

# Balanço hídrico anual a partir de valores normais e tipologia climática

Edmon Nimer\*  
Ana Maria P. M. Brandão\*

## SUMÁRIO

- 1 — *Introdução*
- 2 — *Conceituação e metodologia*
- 3 — *Instruções práticas para computação da evapotranspiração potencial, balanço hídrico e tipologia climática*

## 1 — INTRODUÇÃO

Para qualquer plano ou estratégia de uso da terra com finalidade de exploração adequada do potencial agrícola ou dos recursos hidrelétricos de determinada região, além dos fatores de ordem econômica e social, deve-se ter em conta alguns fatores ambientais básicos. Tratando-se do potencial agrícola, devem ser investigadas as exigências físico-químicas de cada cultura, bem como as características ecológicas da região considerada. Tratando-se do potencial hidrelétrico deve ser avaliada a disponibilidade dos recursos hídricos ao longo do ano.

Dentre as condições físico-ecológicas, o clima ocupa uma posição de destaque, e nele, pela grande variabilidade espacial e temporal, sobressai o regime hídrico anual. Este, por sua vez, depende diretamente do regime de precipitação pluviométrica e da intensidade do processo de evapotranspiração. A relação entre estes dois fenômenos constitui o ponto de partida do balanço hídrico ambiental.

---

\* Analistas Especializados da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística — IBGE.

É de conhecimento geral a existência de estreitas dependências entre a disponibilidade de recursos hídricos e o uso e manejo dos solos; entre a qualidade ambiental e as formas e técnicas de sua utilização.

Pelas características climáticas, predominantemente tropicais do território brasileiro, o processo de perda de água do meio ambiente para a atmosfera, através da evapotranspiração, é muito rápido e intenso, sendo tanto maior quanto mais quente ou mais rico de energia solar é a região.

As práticas agrícolas inadequadas têm provocado perdas de solos, sobretudo, por erosão, em grande parte do território nacional por ocasião, principalmente, da "estação das chuvas" quando os excedentes hídricos sob a forma de *runoff* são colocados a serviço dos processos erosivos, tornando-se pois, necessário, avaliar o volume de água que periodicamente fica a serviço desses processos.

Em virtude do fato de que a maior parte do material erodido é carregado pelas enxurradas e enchentes para o leito dos rios e das barragens hidrelétricas, colmatando-as e criando, conseqüentemente, dificuldades aos sistemas hidrelétricos, à navegação, bem como às demais atividades estreitamente dependentes do regime fluvial, a referida avaliação do balanço hídrico poderá fornecer valiosa contribuição às ações e atividades relativas ao uso e manejo técnico dos solos no sentido de evitar ou, pelo menos, minimizar as ações e os efeitos dos processos de erosão.

Além disso, o balanço hídrico pode fornecer parâmetros para construção de uma tipologia climática com base em variáveis que, além de definidas mais objetivamente, possuem maior interdependência com outros componentes e fatores ambientais.

Existe mais de um sistema metodológico de inferir sobre o balanço hídrico ambiental, sobretudo o de avaliar a evapotranspiração potencial, variável chave para a inferição do balanço hídrico. Entretanto, o sistema de Thornthwaite possui a vantagem de poder ser aplicado a partir de variáveis mais facilmente disponíveis, tais como: temperatura, precipitação pluviométrica, graus de latitude e tempo/hora de luz solar, sem que o produto de sua aplicação seja de menor qualificação. Este é o motivo que faz com que esse sistema seja o de maior divulgação e aplicação em todo mundo.

O objetivo principal deste trabalho é o de divulgar esse sistema metodológico de computação de balanço hídrico tal como ele se nos apresenta após as últimas experiências de seus autores, bem como, o método de classificação climática fundamentado nos valores do balanço hídrico. Quanto ao último método, deve ser observado que os autores deste trabalho introduziram algumas modificações visando dar-lhe maior abrangência e conta das reais diferencialidades climáticas do território brasileiro.

Para isso, na presente publicação, procura-se descrever sumariamente tais sistemas metodológicos e, sempre que necessário, interpretar e conceituar os valores quantitativos dos seus principais parâmetros e valores classificantes, os quais, nos trabalhos originais, nem sempre são acessíveis a toda gama de especialistas. Em virtude da alta complexidade do seu cálculo matemático e de sua computação, conta ainda com um capítulo dedicado exclusivamente ao fornecimento de instruções e procedimentos práticos para sua operacionalidade, bem como de uma apresentação dos resultados de sua aplicação a partir de algumas estações meteorológicas selecionadas.

## 2 — CONCEITUAÇÃO E METODOLOGIA

### 2.1 — Método para calcular balanço hídrico anual a partir de valores médios ou “normais”

#### 2.1.1 — Breve histórico

Para os primeiros estudos de balanço hídrico no Brasil, utilizando-se o método de Thornthwaite, tomou-se como base os princípios expostos nos seus primeiros trabalhos publicados em 1931<sup>1</sup>. Considerando as críticas feitas aos seus métodos, não apenas ao de inferição do balanço hídrico, mas principalmente ao seu emergente método de classificação climática, Thornthwaite operou neles profundas modificações que resultaram em uma revisão quase geral em sua metodologia, publicada em 1948<sup>2</sup>.

Sobre essa revisão recomendamos a leitura de uma síntese de autoria de Edmon Nimer, publicada na Revista Brasileira de Geografia 39(1):87-109, 1977, sob o título *Descrição, análise e interpretação conceitual do sistema de classificação de climas e C. W. Thornthwaite*.

Posteriormente, Thornthwaite, com a colaboração de Mather, introduziu outras modificações no método de inferição do balanço hídrico, mantendo-se inalterado o método de definição tipológica dos climas (1955<sup>3</sup> e 1957<sup>4</sup>).

#### 2.1.2 — Enunciados empíricos e lógicos

O método de balanço hídrico de Thornthwaite & Mather é fundamentado na constatação empírica do ciclo hidrológico que, em síntese, constitui o seguinte: a fonte original da água que penetra e/ou esco superficialmente sobre a superfície terrestre vem da precipitação atmosférica. Enquanto parte dela é utilizada pelas plantas, outra esco pelo lençol freático e/ou superficial para, em seguida, evaporar-se ou ser em parte reabsorvida pelo solo e pelas plantas.

Entretanto, a idéia mais original desse método consiste em comparar a quantidade de água recebida pelo meio ambiente através das chuvas com a quantidade perdida pela evapotranspiração. Dessa comparação Thornthwaite desenvolve um conceito de evapotranspiração potencial e outro de evapotranspiração real. Para qualquer área da superfície terrestre é de se esperar que haja uma certa diferença entre a quantidade de água evapotranspirada e aquela que evapotranspiraria se houvesse água disponível constantemente. Isto é, se houvesse uma oferta constante de água para o ambiente. O primeiro valor é denominado evapotranspiração real (ER) e o segundo valor é denominado evapotranspiração potencial (EP).

<sup>1</sup> Dentre os quais “The climate of North America according to a new classification”. (Geog. Rev. t. 21:613-35, out. 1931).

<sup>2</sup> Thornthwaite, C. W. An approach toward a rational classification of climate (Geog. Rev. t. 38:55-94, jan. 1948).

<sup>3</sup> Thornthwaite, C. W. & Mather, J. R. *The water balance. Publication in Climatology*, Centerton, New Jersey, 8(1):1-104, 1955.

<sup>4</sup> *Instruction and tables for computing potencial evapotranspiration and the water balance. Publication in Climatology, Centerton, New Jersey, 10(3):185-312, 1957.*

Precipitação (PRE) é um fenômeno essencialmente físico e, como tal, tem sido investigado em muitos detalhes por meteorologistas e climatologistas. Evapotranspiração, ainda que sujeito a controle biológico, é, não obstante, um fenômeno mais físico que biológico, mas que deve ser estudado por métodos não familiares aos meteorologistas. Todavia, a evapotranspiração representa o fluxo de retorno da água para a atmosfera, sendo assim, um importante fenômeno meteorológico.

