	2,0	35,5	129,0	225,9	199,4	1462,7
1946	369,3	150,8	88,7	39,1	16,5	34,7	89,4	0,3	53,0	120,8	138,6	119,3	1220,5
1947	380,6	289,3	145,0	80,1	49,7	18,3	44,2	52,1	111,9	64,2	179,7	245,0	1660,1
1948	213,8	183,4	168,8	27,8	32,9	7,0	38,7	13,6	15,0	50,0	90,9	123,2	965,1
1949	162,7	171,4	174,5	113,2	31,1	40,7	0,0	0,0	5,5	69,2	53,9	394,1	1216,3
1950	246,2	359,9	177,1	96,5	2,4	55,1	27,7	0,0	19,5	170,1	202,7	126,8	1484,0
1951	426,2	242,5	239,3	34,0	15,6	16,3	17,6	25,6	4,3	115,4	288,3	75,0	1500,1
1952	139,8	229,1	145,5	23,6	0,2	92,3	0,0	6,0	62,3	113,5	110,1	94,6	1017,0
1953	190,1	133,5	178,3	110,2	42,6	37,7	14,6	26,5	49,3	130,1	146,0	206,3	1265,2
1954	266,6	186,2	218,6	14,7	111,2	60,0	6,4	0,0	20,2	85,2	63,3	216,3	1248,7
1955	294,6	212,1	122,7	76,0	41,1	20,1	12,1	92,5	1,8	146,4	120,5	239,4	1379,3
1956	106,5	230,6	177,1	108,3	118,6	86,1	64,3	84,3	81,1	102,0	21,9	160,6	1341,4

Pelo histograma (fig. 1), relativo aos totais anuais, verifica-se que a distribuição é aproximadamente normal, e isto nos permitiu aplicar o método dos polinômios, cujos resultados se resumem no quadro 2, da análise da variância.

Observa-se, pela análise, que não foi significativo o resultado, e isto indica que nenhum polinômio até o 4.º grau serve como curva interpoladora; logo, os totais anuais não seguem variações sistemáticas. Assim sendo, as informações de interesse que podemos obter dessa amostra são:

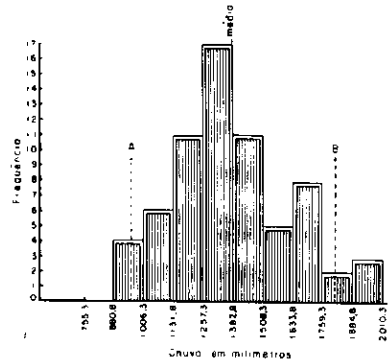


FIGURA 1. — Totais anuais de chuva em Campinas, no período de 1890-1956, em classes de amplitudes iguais à metade do erro-padrão. *AB* — Intervalo de confiança ao nível de 90%, variável de 955,6 a 1810,0 mm.

QUADRO 2. — Análise da variância de dados pluviométricos anuais de Campinas, Estado de São Paulo, no período de 1890-1956

Causas de variação	Graus de liberdade	Somas de quadrados	Quadrados médios
Regressão linear	1	158 261,82	158 261,82
« quadrática	1	121,54	121,54
« cúbica	1	104 063,86	104 063,86
« do 4.º grau	1	66 947,87	66 947,87
Resíduo	62	4 156 323,41	67 037,47
Total	66	4 485 718,50	—

coeficiente de variação, cujo valor encontrado foi 18,7%;

média anual 1 382,8 mm;

desvio-padrão 258,9 mm;

erro-padrão da média 31,6 mm.

O intervalo de confiança da média, ao nível de 95% de probabilidade, tem extremos 1 320,2 mm e 1 445,4 mm de chuvas. Portanto, há probabilidade de 95% de que este intervalo inclua a verdadeira média das chuvas ocorridas nos 67 anos.

Um intervalo em torno da média, tomado ao nível de 90% de probabilidade com extremos 955,6 mm e 1 810,0 mm, indica que se deve

esperar uma ocorrência de chuvas anuais entre êstes limites, com 90% de probabilidade.

3.2 — MES DE JANEIRO

O mês de janeiro mais sêco ocorreu em 1944, com 70,3 mm de chuvas e o mais chuvoso em 1929, com 649,5 mm. Aqui a oscilação entre a máxima e a mínima precipitação é de 579,2 mm, o que é bastante considerável.

