

**UM SÉCULO DE DESMATAMENTO: EFEITOS NO REGIME TÉRMICO, PLUVIAL E NO
BALANÇO HÍDRICO EM CAMPINAS, SP.**

**ONE CENTURY OF FOREST DEVASTATION: EFFECTS ON AIR TEMPERATURE
RAINFALL BEHAVIOUR AND ON WATER BALANCE IN CAMPINAS, STATE OF SÃO
PAULO, BRAZIL.**

Paulo Cesar Sentelhas¹, Ângelo Paes de Camargo^{2,4}, Marcelo Bento Paes de Camargo^{3,4} e
Rogério Remo Alfonsi^{1,4}.

RESUMO

Visando identificar possíveis efeitos do intenso desmatamento ocorrido nos últimos 102 anos no Estado de São Paulo sobre o clima, foram correlacionados dados de média móvel (ordem 10) da precipitação, temperatura média do ar, do excedente hídrico e deficiência hídrica anuais em Campinas (SP) com a porcentagem de cobertura florestal no Estado, durante o período de 1890 a 1992. A análise dos dados não mostrou relação entre as precipitações totais anuais e a diminuição da cobertura florestal. Já, os elementos do balanço hídrico revelaram apreciável correlação entre o decréscimo dos excedentes e a elevação das deficiências hídricas com o desmatamento. Tal fato pode estar ligado à tendência de elevação das temperaturas médias anuais verificadas no período.

Palavras-chave: Tendência secular, precipitação, temperatura, balanço hídrico, cobertura florestal, média móvel.

SUMMARY

Aiming to identify the possible effects of forest devastation occurred in last 102 years in State of São Paulo, Brazil, on the rainfall, air temperature and water balance in Campinas, yearly moving average

¹Engo Agrº, Ms, Seção de Climatologia Agrícola, Instituto Agronômico, CP. 28, Campinas (SP), 13001-970.

²Engo Agrº, Dr, Seção de Climatologia Agrícola (IAC).

³ Engo Agrº, PhD, Seção de Climatologia Agrícola (IAC).

⁴Bolsista do CNPq.

data (order 10) of rainfall, air temperature, water surplus and water deficit were correlated with the forest cover reduction percentage along the period: 1890 to 1992. The analysis of data did not show any tendency of reduction of the yearly total rainfall with the decrease of forest cover. The correlation with water balance elements showed that there is an appreciable correlation between water surplus decrease and water deficit increase with the increase in forest devastation. This fact may be explained with increasing tendency of annual average temperature in the period.

Key words: secular tendency, rainfall, temperature, water balance, forest cover, moving average.

INTRODUÇÃO

A possibilidade de mudanças climáticas, principalmente no regime de temperatura e precipitação é frequentemente apontada como causada pela interferência do homem no ambiente, especialmente pelos desmatamentos (SERRA FILHO et alii, 1975) e pela urbanização (KARL et alii, 1988).

Para identificar mudanças do clima em função de desmatamentos considera-se necessário a análise de dados de pelo menos um século, principalmente no caso das chuvas (CAMARGO, 1993), pela grande variabilidade temporal e espacial desse elemento.

Este trabalho tem por objetivo detectar possíveis alterações nas condições térmicas e hídricas do clima de Campinas (SP) relacionadas ao desmatamento verificado no Estado de São Paulo nos últimos 102 anos.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi baseado em dados mensais de temperatura média do ar (média aritmética das temperaturas máxima e mínima) e da precipitação pluvial, obtidos durante o período de 1890 a 1992 no posto agrometeorológico da Seção de Climatologia Agrícola do Instituto Agrônomo, localizado de 1890 a 1955 na sede junto à cidade de Campinas e de 1956 a 1992 no campo, no Centro Experimental de Campinas, este distante aproximadamente de 5 km, situados a cerca de 22° 50' de latitude Sul, 47° 00' de longitude Oeste e a 660 metros de altitude. Essas duas séries foram submetidas a análise de homogeneidade por ARRUDA¹, podendo ser consideradas como série única.