Utilizando dados de numerosas estações meteorológicas em diferentes áreas desérticas com irrigação nos Estados Unidos, Thornthwaite verificou que as medidas de consumo de água e de evapotranspiração real davam diferenças inferiores a 2%. Baseado em tais experiências ele verificou que havia uma relação entre as temperaturas e os valores mensais de evapotranspiração. Neste ponto é importante observar que, considerando que nessas experiências a água consumida era oferecida por irrigação constante, e por conseguinte controlada, nelas, a evapotranspiração real era igual a evapotranspiração potencial. Esta relação foi expressa na seguinte equação:

$$e = ct^a \quad (1)$$

em que "e" é a evapotranspiração mensal.

Em seguida foi observado que esta relação não poderia ser simples conforme a equação (1) por que os coeficientes "c" e "a" variam de um lugar para outro. Assim, uma equação cujos coeficientes resultam de observações realizadas em clima quente não forneciam valores corretos de evapotranspiração potencial para uma área de clima frio e vice-versa. Numa equação geral "c" e "a" devem variar com um fator que é pequeno nos climas frios e grande nos climas quentes. Assim, a temperatura, tomada como parâmetro de inferição da evapotranspiração potencial, foi imediatamente descartada, porque em alguns lugares existem temperaturas de congelamento. Por esta razão foi desenvolvida uma equação com o propósito especial de converter as temperaturas mensais em índice térmico mensal. Este é obtido pela equação:

$$i = (t/5)^{1.514} \quad (2)$$

A soma dos valores dos 12 meses fornece o índice térmico anual (I). Enquanto I varia de 0 a 160, o expoente "a" da equação (1) varia de 0 a 4,25. A relação entre os dois é estreitamente aproximada pela expressão:

$$a = 0,000000675I^3 - 0,0000771I^2 + 0,01792I + 0,49239 \quad (3)$$

Considerando que o coeficiente "c" na equação (1) varia inversamente com I, dessas relações, a equação para evapotranspiração potencial é transformada para:

$$e = 1,6 (10t/I)^a \quad (4)$$

Entretanto, esses índices de evapotranspiração potencial são considerados *não-ajustados* porque seus valores referem-se a meses de 30 dias com 12 horas de luz solar cada *sunlight*. Assim sendo, a evapotranspiração potencial deve ser ajustada levando-se em conta a variação do número de dias do mês (28 a 31) e o tempo/hora de *sunlight* (entre o nascer e o pôr do sol), período no qual mais se realiza a evapotranspiração.

Como se sabe, este último fator varia com a latitude e com os meses do ano. Por isso a equação (3) sofreu ajustes, e para facilitar a obtenção dos valores de evapotranspiração, construiu-se tabelas para cada mês e para cada faixa de latitudes. A soma dos valores mensais fornece a evapotranspiração potencial ajustada (EP) do ano.

A partir de então inicia-se o processamento do balanço hídrico. Da subtração algébrica entre os valores da PRE com a EP obtém-se a precipitação efetiva (PEF). Se a PRE é superior, a PEF é positiva; se é inferior, a PEF é negativa. Quando a disponibilidade de água para o solo é inferior a EP, há deficiência de água (DEF) e não se verifica *runoff* (RUN); ao contrário, se a disponibilidade supera a EP ocorre excedente hídrico (EXC) e, conseqüentemente, *runoff*.

Outro parâmetro considerado pelo método é o armazenamento (ARM), representado pela quantidade de água retida nos solos e disponível para as plantas, e a negativa acumulada (NEGAC) que, ao contrário, expressa o déficit acumulativo de água dos solos. Deste modo, neste sistema de inferição matemática os *inputs* são a PRE, os *outputs* são a ER e RUN, enquanto o ARM constitui a "caixa ou reservatório". Pode-se dizer que o ARM de um certo período (mês, por exemplo) é função dos *inputs* do período considerado e do ARM do período anterior. Existe, no entanto, um limite máximo para o ARM, que varia em função da textura e espessura dos solos e das exigências hídricas específicas da vegetação. A este limite dá-se o nome de capacidade de campo (CAD). Quando a quantidade de água precipitada fornece um saldo positivo (PEF positiva), e este supera os valores da CAD, ocorrem as perdas por *runoff* em virtude do excedente hídrico ( $EXC = PRE - ER$ ).

Por outro lado, quando a PRE é inferior a EP (PEF negativa), e esta é superior a ER, ocorre deficiência hídrica ( $DEF = EP - ER$ ). Considerando que a quantidade de água realmente evapotranspirada varia em função da PRE e do nível de ARM, tanto no EXC como no DEF, parte da água armazenada retorna à atmosfera pela ER ( $ER(t) = PRE(t) - ARM(t) + ARM(t-1)$ ). Isto significa que a quantidade de água armazenada que o solo fornece à evapotranspiração (ER) num determinado período é função do nível de armazenamento do período em questão (ARM(t)), do nível de armazenamento do período anterior (ARM(t-1)) e da diferença entre o volume de água precipitada e a evapotranspiração potencial do período em questão ( $PRE(t) - EP(t)$ ). Assim, ER tende a ser menor se o ARM(t-1) é pequeno, e tende a ser maior se a PEF(t), for positivamente muito grande. Se num determinado período (t) a diferença entre PRE(t) e EP(t) é positiva, então ER(t) e EP(t) serão iguais ( $ER(t) = EP(t)$ ); esta diferença adicionada ao armazenamento do período anterior, permite a reposição de água nos solos. A reposição hídrica se verifica toda vez que o valor da precipitação é superior ao da evapotranspiração potencial e o armazenamento é inferior a capacidade de campo ( $PRE > EP$  e  $ARM < CAD$ ). A reposição prossegue até que o valor do ARM se iguale ao da CAD. Quando isso se dá, propicia excedente hídrico (EXC(t)). Ao contrário, se num determinado período (t) a PEF é negativa, e existe um certo nível de água armazenada no solo, ocorre a utilização de água contida nesse reservatório. A utilização prossegue até que seja esgotada inteiramente ou até que a PEF se torne novamente positiva. O processo de reposição e de utilização de água do solo denomina-se alteração de água no solo (ALTR).

## 2.2 — Método de definição climática

A definição da tipologia climática está fundamentada no sistema classificatório de Thornthwaite que, por sua vez, deriva do sistema de determinação do balanço hídrico descrito. Seus principais valores climáticos são: índice de umidade efetiva, variação sazonal da umidade efetiva, eficiência termal e concentração da eficiência termal no verão.