Como o coeficiente de variação dos dados fôsse um pouco alto, 41,3%, fizemos um teste de normalidade, agrupando os dados em classes de amplitude igual à metade do desvio-padrão. O resultado consta do quadro 3.

QUADRO 3. — Teste de concordância com a distribuição normal para os totais de chuvas no mês de janeiro, em 67 anos de observação

Amplitudes das classes	Freqüências observadas	Freqüências esperadas	X ²
193,5-243,9	19	12,8	3,0
243,9-294,3	14	—	0,1
143,1-193,5	11	10,1	0,1
294,3-344,7	6	—	1,7
92,7-143,1	7	6,2	0,1
344,7-395,1	5	—	0,2
42,3- 92,7	1	2,9	1,2
395,1-445,5	1	—	1,2
0- 42,3	0	1,1	1,1
445,5-495,9	1	—	0

$\Sigma X^2 = 8,7$

Não sendo significativo o resultado ao nível de 95% de probabilidade, concluímos que a distribuição se amolda ao tipo normal. Fizemos então a análise de regressão, a qual consta do quadro 4.

QUADRO 4. — Análise da variância de dados pluviométricos do mês de janeiro em Campinas, Estado de São Paulo, no período 1890-1956

Causas de variação	Graus de liberdade	Somas de quadrados	Quadrados médios
Regressão linear	1	4 214,07	4 214,07
« quadrática	1	354,74	354,74
« cúbica	1	9 344,31	9 344,31
« do 4.º grau	1	9 031,23	9 031,23
Resíduo	62	647 238,28	10 439,33
Total	66	670 182,63	—

Coefficiente de variação 41,8% ;

média mensal 244,0 mm ;

desvio-padrão 102,2 mm.

erro-padrão da média 12,5 mm.

O intervalo de confiança da média vai de 219,1 mm a 268,9 mm ao nível de 95% de probabilidade, conforme o histograma de janeiro (figura 2).

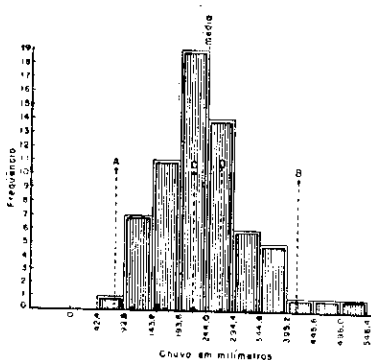


FIGURA 2. — Chuvas de janeiro. *AB* — Intervalo de confiança ao nível de 90% de probabilidade. *CD* — Intervalo de confiança para média ao nível de 95%.

O intervalo das chuvas de janeiro, em torno da média ao nível de 90% de probabilidade varia de 75,4 mm a 412,6 mm (figura 2). Espera-se uma ocorrência de chuvas, neste intervalo, com 90% de probabilidade.

3.3 — MÊS DE JULHO

Houve diversos anos em que o mês de julho foi completamente sêco (quadro 1), sem se registrar um só dia de chuva. Tais foram os anos de 1902, 1919, 1924, 1934, 1937, 1949 e 1952. O mês de julho mais chuvoso ocorreu em 1905, com 146,5 mm de precipitação pluviométrica.

Como se vê, a oscilação de chuvas para este mês é bastante grande.

O coeficiente de variação dos dados referentes a julho deu 120%, o que é muitíssimo alto. Para ter uma melhor idéia da distribuição fizemos um histograma agrupando os dados em intervalos iguais à me-

tade do desvio padrão. Na figura 3 verificamos que se trata de uma distribuição do tipo «J».

Para tornar possível a análise de regressão pelos polinômios ortogonais precisamos transformar os dados, de maneira a obter uma distribuição aproximadamente normal.

Tentamos diversas transformações, a da raiz quadrada, a do arco seno etc., e entre elas a logarítmica foi a que melhor se prestou. Experimentamos $\log(x + 1)$, $\log(x + 3)$, $\log(x + 10)$ e $\log(x + 5)$. Esta última, finalmente adotada, foi a única pela qual conseguimos obter uma concordância razoável com a distribuição normal.

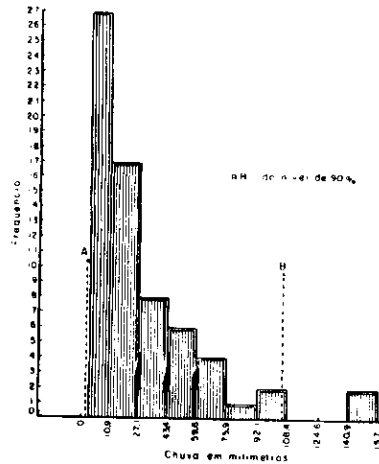


FIGURA 3. — Chuvas de julho. AB — Intervalo de confiança ao nível de 90% de probabilidade.

