

# CHUVAS E UMIDADE RELATIVA DO AR EM CAMPINAS DE 1890 A 1945

Coaraci M. Franco

e

Hernâni Godói

## INTRODUÇÃO

Quando, em 1942, foi definitivamente constatada a doença Tristeza dos *Citrus* em nosso Estado, uma das causas explicativas da moléstia foi uma possível alteração no nosso regimen de chuvas, alteração essa que, segundo os adeptos dêsse ponto de vista, se vem dando lentamente desde muitos anos antes.

Ouviam-se, frequentemente, opiniões atribuindo aquela moléstia não à queda pluviométrica anual, que poderia não ser muito diferente, porém à distribuição das chuvas pelos diferentes meses do ano ou, mesmo, à sua distribuição dentro de cada mês.

Entre os pontos que nos coube estudar com relação à Tristeza, figurava êste.

Temos, no Instituto Agrônômico de Campinas, dados meteorológicos anotados desde 1890. Dêles nos utilizamos para o presente trabalho.

Êste estudo foi feito somente para a cidade de Campinas, de onde temos o maior número de dados. Esta região, porém, não escapa à crença, muito propalada, de que o clima quanto às precipitações vem sofrendo mudanças de certo tempo para cá. Em janeiro de 1944 (1) já tínhamos dados suficientes para afirmar que não houve qualquer alteração no regimen das chuvas que justificasse o aparecimento da Tristeza. Como o assunto interessava não só à citricultura, pois era de interêsse geral, resolvemos prosseguir os estudos, incluindo também os dados sôbre a umidade relativa do ar.

Quanto a esta, talvez existissem maiores razões para se crer em uma alteração, desde que muita mata foi devastada no município de Campinas após 1890 e se tem comumente a impressão de que **mata** e **umidade** estão ligadas entre si.

## MÉTODOS USADOS

Depois de experimentarmos vários métodos estatísticos, resolvemos estudar os dados meteorológicos em gráficos, nos quais aparecessem também a média aritmética e a média progressiva.

Desta maneira, as alterações ou flutuações dos dados são vistas e suscetíveis de serem analisadas mais facilmente, desde que aquêles fenômenos são representados por linhas. A representação por número e as suas análises estatísticas, em casos complexos onde entra grande número de dados e variáveis, embora talvez de maior rigor matemático, se tornam por demais abstratas para serem apreendidas pela nossa memória e, assim, julgadas em conjunto. É muito mais suave e compreensivo, olhando-se para um gráfico, verificar se uma linha sobe ou desce, do que ler muitas colunas ou páginas de números com os respectivos cálculos estatísticos.

Estão representadas nos gráficos, além da linha das variáveis, a média aritmética e a média progressiva. Esta tem sido usada para a análise de dados meteorológicos (2), quando se pretende investigar se o fator meteorológico em estudo vem sofrendo alterações contínuas, isto é, vem continuamente aumentando ou diminuindo de intensidade ou frequência. Havendo tendência para diminuir, por exemplo, a linha representativa de média progressiva começa acima daquela da média aritmética, corta-a em determinado ponto e continua sempre abaixo dela. Quando, ao contrário, a tendência é para aumentar, a configuração da média progressiva se desenvolve em posição inversa. Este método se presta, pois, perfeitamente ao nosso objetivo, já exposto na introdução.

A fórmula para o cálculo da média progressiva é a seguinte (2):

$$m = \frac{a + 4b + 6c + 4d + e}{16}$$

onde  $m$  é o ponto para o traçado da linha correspondente ao dado médio  $c$ . As letras  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ ,  $e$  e são cinco dados consecutivos. Após ter-se calculado o ponto  $m$ , o próximo ponto será calculado da mesma maneira, abandonando-se  $a$  e tomando-se  $f$ , dado consecutivo a  $e$ . Teremos, então, para o segundo ponto da média progressiva, correspondente ao dado  $d$ :

$$m = \frac{b + 4c + 6d + 4e + f}{16}$$

e assim sucessivamente.

## QUEDA PLUVIOMÉTRICA

### 1. Chuvas totais anuais

O gráf. 1 nos mostra as quedas pluviométricas totais anuais desde 1890. Por êle vemos que a média progressiva acompanha a média aritmética, cortando-a frequentemente, não mostrando qualquer tendência para permanecer acima ou abaixo daquela média. Isto mostra que as variações ocorridas no período dos 56 anos estudados, quanto aos totais anuais de chuva, parecem ser variações normais, em tôrno da mesma média.

A queda pluviométrica anual não se alterou, portanto, até os dias de hoje. A figura mostra ainda que o ano mais chuvoso, no período estudado, foi 1931, seguido, respectivamente, por 1891 e 1923; o ano mais sêco foi 1944, seguido de 1921 e 1903.

## 2. Chuvas totais mensais

Havíamos feito, inicialmente, 12 gráficos correspondentes aos 12 meses do ano. Para maior simplicidade e clareza, e desde que isto em nada alterou a configuração dos gráficos, resolvemos reunir os dados por trimestres, o que também corresponde aproximadamente às estações do ano, com um desencontro de apenas 9 e 10 dias.

No gráf. 2 vemos as precipitações totais no primeiro trimestre de cada ano, ou sejam as precipitações no verão, com um erro de apenas 10 dias. Nesse gráfico vemos que, nos primeiros 3 meses do ano, temos nos tempos atuais a mesma quantidade de chuva que tínhamos nos fins do século passado.

Se houvéssemos estudado apenas os últimos 20 ou 25 anos, iríamos ter a impressão de que, ultimamente, está chovendo menos no primeiro trimestre, porque a média progressiva se acha um pouco abaixo da aritmética desde 1933. Note-se, porém, que ela permaneceu também abaixo da média aritmética no período compreendido entre 1902 a 1920. Isto mostra que essas variações são oscilações normais dos dados. No conjunto, a curva está oscilando em torno da mesma horizontal ou seja da média aritmética e não mostra qualquer tendência para subir ou descer continuamente.

Estudando-se os outros gráficos (gráfs. 3, 4 e 5), chegaremos à mesma conclusão de que a média progressiva está oscilando em torno da aritmética, sem tendência a se elevar ou decrescer continuamente. Não houve, portanto, qualquer alteração ponderável na precipitação pluviométrica dentro do período de 1890 a 1945.

## 3. Frequência das quedas pluviométricas

Apenas um estudo das quedas pluviométricas totais, anuais e mensais deixaria ainda margem à crítica. Isto porque, embora caindo a mesma quantidade total de chuva em um ano ou mês, poderia se dar o caso dessa quantidade de água estar caindo, nestes últimos anos, em menor número de dias do que caía, há muitos anos antes.

Por isto fizemos também o estudo da frequência, isto é, do número de dias chuvosos em cada mês e ano. Pelas mesmas razões já apontadas para o caso das precipitações, decidimos reunir os dados de frequência também por trimestres.

O gráf. 6 mostra as frequências anuais de chuva. Vemos que houve um decréscimo progressivo no número de dias de chuva desde os últimos anos do século passado até 1924. Dessa data em diante, cresceu novamente a frequência. Além de ser pequena aquela queda em relação à média, não cremos que isso represente uma anormalidade, não só porque voltou nos últimos anos a níveis comparáveis aos do fim do século passado, como também porque cremos que os 56 anos de observações ainda são relativamente poucos para se ter uma idéia exata de como são as oscilações normais da frequência. Talvez haja um ciclo de cerca de 50 anos, o que para poder ser bem estudado se precisaria pelo menos mais um século de observações.

Vemos no gráf. 7 as frequências no primeiro trimestre. A configuração do gráfico é a mesma do anterior, correspondente às frequências anuais. Houve um decréscimo progressivo até 1925, sendo que dessa data em diante voltou novamente a níveis comparáveis aos dos de fins do século passado.

À primeira vista, essas variações poderão parecer maiores do que realmente são, e isto pelo fato de termos usado uma escala maior, para mais evidência. Se o tivéssemos feito na mesma escala do gráfico anterior, as linhas iriam se tornar muito juntas, porque, logicamente, estes dados são menores do que os anuais, do gráf. 6, e a apreciação das oscilações seria prejudicada. Note-se também que aquele gráfico não se inicia no ponto zero, mas sim já em 20.