Foram processados balanços hídricos anuais calculados pelo método de THORNTHWAITE & MATHER (1955) para a capacidade de retenção de água no solo de 125mm. Para efeito de análise foram

utilizados: o total anual de precipitação, a temperatura média anual e os dados anuais de excedente e deficiência hídrica obtidos em balanço hídrico seqüencial em base mensal.

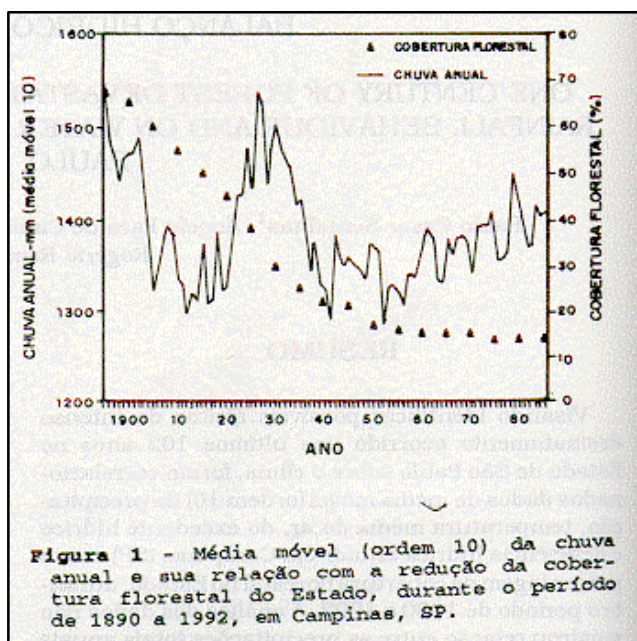
A análise da marcha das precipitações anuais, das temperaturas médias anuais e dos parâmetros do balanço hídrico foi feita através da média móvel, ordem 10 (MITCHELL et alii, 1966).

Os dados de cobertura florestal foram obtidos junto à Sociedade Brasileira de Silvicultura, ao Instituto Florestal de São Paulo e ao Instituto Agrônômico (VITOR, 1975), compreendendo como floresta também as capoeiras e cerradões.

A redução da cobertura florestal foi correlacionada pela análise de regressão com as médias móveis do total anual de: chuva, excedente hídrico e deficiência hídrica e das temperaturas médias anuais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 são apresentadas a média móvel das chuvas anuais durante o período de 1890 a 1992 em Campinas e a porcentagem da cobertura florestal do Estado no mesmo período. A análise dos dados não indica qualquer tendência consistente de redução das precipitações em Campinas em decorrência do desmatamento no Estado de São Paulo. Tal comportamento foi também verificado para o Estado por PINTO et alii (1989) e para outras regiões do Brasil como no Rio Grande do Sul por BERLATO et alii (1993) e no o Pará por BASTOS et alii (1993).



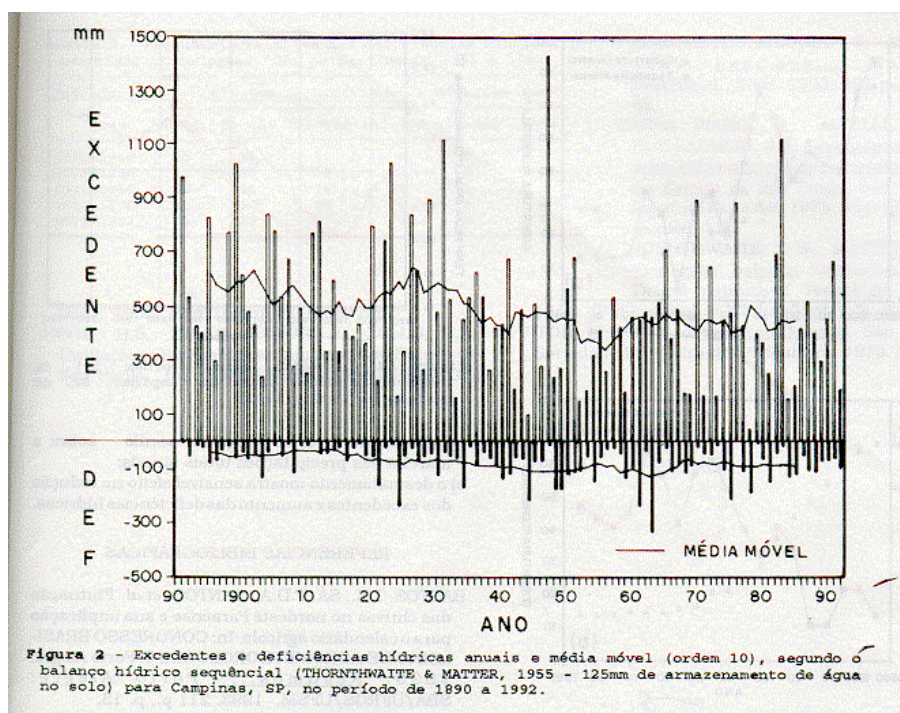
A Figura 1 mostra ainda que de 1890 a 1950, a primeira metade do século, houve dois máximos e dois mínimos de chuvas não associados ao intenso desmatamento no período. Nos 40 anos seguintes observa-se aumento sensível nas precipitações, apesar da cobertura florestal reduzida se manter inalterada.

