

**Estudo sôbre as temperaturas médias  
em Campinas**

**HERNANI GODOY**

**Instituto Agronômico do Estado, em Campinas.**

**IZAIAS R. NOGUEIRA e FREDERICO PIMENTEL GOMES**

**E. S. A. "Luiz de Queiroz"**

## INTRODUÇÃO

Neste trabalho são estudados registros de temperatura de 67 anos, correspondentes ao período de 1890 a 1956, referentes à cidade de Campinas (Estado de S. Paulo, Brasil). Além das médias anuais, investigaram-se detalhadamente as médias dos meses de janeiro, abril, julho e outubro, como representativos das quatro estações do ano, tendo-se em vista especialmente a descoberta de tendências seculares, pelo método dos polinômios ortogonais.

As temperaturas foram determinadas por termômetros de mercúrio (R. Fuess), de fabricação alemã, com graduação de dois em dois décimos de grau centígrado. As temperaturas médias diárias foram sempre determinadas a partir das leituras às 7 horas ( $t_7$ ), às 14 horas ( $t_{14}$ ) e às 21 horas ( $t_{21}$ ) pela fórmula:

$$\text{Temperatura média} = \frac{t_7 + t_{14} + 2 t_{21}}{4}$$

De 1890 a 1931 as observações se fizeram sempre no mesmo local do Instituto Agrônomo de Campinas; em 1931 o posto meteorológico foi transportado para sítio 100 metros adiante, onde permanece até hoje.

## TEMPERATURAS MÉDIAS ANUAIS

Pelo método dos polinômios ortogonais foram tentadas equações de regressão até o 4.º grau. A análise da variância, que consta do quadro n.º 1, demonstra a existência de componentes significantes de primeiro e segundo grau.

Note-se que indicamos com um asterisco a significação ao nível de 5% de probabilidade, com dois, ao nível de 1%, e com três, ao de 0,1%.

## ANÁLISE DA VARIÂNCIA DAS TEMPERATURAS MÉDIAS ANUAIS

Causa de Variação	Graus de liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio
Regressão linear .....	1	7,19	7,19 ***
Regressão quadrática ....	1	2,55	2,55 **
Regressão cúbica .....	1	0,87	0,87
Regressão de 4.º grau ...	1	0,14	0,14
Resíduo .....	62	15,52	0,25

QUADRO N.º 1

A equação de regressão obtida é:

$$y = 19,95 - 0,0219x + 0,00057x^2,$$

onde  $y$  é a temperatura em graus centígrados e  $x$  indica o número de anos decorridos a partir de 1889; assim para 1890,  $x = 1$ , para 1891,  $x = 2$ , etc.

Essa equação indica que houve uma tendência de queda de temperatura média anual de 1890 até 1908 ( $x = 19$ ), daí por diante surgindo uma tendência para elevação dessa temperatura como mostram os dados calculados seguintes.

**TEMPERATURAS MÉDIAS ANUAIS DE CAMPINAS (SP)  
CALCULADAS PELA EQUAÇÃO DE REGRESSÃO**

<i>Ano</i>	<i>Temperatura Média Anual (Graus centígrados)</i>
1890	19,93
1900	19,78
1908	19,74 (mínima)
1910	19,75
1920	19,82
1930	20,01
1940	20,32
1950	20,74
1956	21,05

Deixando de lado a regressão, a média das temperaturas médias anuais em 67 anos foi, em Campinas, igual a 20,08°C com erro padrão da média igual a 0,08°C.

O intervalo de confiança, ao nível de 5% de probabilidade, vai de 19,92°C a 20,24°C.

**TEMPERATURAS MÉDIAS DE JANEIRO**

A análise da variância consta do quadro n.º 2.

ANÁLISE DA VARIÂNCIA DAS TEMPERATURAS MÉDIAS DE  
JANEIRO

Causa de Variação	Graus de liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio
Regressão linear .....	1	7,14	7,14 **
Regressão quadrática ....	1	11,19	11,19 ***
Regressão cúbica .....	1	0,04	0,04
Regressão 4.º grau .....	1	1,38	1,38
Resíduo .....	62	43,28	0,69

QUADRO N.º 2

Também neste caso são significativos os componentes de 1.º e 2.º grau, com equação de regressão

$$y = 23,08 - 0,0661x + 0,00122x^2,$$

onde, como no caso anterior,  $x$  é o número de anos decorridos a partir de 1889. Esta equação indica uma tendência de queda nas temperaturas médias de janeiro, de 1890 até 1916, seguida de tendência de elevação progressiva daí por diante, como se verifica, aliás, pelos dados seguintes.