Se bem que apresentando grandes variações na frequência, o gráf. 8 mostra que no segundo trimestre parece não ter havido o decréscimo que observamos nos gráficos anteriores. A média progressiva corta a aritmética, a curtos intervalos, distanciando-se igualmente dela, quer para cima, quer para baixo.

No gráf. 9 encontramos os dados relativos ao terceiro trimestre, correspondente aproximadamente ao inverno. Por êle notamos que a frequência esteve abaixo da média no período compreendido entre 1920 a 1929, indo, por outro lado, bem acima da média depois desse último ano. Isto parece representar oscilações normalmente apresentadas que, para serem devidamente estudadas, seria necessário, como já dissemos, ainda um número bem maior de anos de observações.

Finalmente, vemos no gráf. 10 os dados do último trimestre ou, aproximadamente, da primavera. Também aqui vemos a frequência decrescer até 1927 e crescer novamente. Desde que esta é uma estação bastante chuvosa, essa oscilação é nela mais nítida. Note-se que também este gráfico se inicia em 20 e não em zero, para não se avaliar erradamente a amplitude das oscilações nêle observadas.

## UMIDADE RELATIVA

Para o estudo da umidade relativa, não podemos nos servir dos dados anteriores a 1900 devido ao estado de má conservação em que se acham as folhas nas quais estão anotados.

O gráf. 11 nos mostra a distribuição das umidades relativas médias anuais desde 1900 até 1945. Vemos que há oscilações da distribuição, porém nada mostra estar havendo alguma alteração contínua.

Nos gráfs. 12, 13, 14 e 15 estão representadas as médias da umidade relativa correspondentes, respectivamente, ao 1.º, 2.º, 3.º e 4.º trimestres. Também aqui aparecem apenas oscilações em tórno da média geral.

Estas oscilações são muito menores no caso da umidade relativa, do que no das precipitações e sua frequência.

## DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

O exame dos gráficos apresentados nos revela que os fatores climatológicos estudados (precipitações, frequência e umidade relativa do ar) não se alteraram dos fins do século passado até o presente, como parece ser crença geral. Houve oscilações, porém não de uma maneira unilateral e sempre contínua, mas em tórno da mesma média geral.

Se bem que a maior devastação das matas do município de Campinas tenha sido, provavelmente, anterior ao ano de 1890, não se pode negar que ainda após êsse ano muita mata foi derrubada e é interessante notar que isto não teve influência perceptível sôbre o regimen de chuvas.

A maior oscilação notada foi no caso da frequência. Esta, durante o período compreendido entre os anos de 1918 a 1930 (dependendo do trimestre considerado) esteve sempre abaixo da média aritmética. Depois daquele último ano, a frequência passou novamente acima da média, estando, ao que parece, oscilando em tórno da mesma média.

Acreditamos que se houvesse alteração ela seria mais provavelmente encontrada na umidade relativa do ar. Ao contrário, porém, êste fator, além de não mostrar nenhuma alteração, é ainda o que menor oscilação apresenta em tórno da média aritmética.

Em trabalho recentemente publicado, Setzer (4) mostrou alterações no regimen pluviométrico de Campinas.

Os meses em que aquêle autor encontrou maiores alterações foram Junho e Dezembro; o primeiro para menor, e o segundo para maior precipitação. Calculamos para êsses dois meses a correlação existente entre a altura pluviométrica e os anos sucessivos desde 1890, e esta resultou nula. As linhas de regressão se confundiram com as linhas das médias. Isto mostra que as alterações encontradas por aquêle autor são apenas oscilações ao acaso e não alterações permanentes do regimen pluviométrico, confirmando assim as conclusões que tiramos de nossos gráficos.

Do exposto concluímos que :

1. Nenhum dos fatores climatológicos estudados, ou sejam precipitações, frequência e umidade relativa, se alterou de maneira unilateral e contínua dos fins do século passado para cá, em Campinas. Nos dias de hoje chove a mesma quantidade que chovia em 1890; essa chuva é distribuída pelo mesmo número de dias chuvosos do ano ou meses e a umidade relativa do ar é a mesma.
2. Não podemos, pois, atribuir o aparecimento da Tristeza dos *Citrus* a qualquer alteração no regimen de chuvas ou umidade relativa do ar.
3. Pelo menos, para o município de Campinas, é sem fundamento a crença hoje tão geral de que nos tempos idos chovia mais do que atualmente ou de que a distribuição das chuvas era melhor.

Estas conclusões permitem apoiar o que Mead diz em seu livro (2): "Os meteorologistas geralmente são de opinião que as causas que influenciam o regimen de chuvas são grandes demais e diversas para que possam

ser modificadas por qualquer trabalho humano". Aliás, Navarro de Andrade, em seu excelente trabalho publicado em 1915 (3), prova já, com abundância de dados e citações, que a derrubada das florestas não tem influência sôbre as chuvas de uma região.

### AGRADECIMENTOS

Cumpre-nos expressar os nossos agradecimentos aos Srs. Constantino Fraga Jr. e Armando Conagin, aos quais devemos os cálculos de correlação.

### SUMMARY

In order to investigate if the Citrus disease Tristeza could be caused by a change in the rainfall, its distribution or in air humidity a study of these factors was made based on data obtained from 1890 to 1945 at Campinas, São Paulo, Brazil. A large variation in the data was found but no tendency could be noticed as to increase or decrease of any of factors analysed.

This does not support the general belief that climate has been changing and the disease Tristeza cannot be assumed to be caused by change of any of the factors analysed.

### LITERATURA CITADA

1. Franco, C. M. Comissão de Estudo da Tristeza dos *Citrus*, 7.<sup>a</sup> Reunião (Mimeografado). 1944.
2. Mead, D. W. *Em Hydrology*. McGraw-Hill Book Company. New York, N. Y. pgs. 1 — 647. illus.
3. Navarro de Andrade. *Questões Florestais*. Publ. Secret. Agric. São Paulo. 1915. pg. 1 — 54. 1945.
4. Setzer, José. O Clima do Estado de São Paulo. Bol. Depart. Estradas de Rodagem X (35) : 17 — 50 1944.

**CIDADE DE CAMPINAS-CHUVAS ANUAIS  
1890 - 1945**

LEGENDA

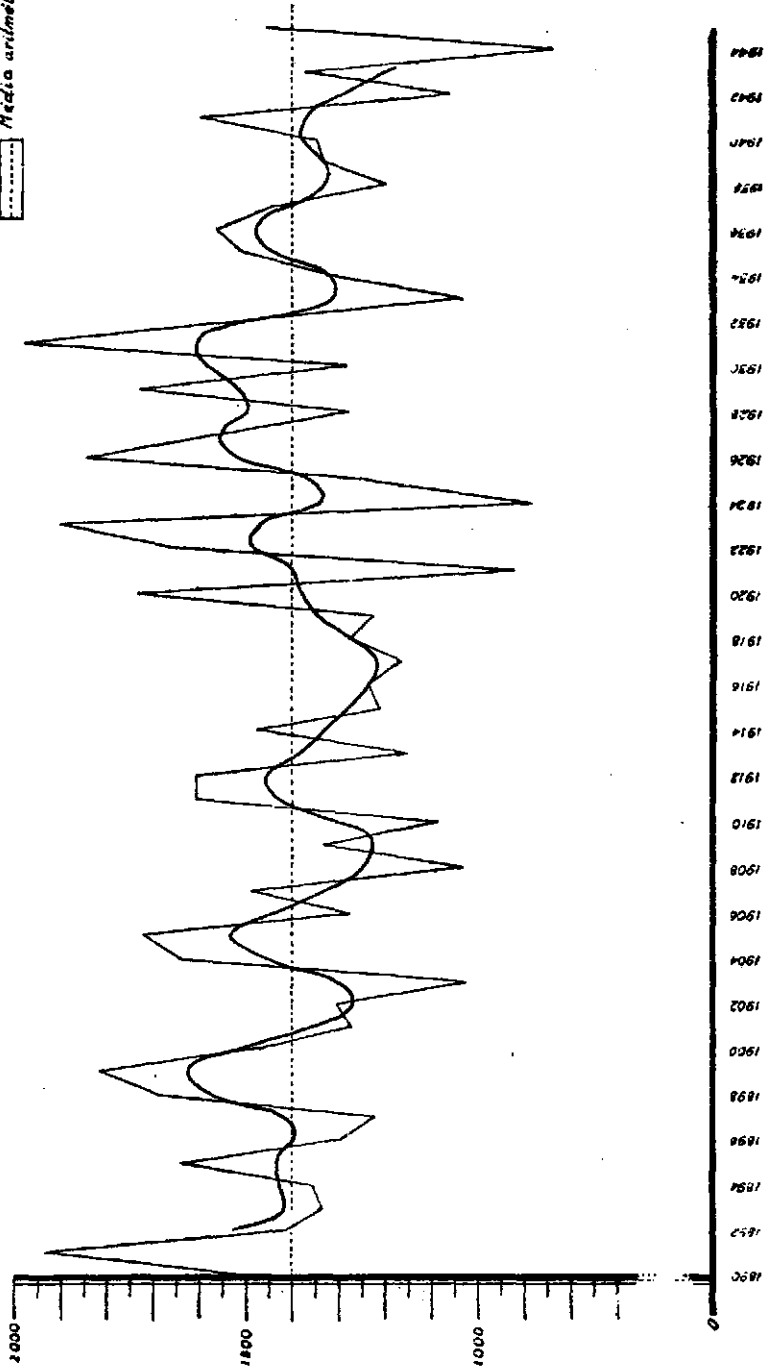
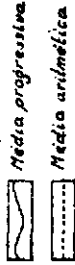