Isso resultou na ausência de correlação consistente entre a média móvel da chuva e a porcentagem de cobertura florestal no Estado durante o século (Tabela 1), indicando serem outros os fatores responsáveis pela variação observada nas precipitações. Não se justifica assim, a crença generalizada de que a devastação das florestas nativas cause a diminuição das chuvas.

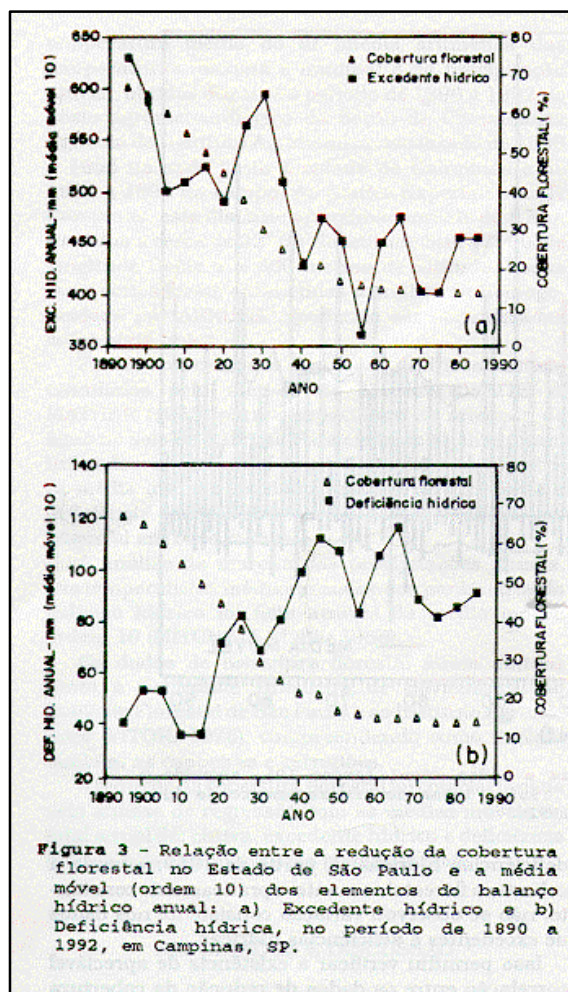
Tabela 1 - Análise de regressão entre a porcentagem de cobertura florestal no Estado de São Paulo (CF) e média móvel da: precipitação (PREC), excedente hídrico (EXC), deficiência hídrica (DEF) e temperatura média do ar (TMED), anuais, em Campinas, SP, durante o período de 1890 a 1992.