### 2.2.1 — Índice de umidade efetiva (IM)

Determina uma grande gama de climas úmidos e climas secos. Este índice pode ser obtido:

— ou através da relação entre os *excedentes* e *déficits* hídricos e a *evapotranspiração potencial*, conforme equação:

$$I_m = \frac{(EXC.100) - (DEF.60)}{EP} \quad \text{onde}$$

EXC = excedente hídrico anual

DEF = deficiência hídrica anual

EP = evapotranspiração potencial anual

— ou através da relação entre o índice de umidade e o índice de aridez, conforme a equação:

$$I_m = I_h - 0,6I_a$$

Os índices de umidade ( $I_h$ ) e de aridez ( $I_a$ ) são obtidos pelas seguintes equações:

$$I_h = 100 \frac{EXC}{EP} \qquad I_a = 100 \frac{DEF}{EP}$$

As duas relações são afetadas por dois fatores de correção: 100 para o EXC e 60 para o DEF. A razão desta diferença decorre do seguinte: na maioria dos lugares o excedente e a deficiência de água ocorrem em estações distintas, e ambos devem ser computados no índice de umidade efetiva. Embora o excedente de uma estação não compense a deficiência em outra, há uma certa tendência à regularização pela existência de reservas mais profundas (umidade no subsolo e, eventualmente, lençóis de água subterrâneos) do que aquelas consideradas no balanço hídrico, e que minimizam os efeitos da deficiência de chuvas, sobretudo se a vegetação comporta plantas vivazes com sistema radicular profundo. Por essas razões o método admite que um excedente de 6 polegadas em uma estação pode amenizar ou, até mesmo, eliminar os efeitos da carência de água da outra estação até um total de 10 polegadas. Isto levou a conceder na equação da umidade efetiva mais peso em relação ao  $I_h$  do que ao  $I_a$ . Conseqüentemente, a relação do  $I_h$  com o  $I_a$  é afetada pelo coeficiente 6/10 (ou 60%).

Os valores do  $I_m$  levam a considerar dois grandes grupos de climas: úmidos ( $I_m$  positivos) e secos ( $I_m$  negativos), os quais, por sua vez, são divididos nas seguintes classes:

GRUPOS	TIPOS CLIMÁTICOS	SÍMBOLOS	ÍNDICE DE UMIDADE
Úmidos.....	Superúmido	A	> 100
	Quarto úmido	$B_4$	100 — 80
	Terceiro úmido	$B_3$	80 — 60
	Segundo úmido	$B_2$	60 — 40
	Primeiro úmido	$B_1$	40 — 20
	Subúmido úmido	$C_2$	20 — 0
Secos.....	Subúmido seco	$C_1$	0 — -20
	Semi-árido	D	-20 — -40
	Árido	E	-40 — -60

### 2.2.2 — Variação sazonal da umidade

Este índice é destinado a marcar o traço dominante do regime anual da umidade do clima. Ele é definido a partir de duas premissas:

— se o lugar pertence ao grupo dos climas úmidos ( $I_m > 0$ ), considera-se o valor do índice de aridez ( $I_a$ ), a importância do déficit de água e a estação durante a qual se verifica este último;

— se o lugar pertence ao grupo dos climas secos ( $I_m \leq 0$ ), considera-se o valor do índice de umidade ( $I_h$ ), a importância do excedente de água e a estação durante a qual se apresenta o excesso, resultando nas seguintes subdivisões:

CLIMAS ÚMIDOS ( $A, B, C_2$ )		ÍNDICES DE ARIDEZ
r	pouco ou nenhum déficit de água.....	0 — 16,7
s	moderada deficiência de água no verão.....	16,7 — 33,3
w	moderada deficiência de água no inverno.....	16,7 — 33,3
$s_2$	grande deficiência de água no verão.....	> 33,3
$w_2$	grande deficiência de água no inverno.....	> 33,3

CLIMAS SECOS ( $C_1, D, E$ )		ÍNDICE DE UMIDADE
d	pouco ou nenhum excedente de água.....	0 — 10
s	moderado excesso de água no inverno.....	10 — 20
w	moderado excesso de água no verão.....	10 — 20
$s_2$	grande excesso de água no inverno.....	> 20
$w_2$	grande excesso de água no verão.....	> 20

### 2.2.3 — Eficiência térmica anual (ET)

Este índice encerra um valor para o crescimento das plantas, e baseia-se numa série de estudos acerca do comportamento fisiológico das plantas e animais em relação à temperatura e o número de horas de radiação de calor solar. Partindo da consideração de que a ação simultânea da temperatura e do comprimento do dia de luz solar constitui o fator mais importante para a agilização do crescimento das plantas e de que a evapotranspiração potencial, segundo sua definição nesse método, varia em função desses dois fatores, a eficiência termal é determinada através do valor da evapotranspiração potencial.

### 2.2.4 — Concentração da eficiência térmica no verão (CETv)

Sua determinação parte do princípio de que, sobre o equador, o comprimento do dia sob ação direta da luz solar é igual durante todo ano; que a temperatura é quase uniforme e, conseqüentemente, a variação sazonal da evapotranspiração potencial é muito pequena. Resulta daí que nenhuma estação deve ser chamada de verão, e a eficiência termal de qualquer trimestre se constituirá em 25% do total anual. Por outro lado, nas regiões polares a estação de crescimento das plantas se confina inteiramente nos meses de verão e a eficiência termal nesses meses se constituirá em 100% do total. Entre esses extremos a concentração da eficiência termal no verão cresce dos climas megatérmicos para os climas de gelo, de 25 a 100%. Esse crescimento resulta, evidentemente, do crescente aumento da duração dos dias no verão e das noites no inverno, com o aumento da latitude.

Foi constatado que existe uma certa relação entre os valores da eficiência termal no verão e a eficiência termal anual. Esta relação é descrita pela equação:

$$CETv = 157,76 - 66,44 \log ET$$

em que CETv é a percentagem da concentração da eficiência termal no verão e ET é o valor do total anual da eficiência termal.

Mediante essas relações são definidos os seguintes tipos climáticos quanto a eficiência termal:

EVAPOTRANSPIRAÇÃO (cm)	TIPOS DE EFICIÊNCIA TÉRMICA	CONCENTRAÇÃO DA EFICIÊNCIA TÉRMICA NO VERÃO (%)	CONCENTRAÇÃO DA EFICIÊNCIA TÉRMICA NO VERÃO (tipo)
114,0.....	Megatérmico A'	48,0	a'
99,7.....	Quarto mesotérmico B' <sub>4</sub>	51,9	b' <sub>4</sub>
85,5.....	Terceiro mesotérmico B' <sub>3</sub>	56,3	b' <sub>3</sub>
71,2.....	Segundo mesotérmico B' <sub>2</sub>	61,6	b' <sub>2</sub>
57,0.....	Primeiro mesotérmico B' <sub>1</sub>	68,0	b' <sub>1</sub>
42,7.....	Segundo microtérmico C' <sub>2</sub>	76,3	c' <sub>2</sub>
28,5.....	Primeiro microtérmico C' <sub>1</sub>	88,0	c' <sub>1</sub>
14,2.....	De tundra D'		
	De gelo E'		



*Situações anômalas* — porém existem situações nas quais essa relação é alterada, caracterizando o que Thornthwaite denomina de “anomalias climáticas” (*abnormals*). A título de exemplificação apresentamos a seguir algumas dessas situações descritas por este autor. Em pequenas ilhas oceânicas e litorais, principalmente nas médias e altas latitudes, os ventos constantes tornam as temperaturas menos mornas no verão e menos frias no inverno. Nas montanhas, igualmente, há uma redução mais ou menos uniforme da temperatura ao longo do ano. Os índices de eficiência termal do verão e do ano são ambos reduzidos, porém em proporções desiguais. Nessas situações a concentração da eficiência térmica no verão é também anormalmente baixa. Ao contrário, em certas áreas a marcha sazonal da temperatura é exagerada. As temperaturas durante o verão são aumentadas pela advecção de ar quente tropical enquanto que em outras as temperaturas do inverno são diminuídas pelas constantes invasões de ar frio de origem polar. Em ambas as situações a eficiência termal no verão é anormalmente grande em relação ao valor da eficiência térmica anual. Para Thornthwaite os desvios dessa relação são demonstrações de climas “anormais” em relação aos climas de outras áreas das mesmas latitudes. São Francisco (USA), por exemplo, tem uma eficiência térmica anual cerca de 68% e uma concentração no verão de 33%. Assim, pela concentração no verão (a') este valor deveria — de acordo com a referida relação entre a ET e a CETv — normalmente, estar compreendido na classe dos climas de tipo megatérmico (A'), entretanto, pelo total anual da eficiência termal ele está compreendido na classe de climas de tipo mesotérmico (B'<sub>1</sub>), portanto, com grande grau de anomalia, uma vez que nessa localidade o tipo B'<sub>1</sub> não é acompanhado pelo seu correspondente normal b'<sub>1</sub>. São Francisco é, pois, um exemplo do chamado clima marítimo e o deslocamento do valor da CETv em relação a sua classe normalmente correspondente é, nas considerações de Thornthwaite, um critério de mensuração do grau de maritimidade do clima.