GRÁFICO Nº 1

CIDADE DE CAMPINAS - CHUVAS  
JANEIRO - MARÇO  
1890 - 1945

LEGENDA

- Media progressiva
- Media aritmética

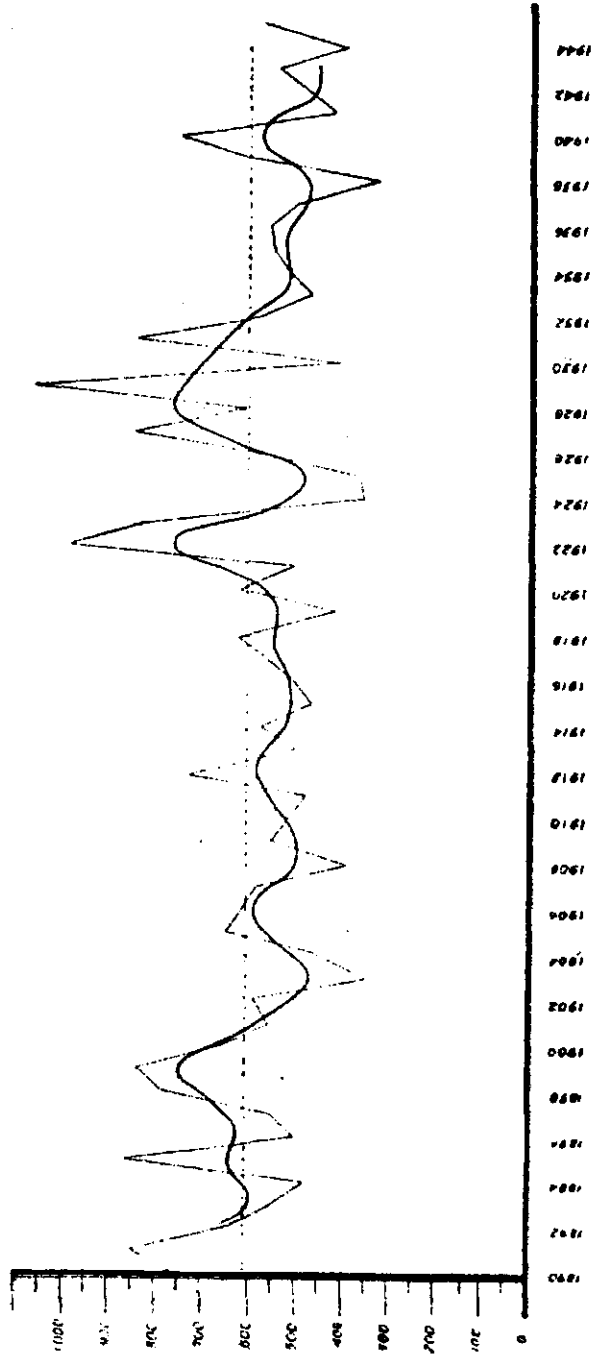


GRÁFICO Nº 2



**CIDADE DE CAMPINAS - CHUYAS  
ABRIL - JUNHO  
1890 - 1945**

**LEGENDA**  
Media progressiva  