REGRESSÃO	a	b	r	R ²
CF X PREC	1342	1,29	0,36	0,13
CF X EXC	404	2,66	0,72	0,51
CF X DEF	120	-1,24	-0,88	0,77
CF X TMED	22	-0,03	-0,87	0,76

A análise dos elementos do balanço hídrico pela média móvel permitiu verificar uma tendência decrescente dos excedentes hídricos ao longo dos últimos 102 anos (Figura 2 e 3a), caindo de 500 a 600mm anuais no início do período para aproximadamente 450mm. A partir daí foram praticamente invariáveis. A Tabela 2 apresenta as freqüências de ocorrência dos excedentes hídricos. Mostra que os pequenos excedentes, até 250mm, aumentaram sensivelmente ao longo do período analisado. Por outro lado, a freqüência dos grandes excedentes, entre 751 e 1000mm, sofreu forte redução a partir de 1931, enquanto os valores intermediários, entre 251 e 750mm, permaneceram praticamente invariáveis.



Os dados de deficiência hídrica (Figura 2 e 3b), por sua vez, mostraram pela média móvel uma tendência crescente nos primeiros 50 anos, passando de aproximadamente 50mm anuais, em 1891, para 100mm em 1940. Daí por diante as deficiências se mantiveram praticamente constantes, entre 80 e 120mm. Os valores das freqüências de ocorrência das deficiências hídricas anuais (Tabela 3), indicam que houve um aumento do número de casos de deficiências hídricas elevadas, acima de 100mm, passando de 10%, entre 1891 e 1910, para 41% de 1971 a 1992.



Na figura 3 pode-se verificar que nos 60 anos iniciais, do período de 1890 a 1950, quando o desmatamento foi intenso, passando a cobertura florestal de cerca de 70% para apenas 15%, houve tendência acentuada de redução dos excedentes e aumento das deficiências hídricas. A partir de 1950, quando a cobertura florestal se manteve praticamente constante, não se observou variação consistente nos dados de excedentes e deficiências hídricas.

Isso permitiu verificar a existência de apreciável correlação entre os dados de redução da cobertura florestal e os excedentes e deficiências hídricas, respectivamente, positiva e negativa (Tabela 1).

Como não houve constatação de diminuição das precipitações com o desmatamento, essa redução dos excedentes hídricos e aumento das deficiências hídricas pode estar associada à tendência crescente das temperaturas médias anuais que se elevaram, aproximadamente, de 2°C nos últimos 90 anos (Figura 4 e Tabela 1). Isso também foi constatado por MELLO & ALFONSI (1991) quando estudaram a tendência secular das temperaturas para Campinas pelo método dos mínimos quadrados.

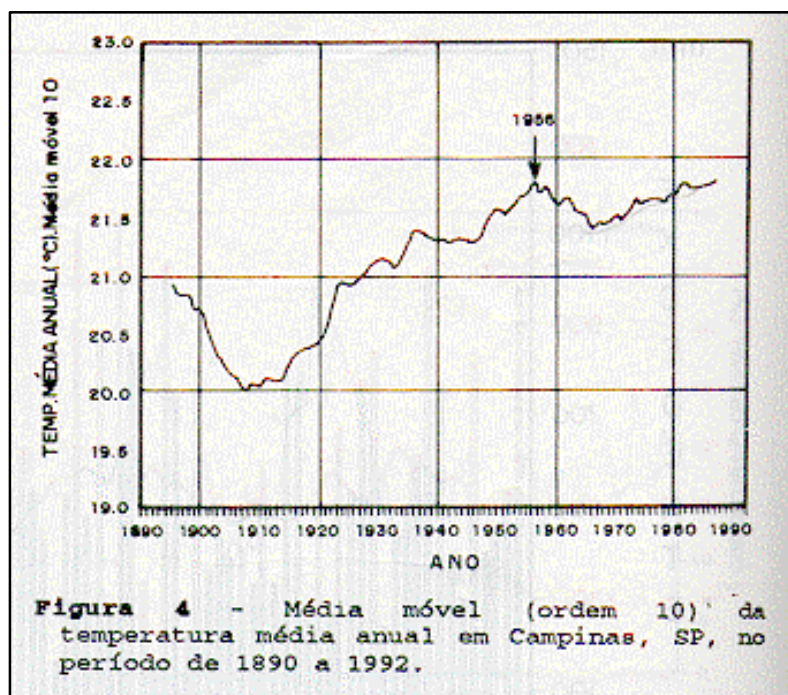
Tabela 2 - Frequência relativa dos excedentes hídricos (%) anuais ocorridos em Campinas, SP, no período de 1891 a 1992.