É muito provável que uma análise sistemática do regime anual de eficiência termal, através da aplicação dessa referida relação matemática no território brasileiro, nos leve a conclusão que o Brasil oferece alguns dos maiores exemplos de “anormalidades” climáticas, ora por um fator ora pela combinação de fatores.

Um estudo realizado para a “Região dos Cerrados”, pelos autores deste trabalho, revelou inúmeros exemplos dessas situações...<sup>5</sup> Não obstante a grande extensão geográfica no sentido meridional — do Equador ao Trópico de Capricórnio — o regime sazonal da eficiência termal nessa região é caracterizado por uma distribuição temporal relativamente uniforme, não apenas nas latitudes equatoriais dos Estados do Maranhão e Piauí, onde normalmente é esperado, mas também nas áreas de latitudes cerca do trópico dos Estados de Mato Grosso do Sul e Minas Gerais: São Luís, Cidade situada a 02°32' Latitude Sul tem uma CETv normalmente muito pequena, 25,41%, enquanto que em Cambuquira (MG), Cidade situada cerca do trópico, à 963 metros de altitude e 21°51' de latitude, tem uma CETv pouco maior que a de São Luís, ou seja, 31,94%. Este último é um valor anormalmente muito baixo — o normal deveria situar-se entre 56,3 e 61,6%.

<sup>5</sup> Nimer, Edmon & Brandão, Ana Maria P. M. — Balanço Hídrico e Clima da Região dos Cerrados — IBGE/SUPREN, jan. 1980. Inédito.

Entretanto, Cambuquira não oferece um exemplo isolado, pelo contrário, quase toda vasta área dessa região situada em latitude cerca do trópico, e até mesmo com alto grau de mesotermia como é o caso de Poços de Caldas (B'<sub>2</sub>) possui uma CETv relativamente muito pequena (a'), demonstrando notáveis desvios da relação ET/CETv. As anomalias de Cambuquira e, principalmente, de Poços de Caldas, devem ser atribuídas à redução das temperaturas no verão, embora isto ocorra nas demais estações do ano. Entretanto, é no verão, que o enfraquecimento da eficiência termal é mais sentido sob a influência da altitude (1.189 m).

Nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil os referidos desvios são igualmente muito importantes. Nessas Regiões a CETv é anormalmente muito pequena em função do forte decréscimo das temperaturas médias mensais nessa estação: nas áreas litorâneas isto se dá pelas freqüentes invasões de ar frio de origem polar; nas superfícies elevadas do planalto meridional, soma-se a este fenômeno, a influência da altitude.

Tais situações não são raras na Região Nordeste. Garanhuns, Cidade situada a 927 metros de altitude, no Estado de Pernambuco oferece um exemplo singular de "anomalia" resultante dos efeitos da altitude. Nessa localidade a ET é de 95% e a CETv é de 30% aproximadamente. Isto equivale dizer que seu clima é mesotérmico do tipo B'<sub>3</sub>, com CETv do tipo a'. Neste caso, o valor "anormal" não deve ser atribuído a CETv, mas ao total anual da ET, uma vez que, para sua latitude de 08°53', é perfeitamente normal o valor da CETv. O que, segundo esse critério é anormal, é o reduzido valor do total anual da ET que, para tal latitude, deveria ser, se convertida ao nível do mar, bem superior ao que realmente se verifica.

#### 2.2.5 — Proposições dos autores

Como se observa, o sistema classificador de climas de Thornthwaite revela apenas uma classe de clima superúmido e, igualmente, uma de clima megatérmico.

Com intuito de enriquecer os resultados conseqüentes da aplicação desse sistema, os autores deste trabalho propõem considerar para as regiões intertropicais tantas classes de climas superúmido e megatérmico quantas forem possíveis. Para isso, utilizando o próprio sistema contábil de inferição do balanço hídrico e a mesma lógica empregada por Thornthwaite para a construção da tipologia climática, reconheceram mais de uma classe de climas superúmidos e de climas megatérmicos.

Não obstante admitirem que a menor ou maior superumidade climática não importa em menor ou maior potencialidade climática de suporte às formações florestais, consideram necessário reconhecer mais de uma classe de climas superúmidos, uma vez que quanto maior for a superumidade definida neste modelo, maior será o potencial de excesso de água, de *runoff*, de enchentes dos rios e do modelado topográfico das bacias. O mesmo raciocínio lógico exercido para demarcar climas baseados no grau de umidade efetiva, pode ser usado para introduzir no modelo original outras classes demarcadoras de tantos climas megatérmicos quantos forem possíveis, utilizando o próprio sistema de inferição da evapotranspiração potencial empregado por Thornthwaite para definir categorias climáticas termais. Desse modo, podemos reco-

reconhecer diversas classes de climas superúmidos e megatérmicos. No Brasil, por exemplo, são revelados quatro classes de climas superúmidos ( $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  e  $A_4$ ) e cinco classes de climas megatérmicos ( $A'_1$ ,  $A'_2$ ,  $A'_3$ ,  $A'_4$  e  $A'_5$ ). Outras proposições dizem respeito ao regime sazonal da umidade, objetivando maior diversificação no interior de cada classe de climas do grupo úmido ( $A$ ,  $B$ ,  $C_2$ ), os autores deste trabalho propõem ainda a distinção entre os climas de pouco déficit de água e os de nenhum déficit. Neste caso, o símbolo ( $r$ ), que no modelo original significa pouco ou nenhum déficit sazonal de água, é substituída por ( $r_1$ ) e passa a representar os climas úmidos ou superúmidos que não possuem qualquer déficit sazonal de água (índice de aridez 0) e os climas caracterizados por pouco déficit sazonal de água (índice de aridez 0 — 16,7) passam a ter ( $r_2$ ) como símbolo.

Da mesma forma e com o mesmo objetivo devem ser reconhecidas as distinções no interior dos climas do grupo seco ( $C_1$ ,  $D$ ,  $E$ ): o símbolo  $d_1$  passa a significar as categorias de climas que não possuem excedente sazonal de água (índice de umidade 0) e  $d_2$  aquelas de pouco excedente (índice de umidade 0 — 10).