Media aritmética

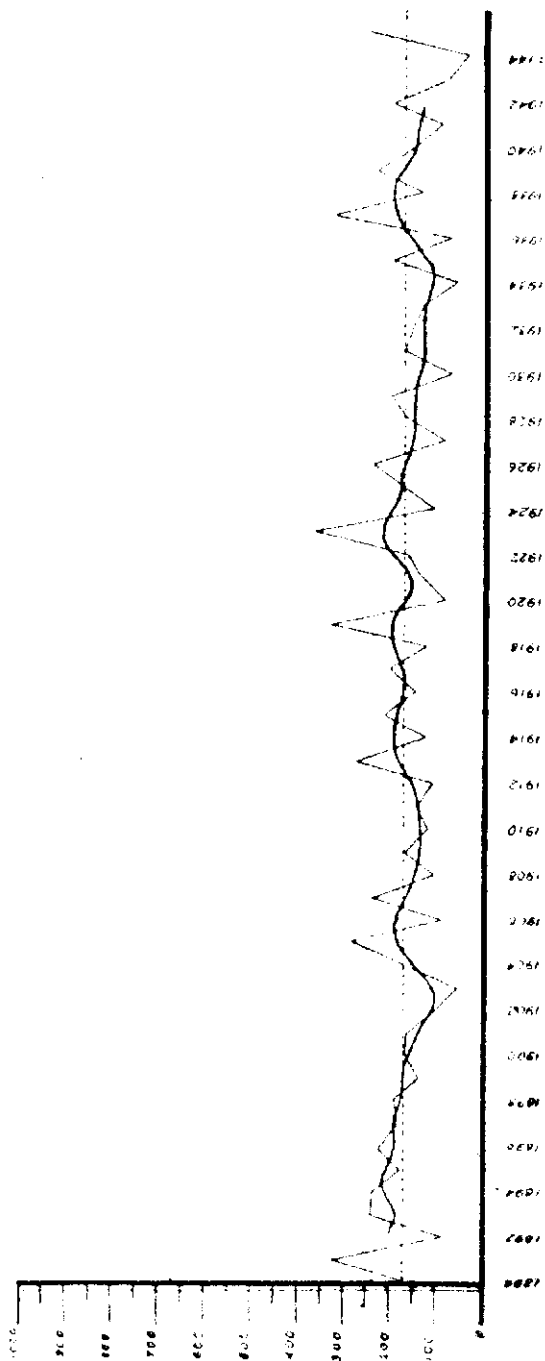


GRÁFICO Nº 3

CIDADE DE CAMPINAS - CHUVAS  
JULHO - SETEMBRO  
1900-1945

LEGENDA

Média progressiva

Média aritmética

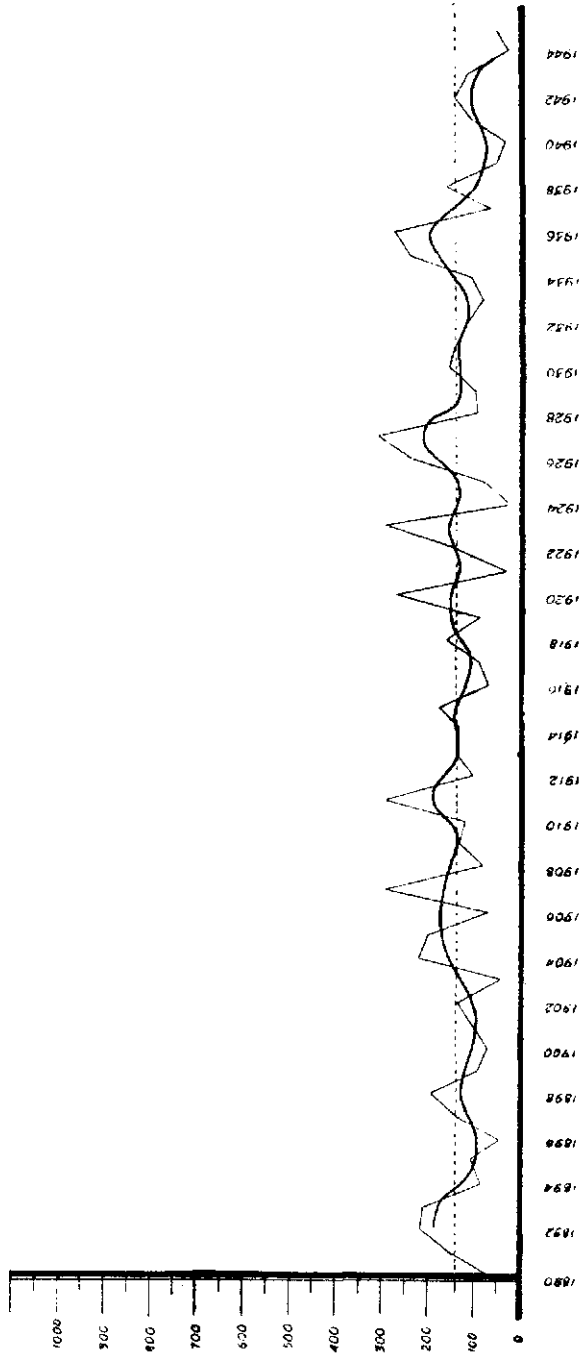


GRÁFICO Nº 4

**CIDADE DE CAMPINAS - CHUYAS**  
**OUTUBRO - DEZEMBRO**  
**1890 - 1945**

LEGENDA.  