TEMPERATURAS MÉDIAS DE JANEIRO, EM CAMPINAS  
(SP), CALCULADAS PELA EQUAÇÃO DE REGRESSÃO

<i>Ano</i>	<i>Temperatura Média de Janeiro (Graus centígrados)</i>
1890	23,02
1900	22,50
1910	22,23
1916	22,19 (mínima)
1920	22,20
1930	22,42
1940	22,88
1950	23,59
1956	24,13

Deixada de lado a regressão, a média dos 67 anos foi 22,70°C, com erro padrão da média 0,12°C.

O intervalo de confiança da média ao nível de 5% de probabilidade vai de 22,46°C a 22,94°C.

### TEMPERATURAS MÉDIAS DE ABRIL

A análise da variância consta do Quadro n.º 3.

#### ANÁLISE DA VARIÂNCIA DAS TEMPERATURAS MÉDIAS DE ABRIL

Causa de Variação	Graus de liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio
Regressão linear .....	1	2,81	2,81
Regressão quadrática ....	1	0,72	0,72
Regressão cúbica .....	1	2,69	2,69
Regressão de 4.º grau ...	1	0,29	0,29
Resíduo .....	62	66,38	1,07

QUADRO N.º 3

Neste caso não há significação para nenhum dos componentes de regressão isolados.

A média dos 67 anos foi 20,42°C, com erro padrão da média 0,13°C.

O intervalo de confiança a 5% de probabilidade vai de 20,16 a 20,68°C.

### TEMPERATURAS MÉDIAS DE JULHO

A análise da variância consta do quadro n.º 4.

#### ANÁLISE DA VARIÂNCIA DAS TEMPERATURAS MÉDIAS DE JULHO

Causa de Variação	Graus de liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio
Regressão linear .....	1	4,93	4,93 *
Regressão quadrática ....	1	2,44	2,44
Regressão cúbica .....	1	0,18	0,18
Regressão de 4.º grau ...	1	0,67	0,67
Resíduo .....	62	72,84	1,17

QUADRO N.º 4

Há, pois, significação ao nível de 5% para a regressão linear. A equação de regressão obtida é:

$$y = 16,01 + 0,0140x.$$

Houve, pois, tendência secular de elevação constante das temperaturas médias de julho, à taxa anual de 0,0140 grau centígrado. As médias calculadas seguintes dão idéia melhor dessa elevação.

**TEMPERATURAS MÉDIAS DE JULHO, EM CAMPINAS (SP), CALCULADAS PELA EQUAÇÃO DE REGRESSÃO**

<i>Ano</i>	<i>Temperaturas Médias de julho (graus centígrados)</i>
1890	16,02
1900	16,16
1910	16,30
1920	16,44
1930	16,59
1940	16,73
1950	16,86
1956	16,95

Deixada de lado a regressão, a média dos 67 anos foi 16,49°C, com erro padrão da média 0,14°C. O intervalo de confiança ao nível de 5% de probabilidade vai de 16,21°C a 16,77°C.

**TEMPERATURA MÉDIAS DE OUTUBRO**

Análise da variância consta do quadro n.º 5.

**ANÁLISE DA VARIÂNCIA DAS TEMPERATURAS MÉDIAS DE OUTUBRO**

Causa de Variação	Graus de liberdade	Soma de Quadrados	Quadrado Médio
Regressão linear .....	1	7,07	7,07 *
Regressão quadrática ....	1	4,53	4,53 *
Regressão cúbica .....	1	1,76	1,76
Regressão de 4.º grau ...	1	1,05	1,05
Resíduo .....	62	66,38	1,07

QUADRO N.º 5

Neste caso só são significativos os componentes linear e quadrático. A equação obtida é:

$$y = 20,55 - 0,0362x + 0,00078x^2.$$

Esta equação indica tendência de decréscimo de temperatura média de outubro de 1890 até 1912, daí por diante havendo tendência contrária.

Os dados seguintes são bem elucidativos.

**TEMPERATURAS MÉDIAS DE OUTUBRO, EM CAMPINAS (SP), CALCULADAS PELA EQUAÇÃO DE REGRESSÃO**

<i>Ano</i>	<i>Temperaturas Médias de Outubro (Graus centigrados)</i>
1890	20,52
1900	20,25
1910	20,14
1912	20,13 (mínima)
1920	20,18
1930	20,38
1940	20,74
1950	21,25
1956	21,63

Deixada de lado a regressão, a média dos 67 anos foi 20,52°C, com erro padrão da média 0,14°C.