Tais proposições conduzem necessariamente aos seguintes quadros classificatórios:

GRUPOS	TIPOS CLIMÁTICOS	SÍMBOLOS	ÍNDICE DE UMIDADE
ÚMIDOS.....	Quarto superúmido	$A_4$	180 — 160
	Terceiro superúmido	$A_3$	160 — 140
	Segundo superúmido	$A_2$	140 — 120
	Primeiro superúmido	$A_1$	120 — 100
	Quarto úmido	$B_4$	100 — 80
	Terceiro úmido	$B_3$	80 — 60
	Segundo úmido	$B_2$	60 — 40
	Primeiro úmido	$B_1$	40 — 20
SECOS.....	Subúmido úmido	$C_2$	20 — 0
	Subúmido seco	$C$	0 — -20
	Semiárido	$D$	-20 — -40
	Árido	$E$	-40 — -60

EVAPOTRANSPIRAÇÃO (cm)	TIPOS DE CLIMA — EFICIÊNCIA TÉRMICA	CONCENTRAÇÃO DA EFICIÊNCIA TÉRMICA NO VERÃO (%)	CONCENTRAÇÃO DA EFICIÊNCIA TÉRMICA NO VERÃO (Símbolo)
171,0.....	Quinto megatérmico $A'_5$	—	$a'$
156,7.....	Quarto megatérmico $A'_4$	—	$a'$
142,5.....	Terceiro megatérmico $A'_3$	—	$a'$
128,2.....	Segundo megatérmico $A'_2$	—	$a'$
114,0.....	Primeiro megatérmico $A'_1$	48,0	$a'$
99,7.....	Quarto mesotérmico $B'_4$	51,9	$b'_4$
85,5.....	Terceiro mesotérmico $B'_3$	56,3	$b'_3$
71,2.....	Segundo mesotérmico $B'_2$	61,6	$b'_2$
57,0.....	Primeiro mesotérmico $B'_1$	68,0	$b'_1$
42,7.....	Segundo microtérmico $C'_2$	76,3	$c'_2$
28,5.....	Primeiro microtérmico $C'_1$	88,0	$c'_1$
14,2.....	De tundra $D'$	—	—
	De gelo $E'$	—	—

Deste modo o quadro de variação da umidade passa a ser o seguinte:

CLIMAS ÚMIDOS (A, B, C <sub>2</sub> )		ÍNDICE DE ARIDEZ
r <sub>1</sub>	nenhum déficit de água.....	0
r <sub>2</sub>	pouco déficit de água.....	0 — 16,7
s	moderada deficiência de água no verão.....	16,7 — 33,3
w	moderada deficiência de água no inverno.....	16,7 — 33,3
s <sub>2</sub>	grande deficiência de água no verão.....	> 33,3
w <sub>2</sub>	grande deficiência de água no inverno.....	> 33,3

CLIMAS SECOS (C <sub>1</sub> , D, E)		ÍNDICE DE UMIDADE
d <sub>1</sub>	nenhum excedente de água.....	0
d <sub>2</sub>	pouco excedente de água.....	0 — 10,0
s	moderado excedente de água no inverno.....	10,0 — 20,0
w	moderado excedente de água no verão.....	10,0 — 20,0
s <sub>2</sub>	grande excedente de água no inverno.....	> 20,0
w <sub>2</sub>	grande excedente de água no verão.....	> 20,0

Em certas regiões intertropicais, principalmente de climas secos, a exemplo do Brasil, a estação de deficiência de água costuma se prolongar por mais de uma estação. Para fins de classificação propomos que neste caso seja observado todo o período de deficiência de água. Se ele abrange principalmente os meses de dias longos (primavera — verão) deve ser eleito o símbolo (s) ou (s<sub>2</sub>), dependendo do grau de deficiência. Se o referido período abrange principalmente estações de noites mais longas (outono e inverno), deve ser eleito o símbolo (w) ou (w<sub>2</sub>).

Existem ainda situações em que há mais de uma estação de deficiência hídrica, intercaladas evidentemente, por mais de uma estação de excedentes. Nestes casos sugerimos seja considerada a estação de seca mais intensa e prolongada. Se esta se verificar no verão, o símbolo eleito deve ser (s) ou (s<sub>2</sub>); se se verificar no inverno, o símbolo deve ser (w) ou (w<sub>2</sub>).

Gostaríamos ainda de tecer mais algumas considerações a este respeito. Em nossa opinião a observância da época sazonal de maior ou menor incidência de secas somente tem validade a partir de 15° de latitude aproximadamente, uma vez que nas latitudes mais baixas a diferença de comprimento entre os dias e as noites é tão reduzida que não exerce quase nenhuma influência sobre a oferta de calor solar. Esta depende muito mais de fatores estritamente climatológicos. Acharnos, portanto, que a determinação de tais símbolos deve ser uma preocupação secundária, devendo ter primazia a explicitação dos meses de sua incidência. Assim procedendo o pesquisador fornecerá informações mais precisas e importantes.

### 3 — INSTRUÇÕES PRÁTICAS PARA COMPUTAÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL, BALANÇO HÍDRICO E TIPOLOGIA CLIMÁTICA

#### 3.1 — Evapotranspiração potencial e balanço hídrico

##### 3.1.1 — Codificação

- Nome da estação climatológica
- Unidade da Federação (UF)
- Latitude-Longitude-Altitude (HP e HZ)
- Período e fonte de informação da TEMP e PRE
- Capacidade máxima de armazenamento de água nos solos (CAD).

##### 3.1.2 — Etapa dos cálculos

###### 3.1.2.1 — Codificação das temperaturas médias mensais e anual (TEMP)

###### 3.1.2.2 — Obtenção da evapotranspiração potencial não-ajustada (EPNAJ) para cada mês — Tabelas 1.1 e 1.2

Cruza-se o valor da temperatura do mês em questão com o valor da temperatura anual. No ponto de cruzamento está o valor da EPNAJ do mês em questão.

Exemplo:  $18,5 \text{ (TEMP mensal)} // 20,0 \text{ (TEMP anual)} = 2,2 \text{ (EPNAJ)}$ .

Observação:

a — Desde que foi constatada certa relação entre o índice anual (I) e a temperatura média anual, a EPNAJ é obtida na tabela 1.1, através da relação entre as médias térmicas mensais e anual.

b — Quando a temperatura mensal for igual ou superior a 26.5°C, procura-se o valor da EPNAJ na tabela 1.2, sem que seja necessário considerar o valor da temperatura anual.

Exemplo:  $27,5 \text{ (TEMP mensal)} \rightarrow 4,8 \text{ (EPNAJ)}$

###### 3.1.2.3 — Obtenção do fator de correção (F. COR) para cada mês — tabela 2 para o Hemisfério Sul e tabela 3 para o Hemisfério Norte

Cruza-se o mês em questão com o valor da latitude da estação climatológica. No ponto de cruzamento está o valor do F. COR do mês em questão.

Exemplo:  $25^{\circ}27' \text{ Lat. S.} \rightarrow 35.1 \text{ (F. COR de janeiro)}$

###### 3.1.2.4 — Obtenção da evapotranspiração potencial ajustada (EP) para cada mês

- multiplica-se a EPNAJ pelo F. COR de cada mês;
- o produto é o valor da EP do mês em questão;
- o somatório das EP mensais nos dá a EP anual,

ou seja:  $EP_i = EPNAJ_i \times F. COR_i$

$$\sum_{i=1}^{12} EP_i = EP$$

**3.1.2.5 — Codificação das precipitações mensais e anual (PRE)**

**3.1.2.6 — Obtenção da precipitação efetiva (PEF)**

- subtração algébrica entre PRE e EP do mês em questão;
- a diferença é o valor da PEF do mês em questão;
- o somatório das PEF mensais nos dá a PEF anual, ou seja,  $PEF_i = PRE_i - EP_i$

$$\sum_{i=1}^{12} PEF_i = PEF \text{ anual}$$

**3.1.2.7 — Obtenção da negativa acumulada (NEGAC) e do armazenamento de água no solo (ARM) para cada mês — tabelas de retenção de água no solo: (4.1, 4.2, 4.3)**

**3.1.2.7.1 — Quando existem duas estações: uma com PEF positiva e outra com PER negativa, a computação é iniciada no primeiro mês de PEF negativa. Pode, entretanto, haver dois procedimentos diferentes para se iniciar a computação**

a — se o somatório algébrico anual das PEF é positivo e o somatório das PEF positivas for igual ou superior a CAD eleita, o valor da NEGAC do mês que antecede ao primeiro mês de PEF negativa é zero. A partir deste mês inicia-se a computação da NEGAC e do ARM dos meses subseqüentes:

— no primeiro mês de PEF negativa o valor da NEGAC é igual ao valor da PEF do mês em questão;

— a NEGAC do mês seguinte é igual a soma da PEF deste mês com a NEGAC do mês anterior;

— procede-se assim até o último mês em que aparecem consecutivos valores negativos para PEF;

— o cálculo do ARM deve ser feito simultaneamente ao da NEGAC, e inicia-se igualmente no primeiro mês que aparece um valor negativo de PEF.