Media progressiva  
Media aritmetica

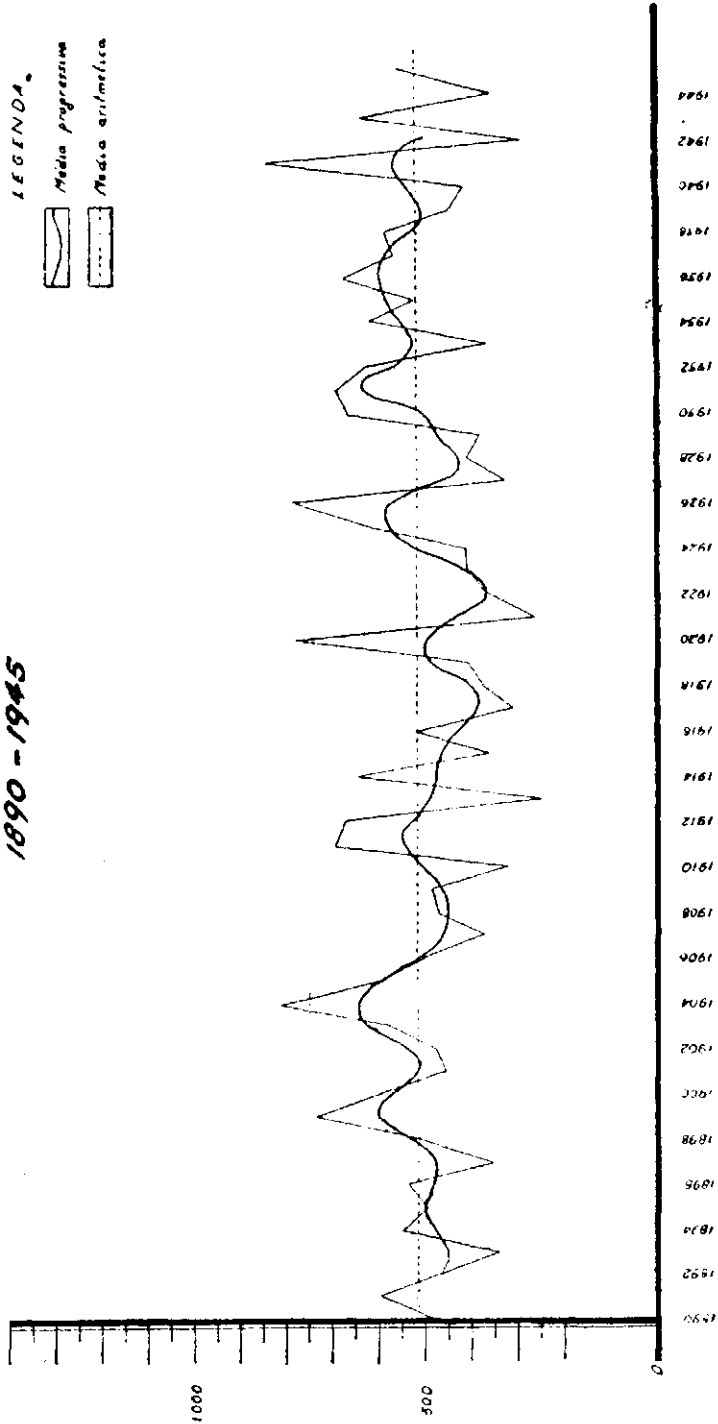
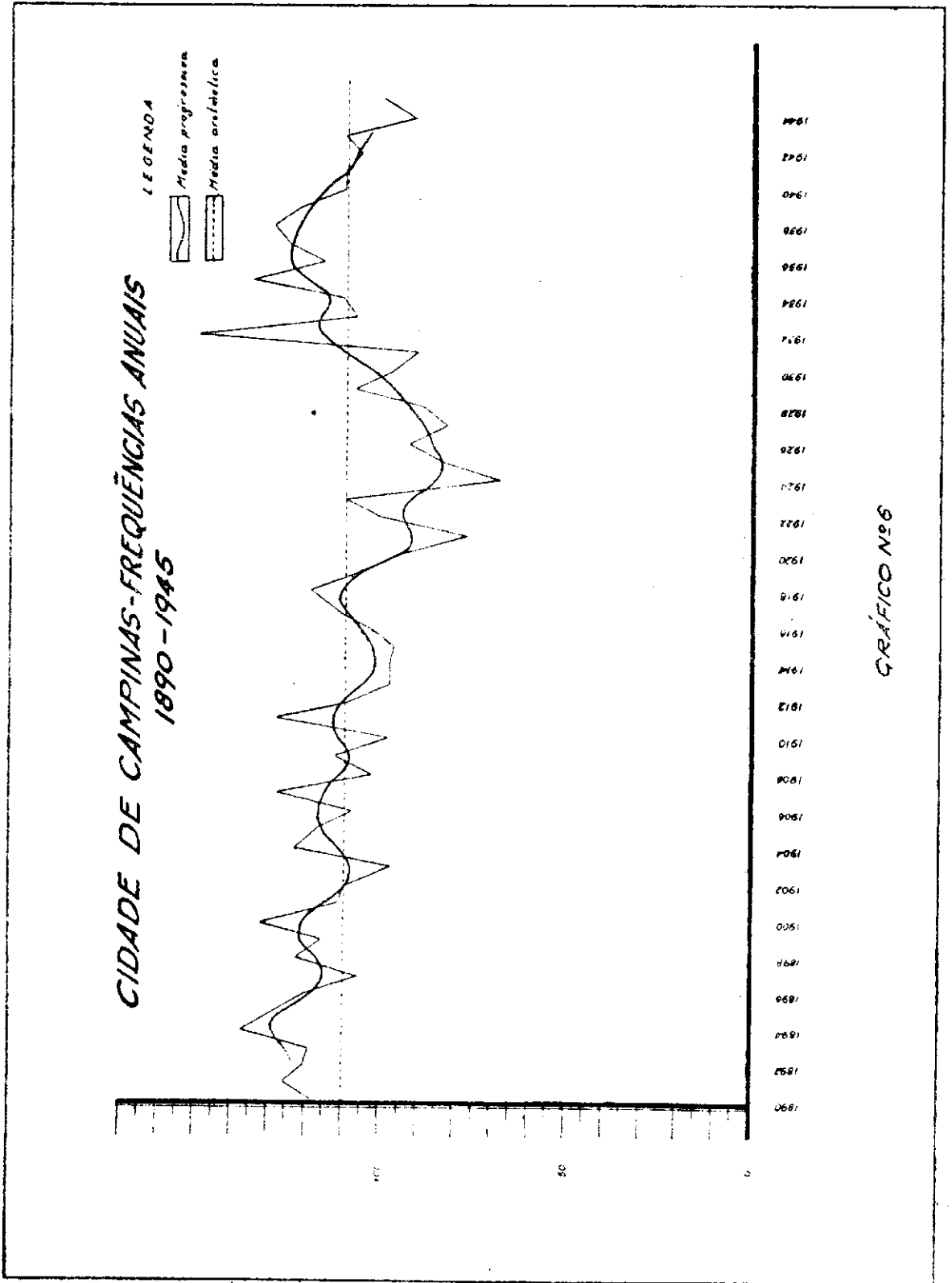
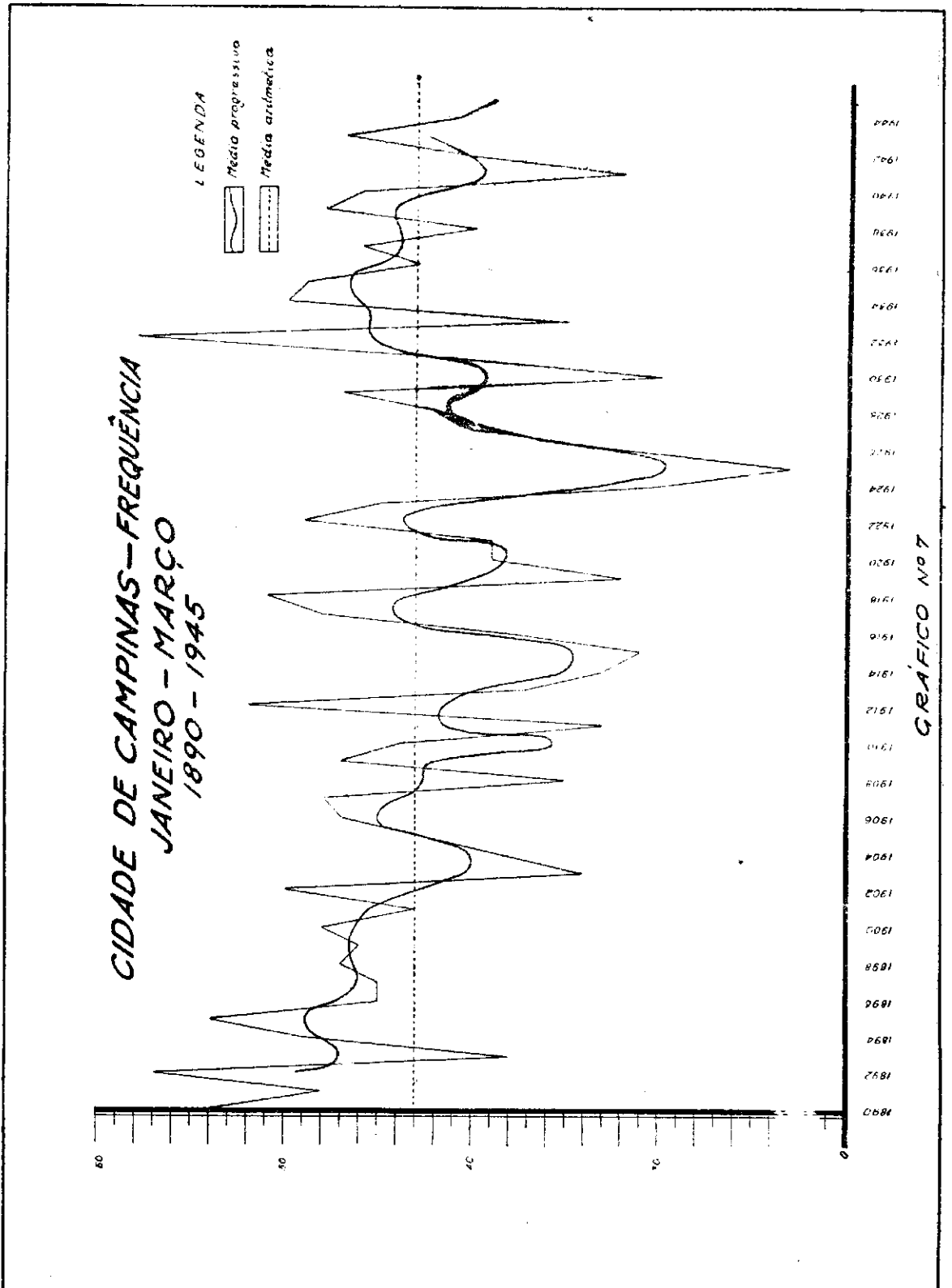
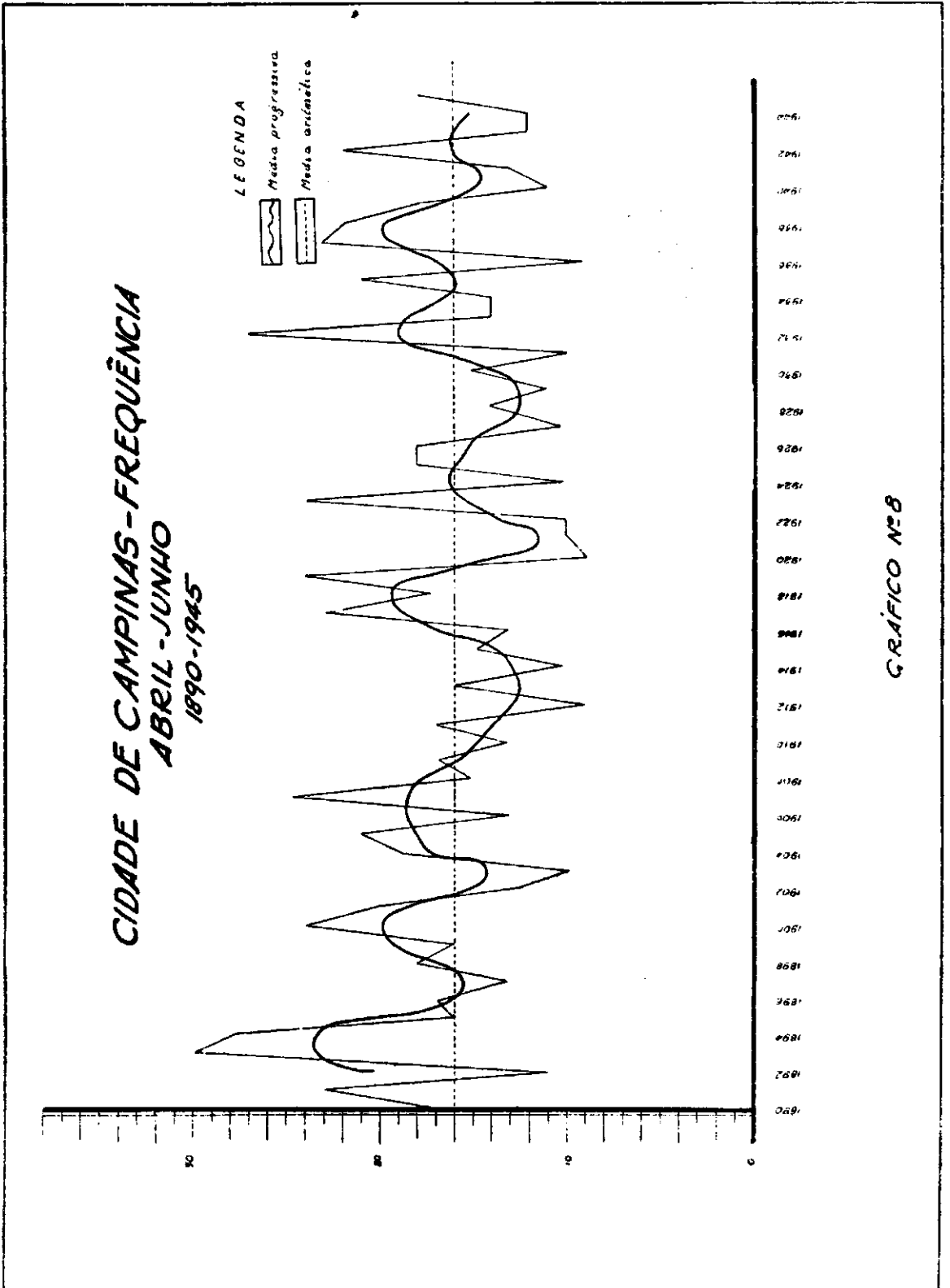
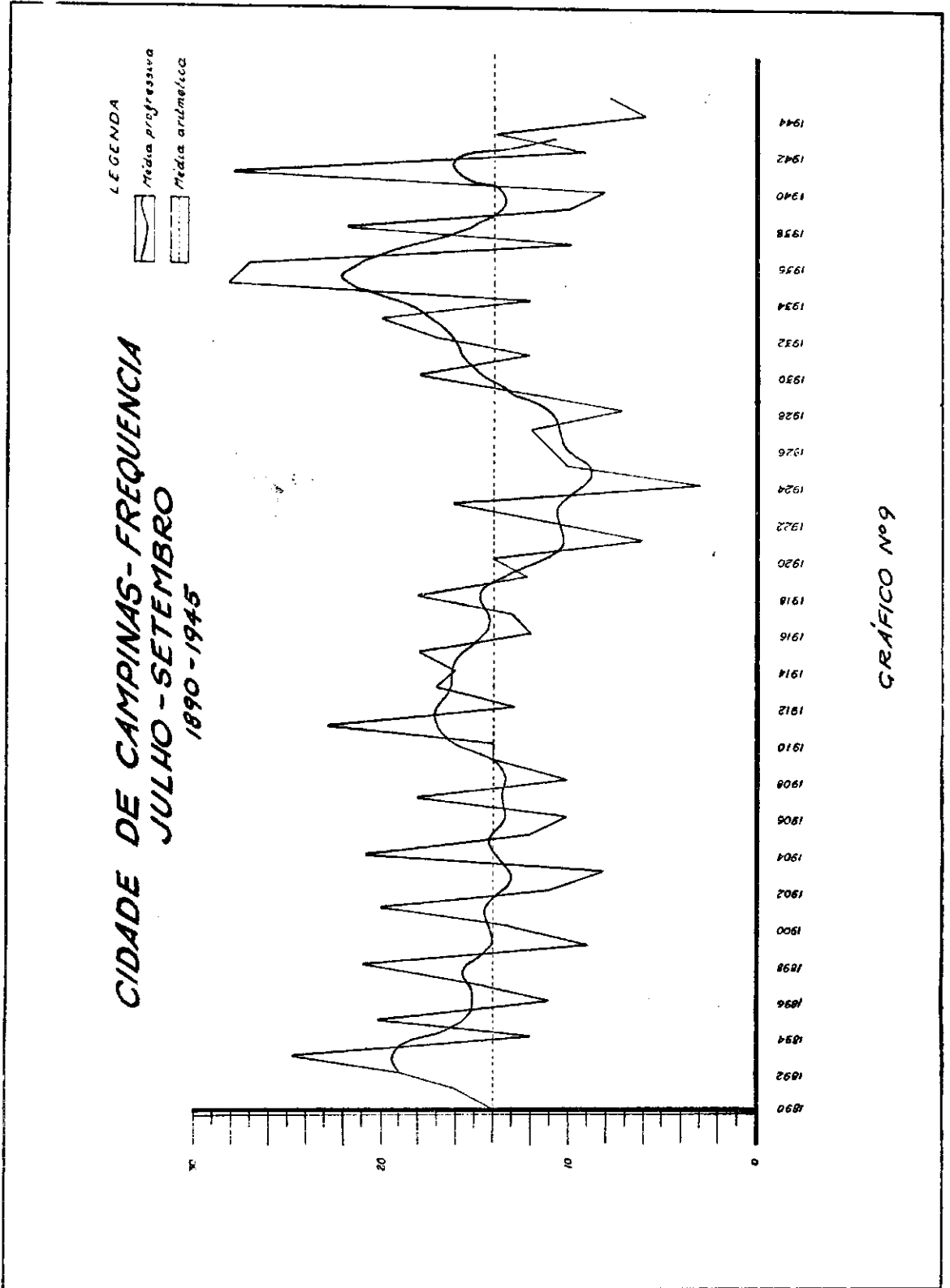