O intervalo de confiança para este mês, ao nível de 5% de probabilidade vai de 20,24°C a 20,80°C.

**CONCLUSÕES**

Em quase todos os casos estudados houve regressão significativa, de primeiro ou segundo grau, demonstrando tendência secular de modificação das temperaturas médias.

No que se referé à média anual, a equação de regressão foi

$$y = 19,95 - 0,0219x + 0,000057x^2,$$

com  $x$  indicando o número de anos decorridos a partir de 1889, sendo, pois, 1890 correspondente a  $x = 1$ , 1891, a  $x = 2$ , etc.

Essa função tem mínimo correspondente ao ano de 1908 (19,74).

Para o mês de janeiro também se apresentou equação de regressão de segundo grau:

$$y = 23,08 - 0,0661x + 0,00122x^2,$$

esta com mínimo em 1916 (22,19°C).

Para o mês de abril não foi significativo nenhum componente de regressão.

Quanto ao mês de julho, a regressão obtida foi linear:

$$y = 16,01 + 0,0140x,$$

o que indica tendência secular de aumento das temperaturas médias desse mês.

Finalmente, no que se refere a outubro, novamente se obteve equação de regressão de segundo grau:

$$y = 20,55 - 0,0362x + 0,00078x^2,$$

com mínimo em 1912 (20,13°C).

A média anual determinada foi 20,08°C, com intervalo de confiança, ao nível de 5% de probabilidade, de 19,92°C a 20,24°C.

Para janeiro a média foi a 22,70°C, com intervalo de confiança, ainda ao nível de 5% de probabilidade, de 22,46 a 22,94°C.

Para abril a média foi de 20,42°C, com intervalo de confiança de 20,16 a 20,68°C.

Para julho a média foi de 16,49°C, com intervalo de confiança de 16,21 a 16,77°C.

Para outubro a média foi de 20,52°C e intervalo de confiança de 20,24 a 20,80°C.