Os ARM são obtidos da seguinte maneira:

— com o valor da NEGAC do mês em questão, procura-se nas tabelas de retenção de umidade no solo, o ARM do mesmo mês, dependendo, evidentemente, do ARM máximo eleito, também chamado “capacidade de campo” (CAD). Este pode ser de 25, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 250, 300 ou 400 milímetros. As tabelas 4.1, 4.2 e 4.3 correspondem as CAD de 100, 200 e 300 milímetros, respectivamente. Estas tabelas contêm nas ordenadas, os valores de NEGAC terminados em zero, e na abscissa os valores de 1 a 9. No ponto de cruzamento desses valores está o valor do ARM.

Exemplo 1: considerando a CAD de 100 milímetros (Tabela 4.1).

— 40 (NEGAC) → 66 (ARM)

— 44 (NEGAC) → 64 (ARM)

Procede-se assim até o último em que aparecem consecutivos valores negativos para PEF.

(\*) Quando, após a série negativa de PEF, sobrevier um valor positivo de PEF, soma-se o valor da PEF positiva deste mês com o ARM do mês anterior. A soma destes corresponde ao valor do ARM do mês em questão.

(\*\*) Com o valor do ARM deste mês, procura-se nos bordos da respectiva tabela o valor da NEGAC deste mesmo mês. No interior da tabela aparecem os valores do ARM. Para cada ARM há um valor correspondente de NEGAC encontrado na ordenada e abcissa, da mesma tabela.

Exemplo 2: considerando a CAD de 100 milímetros (Tabela 4.1).

47 (ARM) → -73 (NEGAC) + (-70) da ordenada + (-3) da abcissa.

b — Se o somatório algébrico anual das PEF for negativo e a soma das PEF positivas for inferior a CAD eleita, a computação das NEGAC e dos ARM mensais é processada de maneira diferente. Procura-se o valor da NEGAC com o qual será iniciada a computação. Para isto deve ser feita uma série de sucessivas aproximações e conversões, conforme exemplo abaixo.

Exemplo 3: elegendo a CAD de 200 milímetros (Tabela 4.2).

VARIÁVEIS	ANO	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO
Precipitação / evapotranspiração.....	-178	11	11	23	6	-19	-30
Negativa acumulada.....	—	-209	-180	-131	(-116)	-135	-165
Armazenamento.....	—	69	80	103	111	101	87

VARIÁVEIS	ANO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
Precipitação / evapotranspiração.....	-178	-83	-75	-45	-7	14	14
Negativa acumulada.....	—	-248	-323	-368	-374	-297	-243
Armazenamento.....	—	57	39	31	30	44	58

— soma-se os valores das PEF negativas. O valor é (-259);

— com este valor (-259), procura-se na tabela o valor do ARM correspondente. Este valor é (54);

— soma-se os valores das PEF positivas. Este valor é (81);

— soma-se o valor do ARM (54) com o valor das PEF positivas (81). Este valor é (135);

— com este valor (135), procura-se na tabela o valor da NEGAC correspondente. Este valor é (-78);

— soma-se este valor (-78) ao total das PEF negativas (-259). Este valor é (-337);

— com este valor (-337), procura-se na tabela o valor do ARM correspondente. Este valor é (36);

— soma-se este valor (36) ao total das PEF positivas (81). Este valor é (117);

— com este valor (117), procura-se na tabela o valor da NEGAC correspondente. Este valor é (-106);

— soma-se este valor (— 106) ao total das PEF negativas (— 259). Este valor é (— 365);

— com este valor (— 365), procura-se na tabela o valor do ARM correspondente. Este valor é (32);

— soma-se este valor (32) ao total das PEF positivas (81). Este valor é (113);

— com este valor (113), procura-se na tabela o valor da NEGAC correspondente. Este valor é (— 113);

— soma-se este valor (— 113) ao total das PEF negativas (— 259). Este valor é (— 372);

— com este valor (— 372), procura-se na tabela o ARM correspondente. Este valor é (30);

— soma-se este valor (30) ao total das PEF positivas (81). Este valor é (111);

— com este valor (111), procura-se na tabela o valor da NEGAC correspondente. Este valor é (— 116).

Este último (— 116) é o valor da NEGAC que deve ser lançado no último mês de PEF positiva e com o qual se inicia a computação dos valores da NEGAC e ARM de cada mês. Este ciclo termina quando se repetir o mesmo valor para o ARM. No exemplo 3, o valor da NEGAC (— 116) é o ponto de partida para o início da computação porque, a partir dele, os ciclos de conversões que se seguem conduzem a um ARM cujo valor é (111). Encontrado o valor da NEGAC com o qual deve ser iniciada a computação, começa-se o cálculo para obtenção da NEGAC e ARM para cada mês. Isto deve ser realizado através de procedimento igual ao do exemplo 1, isto é, com a soma da NEGAC do último mês de PEF positiva (— 116 de abril) ao valor da PEF negativa do mês seguinte (— 19 de maio), obtem-se o valor da NEGAC para o mês em questão (maio). Este valor é (— 135). Com este valor (— 135) procura-se na tabela o valor do ARM correspondente do mesmo mês. Este valor é (101). Proceda-se assim até o último mês de PEF negativa.

Quando, após a série negativa de PEF, sobrevier um valor positivo de PEF, o procedimento para calcular o ARM e a NEGAC é o mesmo descrito para o procedimento 3.1.2.7 a, indicado por asterístico (\*).

c — Se o total anual das PEF é negativo e o total das PEF positivas for igual ou superior a CAD eleita, o procedimento deve ser igual ao descrito em 3.1.2.7.1.a.

### *3.1.2.7.2 — Quando existem duas ou mais estações de PEF positivas e de PEF negativas, pode haver três procedimentos distintos para iniciar a computação*

a — quando o somatório das PEF positivas de cada estação positiva atinge um valor igual ou superior a CAD eleita. Neste caso a computação de NEGAC e ARM pode ser iniciada no primeiro mês de PEF negativa de qualquer estação de PEF negativa. Desse modo, o procedimento para a computação deve ser igual ao descrito para o procedimento 3.1.2.7.1.a;

b — quando apenas uma estação de PEF positiva atinge total igual ou superior a CAD eleita. Neste caso, inicia-se a computação no primeiro mês de PEF negativa, após a série de PEF positiva que atinge



a CAD eleita. Assim sendo, o procedimento para a computação é igual ao descrito para o procedimento 3.1.2.7.1.a, até o último mês de PEF negativa. Quando sobrevier um mês de PEF positiva, o procedimento para a computação deve ser alterado, passando a ser igual ao procedimento descrito em 3.1.2.7.1.a, indicado por asterístico (\*);

c — quando nenhuma estação de PEF positiva possui somatório de valor igual ou superior a CAD eleita. Neste caso o procedimento para a computação é descrito no exemplo 4, elegendo a CAD de 300 mm (Tabela 4.3). Neste, (P) significa PEF positiva, e (N) significa PEF negativa.

Exemplo 4: elegendo a CAD de 300 mm (Tabela 4.3).