GRÁFICO Nº 5







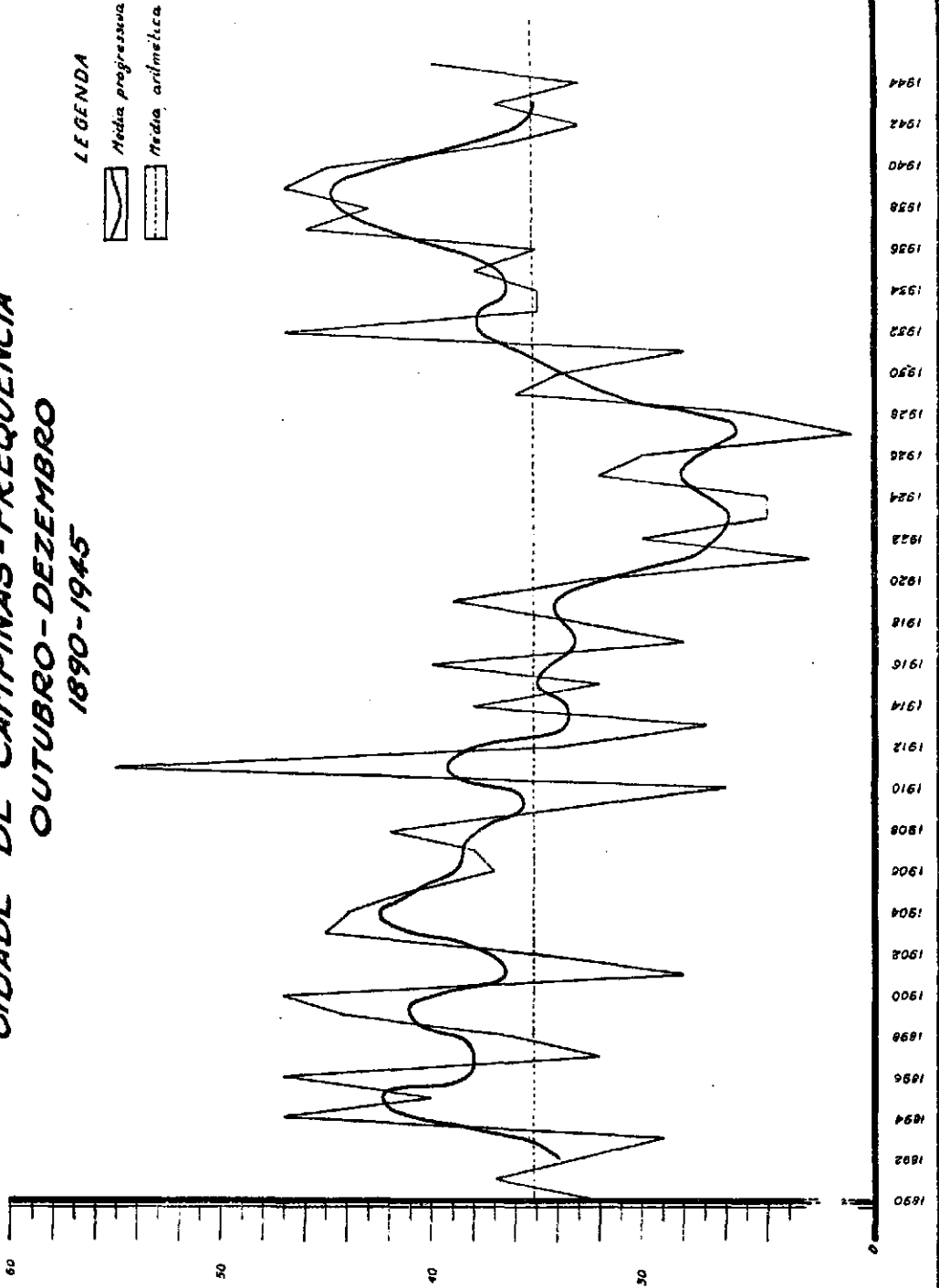




**CIDADE DE CAMPINAS - FREQUÊNCIA  
OUTUBRO - DEZEMBRO  
1890 - 1945**

**LEGENDA**

-  Média progressiva
-  Média aritmética

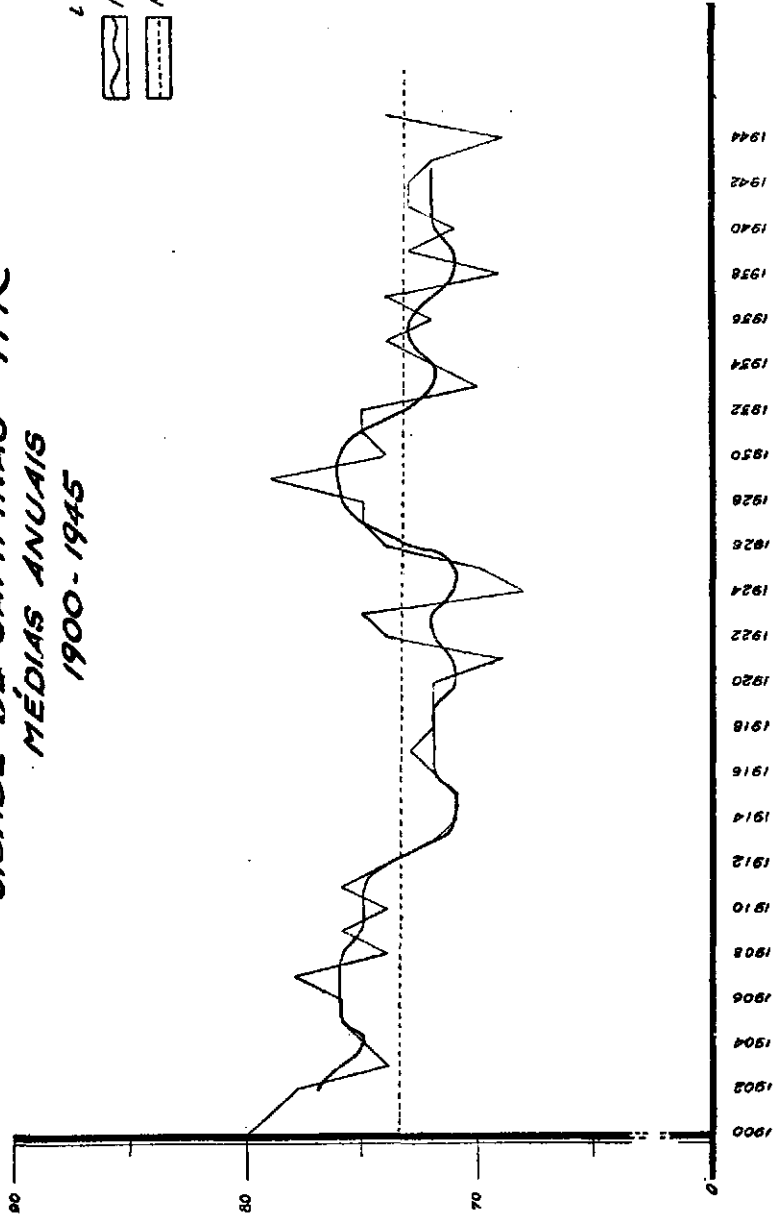