Conforme Amaral e Mota (1), deve-se fazer uma transformação do tipo $y = \log(x + b/a)$, nos casos das distribuições assimétricas, que ocorreram com precipitações pluviométricas nos diversos meses do ano. Na equação acima *a* e *b* são os coeficientes da equação de regressão linear do tipo

$$\sigma_x = a x + b, \text{ onde } \sigma_x$$

é o desvio padrão relativo aos meses considerados e *x* é a média das precipitações mensais.

Adaptando a equação para os meses estudados, encontramos a seguinte equação de regressão

$$\sigma_x = 0,309 x + 26,416,$$

sendo $a = 0,309$, $b = 26,416$ a transformação apropriada seria

$$\log(x + b/a) = \log(x + 86).$$

No entanto, a experiência nos mostrou que a transformação $\log(x + 5)$ foi preferível.

Agrupando os dados transformados em intervalos de 3/4 do desvio-padrão desses novos dados, obtivemos os resultados apresentados no quadro 5.

QUADRO 5. — Teste de concordância com a distribuição normal para os totais de chuvas no mês de julho, em 67 anos de observação

Amplitudes das classes	Frequências observadas	Frequências esperadas	χ^2
0,9446-1,2823	17	18,3	0,1
1,2823-1,6200	15	—	0,6
0,6069-0,9446	15	10,7	1,7
1,6200-1,9577	13	—	0,5
0,2692-0,6069	1	3,7	2,0
1,9577-2,2954	5	—	0,5

$$\Sigma \chi^2 = 5,4$$

Como se observa, para intervalos de 3/4 de desvio-padrão não é significativo o teste χ^2 . Tendo em conta que o coeficiente de variação deu agora 35,1% e o teste χ^2 foi não significativo, pudemos tomar essa distribuição como aceitavelmente normal.

O histograma correspondente, após essa transformação, tomou a forma que se vê na figura 4.

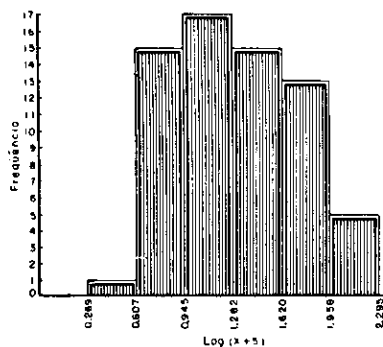


FIGURA 4. — Chuvas de julho transformadas para $\log(x + 5)$.

Após essa transformação fizemos a análise da variância que consta no quadro 6.

O resultado não foi significativo.

Coeficiente de variação 35,1%.

Média mensal 1,2823. Como os dados são correspondentes a $\log(x + 5)$, determinando o antilogaritmo e subtraindo 5 unidades obtém-se a média 14,2 mm. É eviden-

QUADRO 6. — Análise da variância de dados pluviométricos do mês de janeiro em Campinas, Estado de São Paulo, no período 1890-1956

Causas de variação	Graus de liberdade	Somas de quadrados	Quadrados médios
Regressão linear	1	0,082266	0,082266
« quadrática	1	0,035342	0,035342
« cúbica	1	0,010281	0,010281
« do 4.º grau	1	0,625297	0,625297
Resíduo	62	12,621143	0,203567
Total	66	13,374329	—

te que esta média é geométrica e não aritmética, portanto menor que a média aritmética dos dados originais, que é de 27,1 mm.

O intervalo de confiança em relação à média geométrica variou de 9,9 a 19,7 mm, a 95% de probabilidade.

O intervalo em torno da média calculada, ao nível de 90% da probabilidade, foi de 3,5 a 106,3 mm, indicando assim a ocorrência de chuva esperada nos meses de julho.

3.4 — MES DE ABRIL

A ocorrência mínima de chuva foi em 1903, com 4,0 mm, e a máxima em 1891, com 212,9 mm. Também neste mês há uma grande oscilação no regime de chuvas. O coeficiente de variação para este mês deu 75,8%, o que é muito alto. O histograma correspondente tomou a forma que se vê na figura 5.