VARIÁVEIS	ANO	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO
Precipitação efetiva.....	-333	-129	-91	-27	58	69	53
Negativa acumulada.....	—	-408	-499	-576	-560	-155	-78
Armazenamento.....	—	76	56	51	109	178	231

VARIÁVEIS	ANO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO
Precipitação efetiva.....	-333	-19	-55	-84	104	-88	-125
Negativa acumulada.....	—	-96	-151	-235	-66	-154	-279
Armazenamento.....	—	217	181	156	240	179	117

Neste caso,  $N_1 = -460$ ;  $P_1 = 180$ ;  $N_2 = -157$ ;  $P_2 = 104$ . O total de  $P_1$  e  $P_2$  (284) é menor do que o total de  $N_1$  e  $N_2$  (-617).

Isto significa que a diferença algébrica entre  $P_1$  e  $N_1$  é negativa. Neste caso, para se encontrar o mês com o qual deve ser iniciada a computação, será necessário realizar uma série de sucessivas conversões e aproximações de NEGAC e ARM e vice-versa. A partir dessas conversões é que são definidos os ARM ao fim de cada período úmido (PEF positiva) e seco (PEF negativa). Estas sucessivas conversões devem ser iniciadas a partir do maior valor de N, que passa a ser considerado como sendo o valor de  $N_1$ . No exemplo, este valor é igual a (-460). Com este valor inicia-se os ciclos de sucessivas conversões de NEGAC e ARM, conforme descrição abaixo.

Primeiro ciclo de conversões:

— com o valor da NEGAC (-460), procura-se na tabela o ARM correspondente. Este valor é (64);

— soma-se este valor (64) ao valor de  $P_1$  (180) e obtem-se um novo ARM. Este valor é (244);

— com este valor (244), procura-se na tabela a NEGAC correspondente. Este valor é (-61);

— soma-se este valor (-61) ao valor de  $N_2$  (-157) e obtem-se uma nova NEGAC. Este valor é (-218);

— com este valor (-218), procura-se na tabela o ARM correspondente. Este valor é (144);

— soma-se este valor (144) ao valor de  $P_2$  (104) e obtem-se um novo ARM. Este valor é (248);

— com este valor (248), procura-se nos bordos da tabela a NEGAC correspondente. Este valor é (-57).

Aqui termina o 1.º ciclo de conversões sucessivas com o valor de NEGAC (— 57). Com este será iniciado o 2.º ciclo de conversões.

Segundo ciclo de conversões:

— soma-se este valor (— 57) ao valor de  $N_1$ (— 460) e obtem-se uma nova NEGAC. Este valor é (— 517);

— com este valor (— 517), procura-se na tabela o ARM correspondente. Este valor é (53);

— soma-se este valor (53) ao valor de  $P_1$ (180), obtendo-se um novo ARM. Este valor é (233);

— com este valor (233), procura-se na tabela a NEGAC correspondente. Este valor é (— 75);

— soma-se este valor (— 75) ao valor de  $N_2$ (— 157) e obtem-se uma nova NEGAC. Este valor é (— 232);

— com este valor (— 232), procura-se na tabela o ARM correspondente. Este valor é (138);

— soma-se este valor (138) ao valor de  $P_2$ (104) e obtem-se um novo ARM. Este valor é (242);

— com este valor (242), procura-se na tabela a NEGAC correspondente. Este valor é (— 64);

— com este valor deve ser iniciado o 3.º ciclo de conversões.

Terceiro ciclo de conversões:

— soma-se este valor (— 64) ao valor de  $N_1$ (— 460) e obtem-se uma nova NEGAC. Este valor é (— 524);

— com este valor (— 524), procura-se na tabela o ARM correspondente. Este valor é (51);

— soma-se este valor (51) ao valor de  $P_1$ (180) e obtem-se um novo ARM. Este valor é (231);

— com este valor (231), procura-se na tabela a NEGAC correspondente. Este valor é (— 78);

— soma-se este valor (— 78) ao valor de  $N_2$ (— 157) e obtem-se uma nova NEGAC. Este valor é (— 235);

— com este valor (— 235), procura-se na tabela o ARM correspondente. Este valor é (136);

— soma-se este valor (136) ao valor de  $P_2$ (104) e obtem-se um novo ARM. Este valor é (240);

— com este valor (240), procura-se na tabela a NEGAC correspondente. Este valor é (— 66).

Aqui termina o 3.º ciclo de conversões sucessivas, com o valor de NEGAC (— 66). Com este valor deve ser iniciado o 4.º ciclo de conversões.

Quarto ciclo de conversões:

— soma-se este valor (— 66), ao valor de  $N_1$ (— 460) e obtem-se uma nova NEGAC. Este valor é (— 526);

— com este valor (— 526), procura-se na tabela o ARM correspondente. Este valor é (51).

Com este valor (51), termina o 4.º ciclo de conversões, porque este valor do ARM (51) já foi obtido ao fim da mesma estação, num ciclo anterior. Este valor é então considerado como sendo o valor do ARM do mês correspondente ao valor do total de NEGAC de  $N_1$  (— 460 do mês de março). Com ele inicia-se a computação, conforme procedimento descrito em 1.2.7.1.1. indicado por asterístico (\*). Quando sobrevier um mês de PEF negativa, o procedimento deve ser alterado: procura-se na tabela a NEGAC correspondente ao ARM do último mês de PEF positiva. No exemplo que ora se descreve, o ARM é (231) e a NEGAC correspondente é (— 78). Soma-se este valor (— 78) ao valor da PEF negativa do mês seguinte (— 18). Este é o valor da NEGAC do referido mês (— 96 para o mês de julho). Proceda-se assim até o último de PEF negativa.

**Observação:**

a — nos casos em que a PEF de todos os meses for positiva, a computação de ARM e NEGAC pode ser iniciada por qualquer mês. Nestes casos o valor mensal de ARM para cada mês será o valor da CAD eleita, e a NEGAC de cada mês será zero;

b — nos casos em que a PEF de todos os meses for negativa, a computação pode ser, igualmente, iniciada a partir de qualquer mês. Assim sendo, o valor mensal de ARM de cada mês será zero, e a NEGAC de cada mês será o somatório do valor da PEF negativa do mês em questão com o valor da PEF negativa do mês anterior.

**3.1.2.8 — Processamento da Alteração do ARM (ALTR)**

O valor do ARM está sujeito a alterações mês-a-mês, e essa operação é processada subtraindo o ARM do mês em questão com o ARM do mês anterior. A diferença resultante é denominada de “alteração do armazenamento”.

Observação: O valor anual da ALTR deverá ser sempre zero.

**3.1.2.9 — Obtenção da evapotranspiração real (ER)**

a — no mês em que o valor do ARM é igual à CAD eleita, as ER destes meses serão iguais a EP destes mesmos meses;

b — a ER será também, igual à EP nos meses em que, embora o ARM seja inferior à CAD eleita, a PEF seja positiva nestes mesmos meses;

c — nos meses em que a PEF for negativa, a ER será igual ao somatório da precipitação (PRE) com a ALTR destes mesmos meses, sem considerar o sinal (positivo ou negativo) do valor referente a ALTR.