**GRÁFICO Nº 10**



**CIDADE DE CAMPINAS - HR**  
**MÉDIAS ANUAIS**  
**1900 - 1945**

**LEGENDA**  
Média progressiva  
Média aritmética



**GRÁFICO Nº 11**

CIDADE DE CAMPINAS - H.R.  
JANEIRO - MARÇO  
1900 - 1945

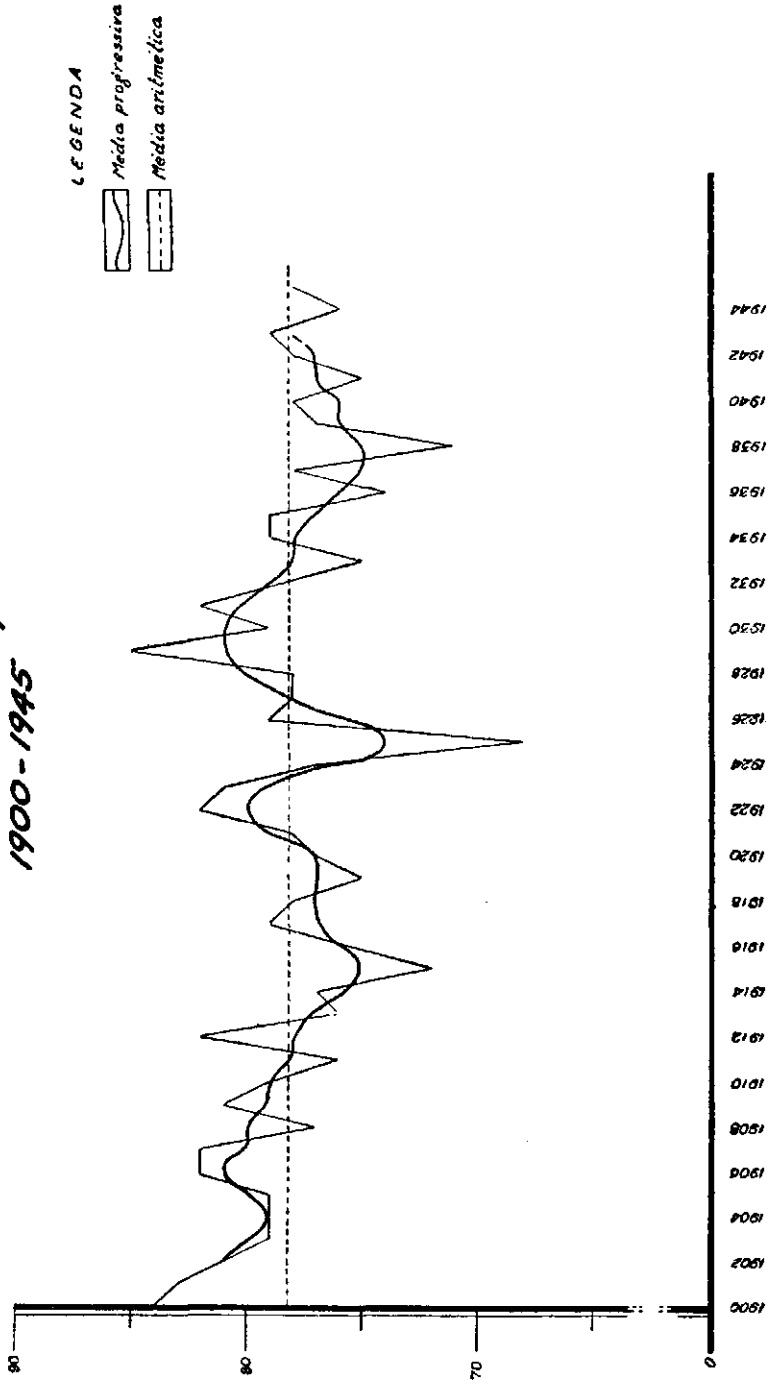
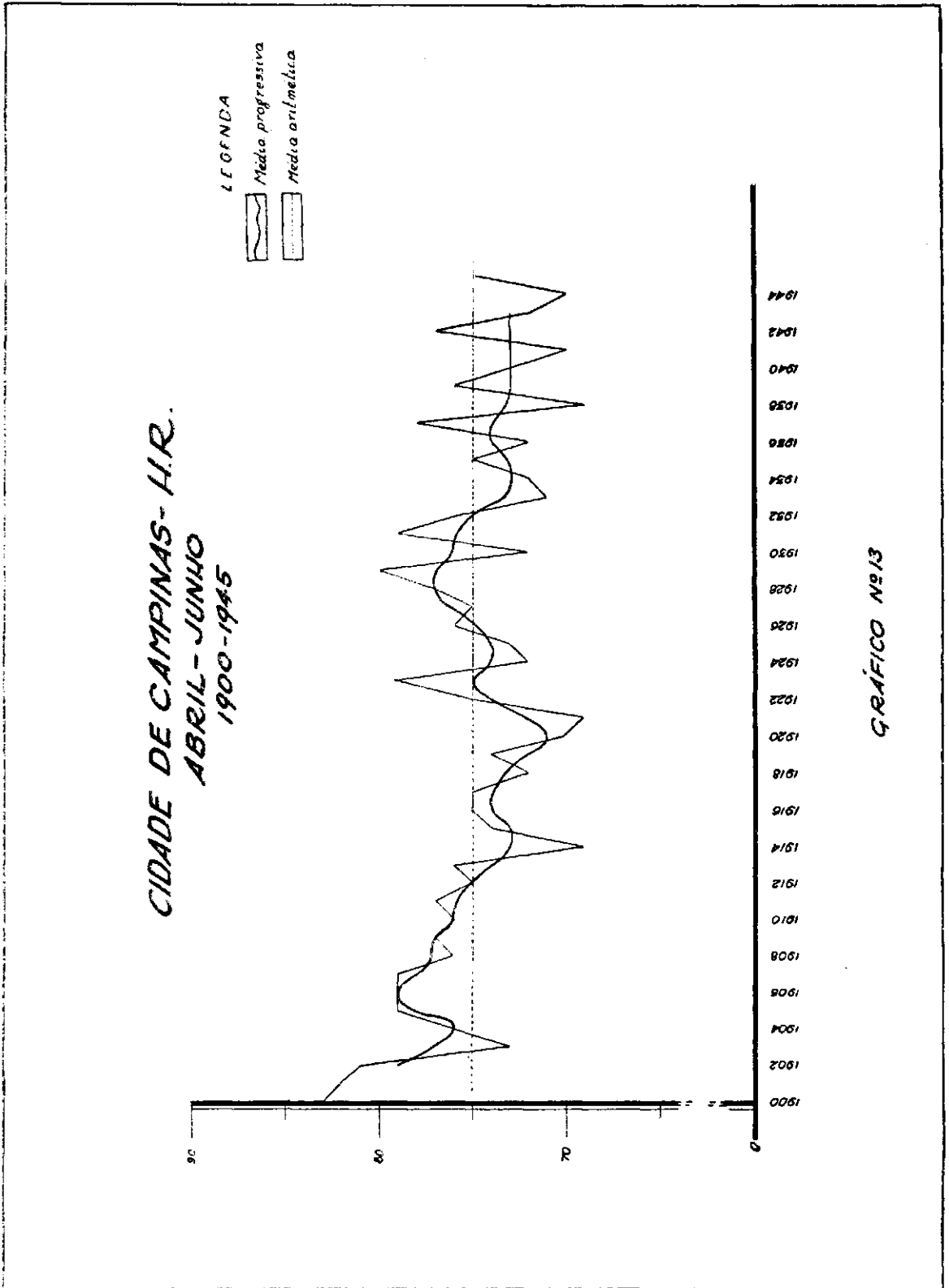