Período	Classes de Excedentes Hídricos (mm)					
	0-250	251-500	501-750	751-1000	1001-1250	>1250
1891-1910	5	45	20	25	5	0
1911-1930	10	35	15	25	5	0
1931-1950	20	35	35	0	5	5
1951-1970	25	50	20	5	0	0
1971-1992	32	40	18	5	5	0

Tabela 3 - Frequência relativa das deficiências hídricas (%) ocorridas em Campinas, SP, no período de 1891 a 1992.

Período	Classes de Deficiências Hídricas (mm)					
	0-50	51-100	101-150	151-200	201-250	>250
1891-1910	55	35	10	0	0	0
1911-1930	55	30	5	5	5	0
1931-1950	20	45	15	15	5	0
1951-1970	30	30	25	5	5	5
1971-1992	32	27	27	9	5	0

Um fator que também pode estar associado ao aumento das temperaturas é a urbanização (KARL et alii, 1988). Isso é facilmente observado na figura 4, onde podemos observar a marcha crescente da temperatura do ar ao longo do século, período de urbanização crescente da cidade de Campinas.



CONCLUSÕES

A análise dos dados seculares permite concluir que:

- a) a redução da cobertura florestal não mostra ter efeito consistente ao longo do século sobre a marcha das precipitações totais anuais;
- b) o desmatamento mostra sensível efeito na redução dos excedentes e aumento das deficiências hídricas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASTOS, T.X., SÁ, T.D.A., SANTOS, *et al* Flutuação das chuvas no nordeste Paraense e sua implicação para o calendário agrícola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 8, Porto Alegre, 1993. **Resumos...**, Porto Alegre: SBA/UFRGS/UFSM, 1993. 211 p., p. 13.
- BERLATO, M.A., FONTANA, D.C., BONO, L. Tendência temporal da precipitação anual do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 8, Porto Alegre, 1993. **Resumos...**, Porto Alegre: SBA/UFRGS/UFSM, 1993. 211 p. p 5.
- CAMARGO, A. P. Mudança climática: temporal e espacial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRO-

- METEOROLOGIA, 8, Porto Alegre, 1993. **Resumos...**, Porto Alegre: SBA/UFRGS/UFSM, 1993. 211 p. p. 1.
- KARL, T.R., DIAZ, H.F., KUKLA, G. Urbanization: its detection and effect in the United States climate record. **Journal of Climate**, Boston, v. 1, n. 11, p. 1099-1123, 1988.
- MELLO, M.H.A., ALFONSI, R. R. A variação térmica secular em Campinas - SP: um exemplo de problemas inerentes ao estudo de séries temporais, em climatologia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 7, Viçosa, 1991. **Resumos...**, Viçosa: SBA/UFV, 1993, 314 p. p. 244-246.
- MITCHELL, J.M., DZERDZEEVSKII, B., FLOHN, H. *et al* **Climatic change**. Geneve: World Meteorological Organization, 1966. 79 p. (Technical Note, 79).
- PINTO, H.S., ZULLO JÚNIOR, J., ZULLO, S.A. Oscilações pluviométricas temporais no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 6, Maceió, 1989. **Resumos...**, Maceió: SBA/UFAL/INPE, 1993, 491 p. p. 29-32.
- SERRA FILHO, R., CAVALLI, A.C., GUILLAUMON, J.R. **Levantamento da cobertura natural e de reflorestamento no Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto Florestal, 1975. 53 p. (Boletim técnico, 11).
- THORNTHWAITE, C.W., MATTER, J.R. **The water balance**. Centerton, N.J.: Drexel Institute of Technology, 1955. 104 p. (Publications in Climatology, v. 8, n. 1).
- VITOR, M.A.M. **A devastação florestal**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1975. 43 p.