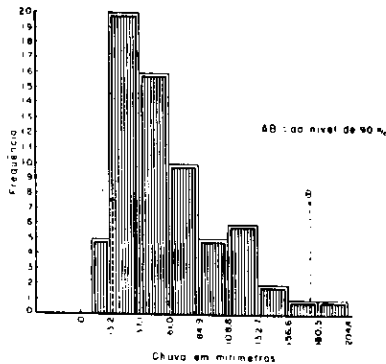


FIGURA 5. — Chuvas de abril. *AB* — Intervalo de confiança ao nível de 90% de probabilidade.

Trata-se de uma distribuição assimétrica.

Para proceder à análise, também aqui fizemos transformação nos dados. Experimentamos logo de início $\log(x + 5)$, que tinha sido razoável para o mês de julho e verificamos que aqui se prestou, pois o teste do X^2 deu os resultados do quadro 7.

QUADRO 7. — Teste de concordância com a distribuição normal para os totais de chuvas no mês de abril, em 67 anos de observação

Amplitudes das classes	Freqüências observadas	Freqüências esperadas	χ^2
1,5533-1,71281	16	12,8	0,8
1,7128-1,8723	8		1,8
1,3938-1,5533	9	10,1	0,1
1,8723-2,0319	11		0,1
1,2343-1,3938	5	6,2	0,2
2,0319-2,1914	9		1,3
1,0747-1,2343	2	2,9	0,3
2,1914-2,3509	4		0,3
0,9152-1,0747	3	1,1	3,3
2,3509-2,5104	0		1,1

$$\Sigma \chi^2 = 9,3$$

Neste caso tomamos as classes em intervalos de meio desvio-padrão e o resultado não foi significativo.

Em vista disto adotamos aqui também a transformação $\log(x + 5)$. O histograma referente a esta transformação apresenta forma dada na figura 6.

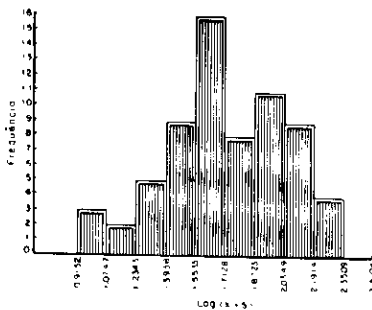


FIGURA 6. — Chuvas de julho transformadas para $\log(x + 5)$.

Procedemos à análise de regressão, que é apresentada no quadro 8.

O resultado não foi significativo.

Coefficiente de variação 19,1%.

Média mensal 1,7128 mm. Determinando o antilogaritmo e subtraindo 5 unidades obtiveram-se 46,6 mm. Esta é, como já salientamos, uma média geométrica.

O intervalo de confiança em relação a esta média, ao nível de 95% variou de 38,0 a 57,0 mm.

A média aritmética deu 61,0 mm.

O intervalo ao nível de 90% de probabilidade, em torno da média, variou de 14,9 a 179,0 mm.

QUADRO 8. — Análise da variância de dados pluviométricos do mês de abril em Campinas, Estado de São Paulo, no período 1890-1956

Causas de variação	Graus de liberdade	Somas de quadrados	Quadrados médios
Regressão linear	1	0,003093	0,003093
« quadrática	1	0,026205	0,026205
« cúbica	1	0,034376	0,034376
« do 4.º grau	1	0,012627	0,012627
Resíduo	62	6,641289	0,107118
Total	66	6,717591	—

3.5 — MÊS DE OUTUBRO

A precipitação mínima ocorreu no ano de 1913, com 9,5 e a máxima em 1892, com 264,6 mm. Também aqui a oscilação entre a máxima e a mínima é considerável.

O coeficiente de variação para êste mês também foi alto, pois deu 51,3%. Fizemos o teste de normalidade com o resultado a seguir.

QUADRO 9. — Teste de concordância com a distribuição normal para os totais de chuvas no mês de outubro, em 67 anos de observação

Amplitudes das classes	Freqüências observadas	Freqüências esperadas	X^2
86,1-116,7	19	12,8	3,0
116,7-147,3	13	—	0,0
55,5- 86,1	12	10,1	0,4
147,3-177,9	5	—	2,5
24,9- 55,5	5	6,2	0,2
177,9-208,5	5	—	0,2
0- 24,9	3	2,9	0,0
208,5-239,1	2	—	0,3
—	0	1,1	1,1
239,1-269,7	1	—	0,0

$$\Sigma X^2 = 7,7$$

Não sendo significativo o resultado, procedemos à análise de regressão, conforme o quadro 10.

O resultado não foi significativo.