GRÁFICO Nº 13



CIDADE DE CAMPINAS - H. R.  
JULHO - SETEMBRO  
1900 - 1945

LEGENDA



Média progressiva

Média aritmética

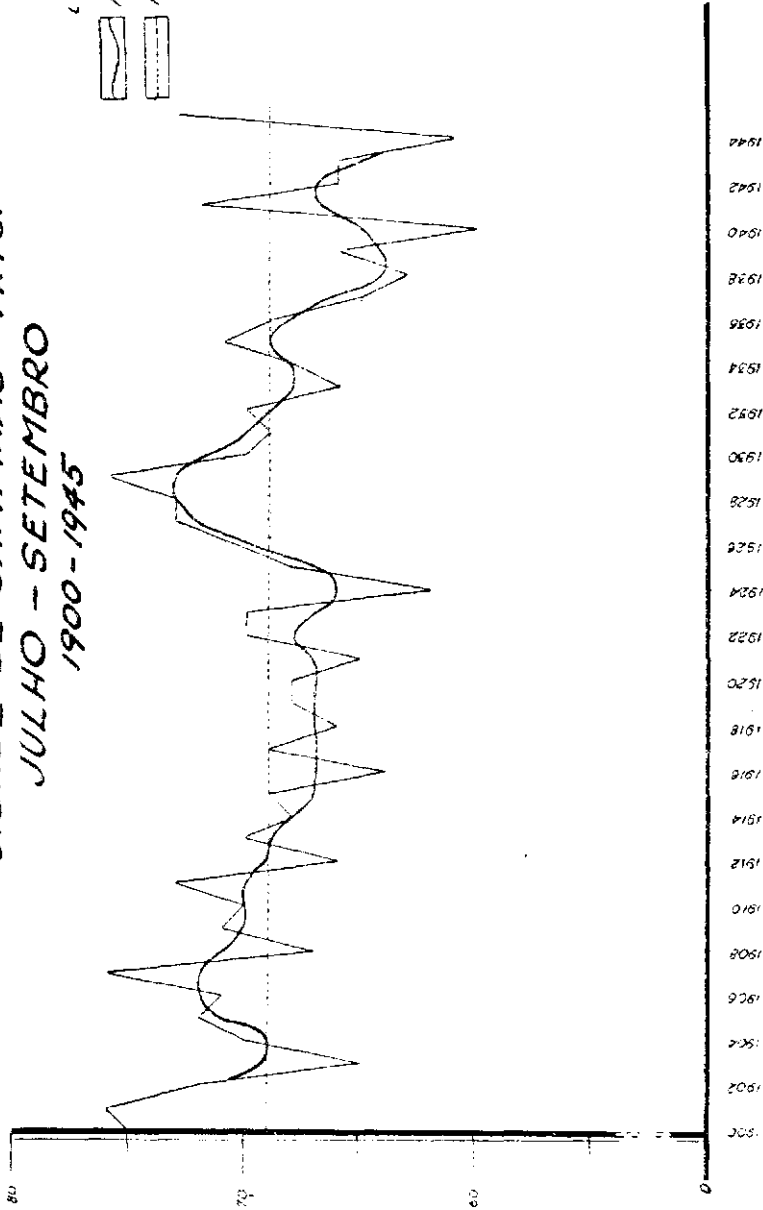


GRÁFICO Nº 14

**CIDADE DE CAMPINAS - H.R.  
OUTUBRO-DEZEMBRO  
1900-1945**

LEGENDA

- Media progressiva
- Media aritmética

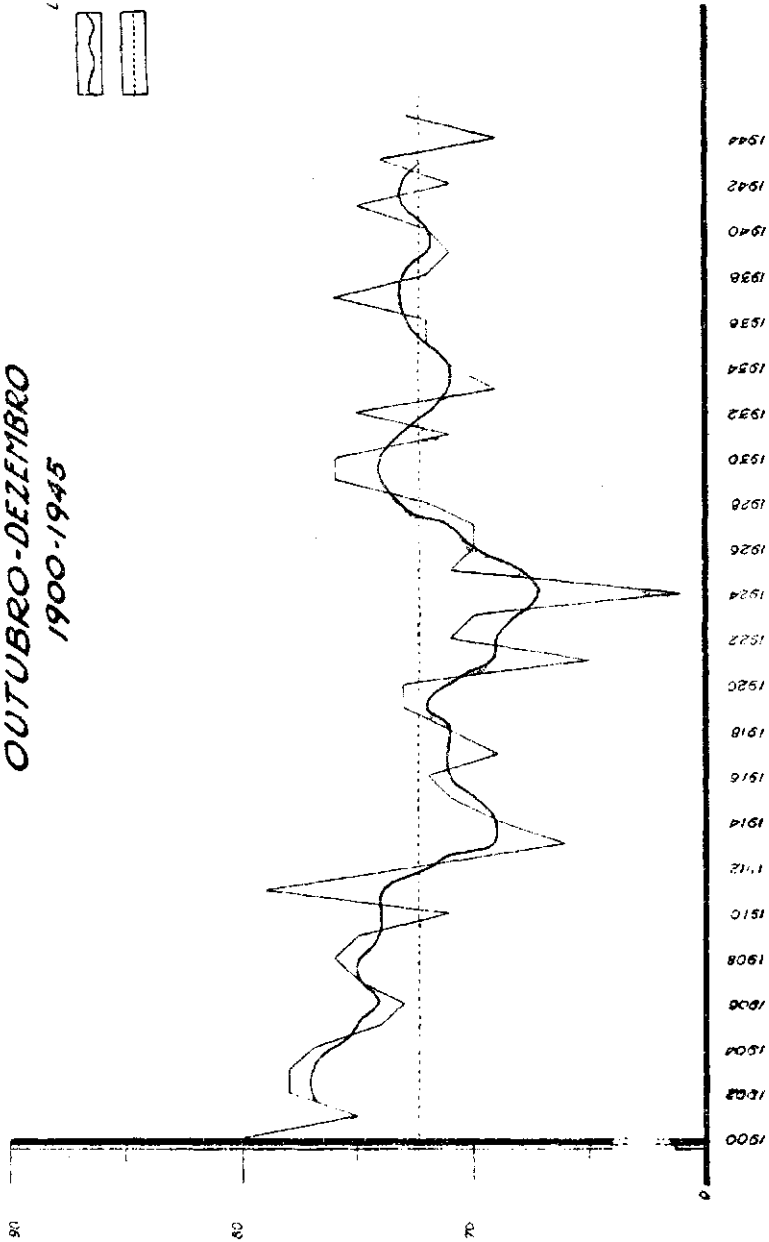


GRÁFICO Nº 15