## DADOS DE TEMPERATURAS DE CAMPINAS (SP)

TEMPERATURAS MÊDIAS MENSAIS — 1890-1956

ANOS	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAIO	JUNHO	JULHO	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.	Médias Anuais
1890	23,0	22,9	22,8	19,5	17,5	14,5	16,6	17,5	19,8	19,8	21,5	22,9	19,8
1891	22,8	22,9	22,8	20,2	17,6	17,2	16,4	17,4	20,1	21,3	21,4	22,5	20,2
1892	23,2	23,1	22,2	20,9	16,8	16,7	16,0	18,2	18,2	20,0	20,5	20,8	19,7
1893	22,5	22,0	21,7	19,2	16,8	16,3	16,2	17,0	16,5	19,0	20,1	22,9	19,2
1894	24,5	23,3	22,2	19,8	17,3	14,0	15,3	17,5	19,0	21,7	21,8	22,0	19,9
1895	22,3	22,1	23,0	20,0	18,1	16,4	16,1	19,1	18,5	21,0	22,1	25,0	20,3
1896	23,0	23,0	22,2	20,1	17,5	17,2	16,3	18,8	20,5	21,1	22,8	24,0	20,5
1897	22,8	22,3	22,1	22,1	19,7	16,6	15,4	18,2	18,2	20,9	21,9	24,0	20,3
1898	23,0	23,3	23,0	21,1	16,7	17,4	16,6	18,2	18,0	19,0	21,2	23,1	20,0
1899	22,1	23,1	23,9	21,5	19,6	15,2	18,1	19,5	20,0	21,7	22,2	21,9	20,7
1900	22,0	22,0	22,3	19,2	18,0	16,2	17,1	17,3	19,5	20,4	21,4	16,2	19,3
1901	21,9	22,0	21,3	19,5	17,2	15,0	16,9	17,7	18,8	21,6	21,4	21,0	19,5
1902	22,6	22,8	21,8	20,7	19,2	17,6	18,1	16,9	20,0	20,2	23,1	22,7	20,5
1903	21,8	22,6	23,2	19,7	17,3	17,4	16,3	18,1	19,3	19,6	21,3	22,0	19,9
1904	21,6	21,2	22,7	19,6	15,9	14,7	16,4	17,2	19,2	19,6	21,0	21,2	19,2
1905	22,6	22,5	21,0	19,8	18,3	16,2	16,0	17,5	19,5	21,0	21,3	22,1	19,9
1906	21,2	21,4	21,0	20,0	19,2	17,7	17,1	19,1	19,3	21,5	21,1	22,0	20,0
1907	21,6	21,7	21,9	19,8	15,7	16,2	14,4	15,7	19,3	19,7	21,0	23,5	19,2
1908	22,2	21,9	21,4	20,1	16,9	16,4	17,1	17,0	18,6	19,5	21,0	22,7	19,6
1909	22,1	23,2	20,5	18,7	15,6	15,5	16,1	17,2	18,2	18,6	21,4	20,6	19,0
1910	23,2	22,5	22,1	21,0	15,5	16,5	14,5	18,1	18,1	18,5	20,4	21,3	19,3
1911	22,7	23,0	21,4	19,5	17,2	14,6	14,4	16,2	18,4	18,9	22,1	22,1	19,2
1912	22,1	22,6	22,0	19,6	19,1	17,2	15,3	17,6	16,5	18,7	22,1	21,4	19,5
1913	21,4	22,2	22,1	20,2	17,7	15,5	16,7	17,1	18,5	20,3	21,0	21,6	19,5
1914	23,3	21,7	22,3	20,3	17,3	18,7	17,9	17,3	19,9	22,4	21,8	22,9	20,4
1915	23,7	24,2	21,7	21,8	19,5	16,1	16,5	18,1	19,0	20,2	19,6	22,9	20,3
1916	22,3	21,2	21,2	19,6	18,2	16,9	16,5	18,5	20,8	18,8	20,8	20,8	19,6
1917	21,5	21,4	21,2	19,1	14,9	14,1	15,2	16,2	18,7	19,5	19,4	20,5	18,5
1918	22,4	22,4	21,4	20,0	18,5	15,8	15,2	15,7	18,6	20,7	18,5	21,3	19,2
1919	21,6	22,3	21,7	17,4	18,8	17,3	17,0	15,9	19,4	21,2	18,5	22,5	19,5
1920	22,8	22,2	21,5	20,5	17,5	16,8	17,2	15,3	18,3	20,3	21,2	21,6	19,6
1921	22,0	22,8	22,5	19,6	18,2	16,2	14,7	18,9	18,5	19,4	20,5	22,1	19,6
1922	22,4	21,5	21,7	21,7	18,8	16,7	15,6	17,9	19,5	19,0	20,5	21,5	19,7
1923	21,3	21,3	20,7	20,8	17,7	17,4	14,7	18,0	18,0	19,7	21,0	23,7	19,5
1924	20,8	21,8	22,8	20,9	18,7	16,9	16,1	16,4	18,8	18,2	19,8	21,2	19,4
1925	21,9	23,2	21,8	22,0	18,0	14,5	14,1	18,8	19,4	20,3	21,5	23,3	19,9
1926	23,0	22,9	22,7	20,5	17,7	19,0	15,9	18,5	21,7	21,3	22,3	22,4	20,6
1927	22,6	21,4	21,7	22,1	18,8	19,1	16,0	17,9	19,4	20,4	22,3	22,7	20,3
1928	23,5	24,0	23,5	23,3	19,3	17,5	17,7	17,8	20,9	22,1	23,0	23,5	21,3
1929	23,1	23,1	22,9	19,5	16,8	16,7	16,9	17,9	20,0	20,7	20,3	22,9	20,1
1930	22,1	21,6	22,3	21,0	19,3	19,5	17,1	19,2	19,3	20,4	21,1	21,9	20,4
1931	23,5	21,8	22,2	20,5	17,7	16,0	17,7	18,7	18,0	21,3	21,8	23,1	20,2
1932	21,2	23,6	22,5	22,3	18,1	16,6	18,0	17,0	20,8	21,6	22,2	22,2	20,5
1933	22,5	23,5	21,8	19,9	17,9	15,5	16,0	17,7	19,8	20,4	20,7	21,9	19,8
1934	22,2	23,3	22,6	21,2	18,6	17,8	16,4	18,4	19,4	20,3	22,4	21,9	20,4
1935	22,8	22,5	22,8	19,6	16,8	17,7	17,8	17,7	19,0	20,2	21,8	23,6	20,2
1936	23,9	22,3	21,7	20,8	20,8	19,0	17,3	16,5	18,6	21,1	21,5	22,7	20,5
1937	21,4	23,2	22,7	20,1	17,0	16,9	17,4	18,9	19,5	19,9	20,9	21,1	19,9
1938	24,9	23,8	24,5	21,6	19,0	18,2	17,9	18,7	20,2	20,6	22,6	22,3	21,2
1939	22,7	23,5	23,6	21,1	19,5	16,9	15,3	19,0	19,4	22,1	21,9	22,1	20,6
1940	23,3	21,8	23,4	22,2	19,9	18,2	18,8	19,7	20,4	21,0	21,6	25,0	21,3
1941	23,9	24,1	22,7	22,9	20,2	17,3	16,7	20,2	16,5	20,1	21,6	21,6	20,6
1942	23,4	23,2	22,4	20,7	18,0	16,9	14,5	18,7	19,5	21,0	22,0	21,1	20,1
1943	22,1	22,6	22,7	19,4	19,0	17,7	17,3	17,0	18,3	20,4	21,5	21,1	19,9
1944	23,4	22,4	23,0	19,9	18,1	17,0	15,9	19,2	21,1	23,7	20,5	22,8	20,6
1945	22,3	23,2	22,0	20,5	16,8	15,6	16,4	20,4	19,1	21,6	21,3	21,4	20,0
1946	22,9	23,8	22,0	19,6	19,6	16,5	16,0	19,3	20,8	21,7	22,4	22,6	20,6
1947	22,3	23,8	21,4	20,5	19,3	18,1	15,8	17,4	19,6	18,7	20,6	21,5	20,0
1948	23,6	23,1	21,7	20,8	19,0	17,3	18,4	17,5	20,5	20,6	21,9	22,6	20,6
1949	23,0	22,2	23,9	19,8	17,2	17,9	17,2	18,5	20,4	20,3	21,9	22,6	20,4
1950	22,9	22,5	22,5	20,9	19,5	18,1	17,2	20,2	20,5	20,8	21,1	22,3	20,7
1951	21,8	22,9	22,4	18,4	18,1	16,5	15,3	18,5	21,6	22,3	23,1	22,2	20,2
1952	24,6	23,1	23,2	20,1	20,2	18,1	18,4	21,1	20,3	21,5	23,3	24,1	21,5
1953	24,6	24,4	23,9	20,9	19,7	18,3	17,0	20,4	22,1	22,4	22,5	23,4	21,6
1954	24,2	23,8	23,2	20,5	18,8	18,0	17,9	19,4	21,3	21,5	22,8	22,4	21,1
1955	23,0	24,2	23,0	21,2	18,1	17,4	17,7	18,8	21,1	20,5	20,9	23,1	20,7
1956	26,0	23,2	22,8	20,8	17,1	15,4	16,6	16,5	20,7	20,8	20,7	22,7	20,3