Coefficiente de variação 52,8%;

média mensal 116,7 mm.

desvio-padrão 61,7 mm;

erro-padrão da média 7,53 mm.

QUADRO 10. — Análise da variância de dados pluviométricos do mês de outubro em Campinas, Estado de São Paulo, no período 1890-1956

Causas de variação	Graus de liberdade	Somas de quadrados	Quadrados médios
Regressão linear	1	251,82	251,82
« quadrática	1	3 691,73	3 691,73
« cúbica	1	6 569,50	6 569,50
« do 4.º grau	1	900,17	900,17
Resíduo	62	235 752,38	3 802,46
Total	66	247 165,60	—

O intervalo de confiança para a média de todos variou de 101,8 a 131,6 mm, ao nível de 95% de probabilidade.

O intervalo do mês, em torno da média, ao nível de 90% de probabilidade, vai de 15,0 a 218,4 mm.

O histograma deste mês é razoavelmente normal, conforme vemos na figura 7.

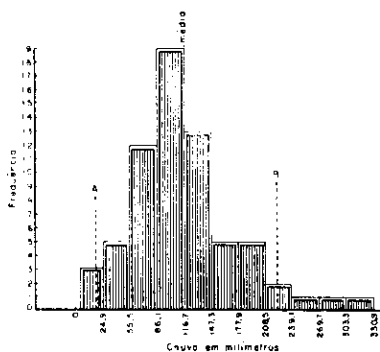


FIGURA 7. — Chuvas de outubro.
AB — Intervalo de confiança ao nível de 90% de probabilidade.

4 — DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Pela análise feita conclui-se que a incidência de chuvas nos diversos meses, em Campinas, é um fenômeno puramente casual, sem nenhuma tendência secular, no período estudado.

Os intervalos dentro dos quais se esperam precipitações mensais, com 90% de probabilidade são os seguintes:

janeiro	de 74,4 a 412,6 mm
abril	de 14,9 a 179,0 mm
julho	de 3,5 a 106,3 mm
outubro	de 15,0 a 218,4 mm
ANO	de 955,6 a 1810,0 mm

Verifica-se que, para todos os meses estudados, os intervalos tomados em torno da média, ao nível de 90% de probabilidade, são mui-

to grandes, não se prestando, portanto, para previsões novas de chuvas.

Com o presente estudo, comprovou-se estatisticamente observação anterior, quando foram analisados dados pluviométricos de Campinas (2): as chuvas, pelo menos nesta região, permanecem sem grandes alterações.

As oscilações de totais, maiores ou menores, são apenas casuais sem que para isto exista regra alguma que possa ser estabelecida. Aliás, também Schröder (4) já evidenciara êsse nosso conceito.

Portanto, tôdas estas pesquisas se contrapõem ao conceito emitido por Oliveira, em seu trabalho «Estiagem e Erosão» (3). O período por nós analisado, 1890-1956, é maior que o dêle, e no mesmo encontramos estiagens normais que distinguem o período chuvoso do sêco, mas como as mesmas não são contínuas, não chegam a afetar profundamente a lavoura da região.

A STATISTICAL STUDY OF RAINFALL DATA COLLECTED AT

CAMPINAS

SUMMARY

A statistical analysis of rainfall data collected at Campinas from 1890 to 1956 was made. In addition to total rainfall, detailed studies were made of data from January and July, the wettest and driest months of the year, respectively, and of August and October, which are intermediary.

The results obtained indicated that rainfall for the same months of the year was distributed at random over the period studied and did not show any secular trend.

LITERATURA CITADA

1. AMARAL, E. & MOTA, F. S. Normais e variabilidades relativas das precipitações mensais. Pelotas, R. G. S., Instituto Agronômico do Sul, 1956. [12 p.] (Bol. Técn. n.º 13).
2. FRANCO, C. M. & GODOY, H. Chuvas e umidade relativa do ar em Campinas de 1890 a 1945. *Bragantia* 6:[217]-222. 1946.
3. OLIVEIRA, A. C. Estiagem e erosão. Piracicaba, E.S.A. «Luiz de Queiroz», 1950. p. 49-65. (Tese).
4. SCHRÖDER, R. Distribuição e curso anual das precipitações no Estado de São Paulo. *Bragantia* 15:[193]-249. 1956.
5. Tables of orthogonal polynomial, Values Extended to $N=104$. Ames, Iowa Agricultural Experimental Station, 1942. p. 595-672. (Research Bulletin 297).