### ABSTRACT

This paper deals with the study by orthogonal polynomials of trends in the mean annual and mean monthly temperatures (in degrees Centigrade) in Campinas (State of São Paulo, Brasil), from 1890 up to 1956.

Only 4 months were studied (January, April, July and October) taken as typical of their respective season.

For the annual averages both linear and quadratic components were significant, the regression equation being

$$y = 19.95 - 0.0219x + 0.00057x^2,$$

where  $y$  is the temperature (in degrees Centigrade) and  $x$  is the number of years after 1889. Thus 1890 corresponds to  $x = 1$ , 1891, to  $x = 2$ , etc.

The equation shows a minimum for the year 1908, with a calculated mean  $y = 19.74$ . The expected means by the regression equation are given below.

Annual temperature means for Campinas (SP, Brasil) calculated by the regression equation

Year	Annual mean (Degrees Centigrade)
1890	19.93
1900	19.78
1908	19.74 (minimum)
1910	19.75
1920	19.82
1930	20.01
1940	20.32
1950	20.74
1956	21.05

The mean for 67 years was 20.08°C with standard error of the mean 0.08°C.

For January the regression equation was

$$y = 23.08 - 0.0661x + 0.00122x^2,$$

with a minimum of 22.19°C for 1916. The average for 67 years was 22.70°C, with standard error 0.12°C.

For April no component of regression was significant. The average was 20.42°C, with standard error 0.13°C.

For July the regression equation was of first degree,

$$y = 16.01 + 0.0140x.$$

The average for 67 years was 16.49°C, with standard error of the mean 0.14°C.

Finally, for October the regression equation was

$$y = 20.55 - 0.0362x + 0.00078x^2,$$

with a minimum of 20.13°C for 1912.

The average was 20.52°C, with standard error of the mean equal to 0.14°C.