**3.1.2.10 — Obtenção do déficit de água (DEF)**

O DEF é determinado pela subtração entre EP e ER.

$$DEF = EP - ER$$

**3.1.2.11 — Obtenção do excesso de água (EXC)**

a — o EXC será igual a zero quando o valor do ARM não alcançar a capacidade máxima do solo em armazenar água. Isto é, quando o ARM for inferior à CAD;

b — quando, ao contrário, a água disponível no solo é superior à CAD, o EXC será igual à diferença entre PEF e ALTR.

$$\text{EXC} = \text{PEF} - \text{ALTR}$$

### 3.1.2.12 — Obtenção do runoff (RUN)

O runoff é obtido através da soma do correspondente a 50% do EXC do mês considerado ao valor correspondente a 50% do runoff do mês imediatamente anterior.

$$\text{RUN} = 50\% \text{ EXC}(t) + 50\% \text{ RUN}(t - 1)$$

Entretanto, pode seguir procedimentos diferentes:

3.1.2.12.1 — Quando há apenas uma estação de EXC e uma de DEF, a computação do runoff deve ser iniciada no primeiro mês da estação de EXC

3.1.2.12.2 — Quando há duas ou mais estações de EXC, a computação do runoff deve ser iniciada no primeiro mês de EXC que sucede a estação de DEF maior

3.1.2.12.3 — Quando a estação de EXC for de apenas um mês a computação do runoff deve ser iniciada neste mesmo mês

3.1.2.12.4 — Quando todos os meses do ano possuem EXC, a computação do runoff pode ser iniciada a partir de qualquer mês

Observação:

a — na computação do runoff os valores obtidos para cada mês devem sofrer aproximações, ora para menos, ora para mais;

b — no processamento dos cálculos ocorre, geralmente, que ao retornar ao mês que foi iniciada a computação do runoff, obtém-se para este mês o mesmo valor do runoff com o qual foram iniciados os cálculos. Entretanto, pode ocorrer algumas situações em que isto não se verifica. Nestes casos, a operação deve ser prosseguida até que seja encontrado o mesmo valor do runoff do mês considerado, isto é, até que determinado mês apresente valor idêntico ao obtido neste mesmo mês no ciclo anterior de operação.

## 3.2 — Tipologia climática

### 3.2.1 — Principais índices

#### 3.2.1.1 — Índice de umidade (Ih)

Obtido pela relação percentual entre os totais anuais dos excedentes de água e da evapotranspiração potencial.

$$I_h = \frac{\text{EXC anual} \cdot 100}{\text{EP anual}}$$

### 3.2.1.2 — Índice de aridez (Ia)

Obtido pela relação percentual entre os totais anuais de deficiência de água e da evapotranspiração potencial.

$$Ia = \frac{DEF \text{ anual} \cdot 100}{EP \text{ anual}}$$

### 3.2.1.3 — Índice de umidade efetiva (Im)

Obtido:

quer pela fórmula

$$Im = \frac{(EXC.100) - (DEF.60)}{EP}$$

quer pela fórmula

$$Im = Ih - 0,6 Ia$$

### 3.2.1.4 — Obtenção da eficiência termal anual — (ET)

$$ET = EP \text{ anual}$$

### 3.2.1.5 — Concentração da eficiência termal no verão (CETv)

É a porcentagem do somatório dos valores da EP dos meses de dezembro-janeiro-fevereiro em relação ao total da EP anual (Hemisfério Sul) ou de junho-julho-agosto (Hemisfério Norte), conforme as seguintes equações:

$$CETv = 100 \frac{EP \text{ dez} + EP \text{ jan} + EP \text{ fev}}{EP \text{ anual}}, \text{ para o Hemisfério Sul}$$

$$CETv = 100 \frac{EP \text{ jun} + EP \text{ jul} + EP \text{ ago}}{EP \text{ anual}}, \text{ para o Hemisfério Norte.}$$

## 3.2.2 — Classificação climática

### 3.2.2.1 — Índice de umidade efetiva (Im)

CLASSES DE IM	SÍMBOLOS	TIPOS DE CLIMA
> 160	A <sub>4</sub>	Quarto Superúmido
160 — 140	A <sub>3</sub>	Terceiro Superúmido
140 — 120	A <sub>2</sub>	Segundo Superúmido
120 — 100	A <sub>1</sub>	Primeiro Superúmido
100 — 80	B <sub>4</sub>	Quarto Úmido
80 — 60	B <sub>3</sub>	Terceiro Úmido
60 — 40	B <sub>2</sub>	Segundo Úmido
40 — 20	B <sub>1</sub>	Primeiro Úmido
20 — 0	C <sub>2</sub>	Subúmido Úmido
0 — -20	C <sub>1</sub>	Subúmido Seco
-20 — -40	D	Semi-árido
-40 — -60	E	Árido

Os valores compreendidos nas classes A<sub>4</sub>, A<sub>3</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>1</sub>, B<sub>4</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>1</sub> e C<sub>2</sub> pertencem ao grupo de climas úmidos; os compreendidos nas classes C<sub>1</sub>, D e E pertencem ao grupo de climas secos.

### 3.2.2.2 — Variação sazonal da umidade, como vetor

Com esta variável pode-se definir 12 classes.

3.2.2.2.1 — Seis para os climas úmidos ( $I_m > 0$ ), considerando o valor do índice de aridez ( $I_a$ ) e a estação durante a qual se apresenta o déficit de água. As subdivisões climáticas são, portanto, definidas em termos dos índices de aridez, conforme aparece a seguir

CLIMAS ÚMIDOS (A, B, C <sub>2</sub> )	ÍNDICES DE ARIDEZ
r <sub>1</sub> .....	0 nenhum déficit de água
s <sub>2</sub> .....	0 — 16,7 pouco déficit de água
r.....	16,7 — 33,3 moderada deficiência de água no verão
w.....	16,7 — 33,3 moderada deficiência de água no inverno
s <sub>2</sub> .....	> 33,3 grande deficiência de água no verão
w <sub>2</sub> .....	> 33,3 grande deficiência de água no inverno

#### Observação:

a — nas situações de mais de uma estação seca (meses de déficit de água) deve ser considerada a de seca mais intensa e prolongada;

b — quando os déficits mensais de água se verificarem na primavera (setembro-outubro-novembro para o Hemisfério Sul), considere-os como se fosse verão;

c — quando os déficits mensais se verificarem no outono (março-abril-maio para o Hemisfério Sul), considere-os como se fosse no inverno;

d — nas situações cujo período seco (período de deficiência de água) abrange mais de uma estação, de modo ininterrupto, deve ser considerado o posicionamento dos meses de maior déficit de água.

#### Exemplo:

ESTACÕES DO ANO	MESES DE MAIOR DÉFICIT DE ÁGUA (mm)											
	Dezem- bro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Açosto	Setem- bro	Outu- bro	Novem- bro
Verão.....	—	—	9									
Outono.....				15	16	20						
Inverno.....							40	60	20			
Primavera....						—				18	16	—

Neste exemplo a estação de maior déficit é o inverno.

3.2.2.2.2 — *Seis para os climas secos (Im = 0), considerando o valor do índice de umidade e a estação durante o qual se apresenta o excesso de água. As subdivisões são, portanto, definidas em termos de índice de umidade, conforme mostra a seguir*

CLIMAS SECOS (C <sub>1</sub> , D, E)		ÍNDICE DE UMIDADE (Ih)	
d <sub>1</sub> .....	0	0	nenhum excedente de água
d <sub>2</sub> .....	0	10,0	pouco excedente de água
s.....	10,0	20,0	moderado excedente de água no inverno
w.....	10,0	20,0	moderado excedente de água no verão
s <sub>2</sub> .....	>	20,0	grande excedente de água no inverno
w <sub>2</sub> .....	>	20,0	grande excedente de água no verão

**Observação:**

As considerações observadas para as classes de climas úmidos são válidas para as classes de climas secos. A única diferença consiste em que ao invés de ser considerada a época sazonal do déficit, ou do maior déficit, deve ser considerada a época do excesso, ou do maior excesso.

3.2.2.3 — *Eficiência termal (ET) — que corresponde ao valor da EP anual*

> 1710,0mm	A <sub>5</sub> '	Quinto Megatérmico
1567,0 — 1710,0mm	A <sub>4</sub> '	Quarto Megatérmico
1425,0 — 1567,0mm	A <sub>3</sub> '	Terceiro Megatérmico
1282,0 — 1425,0mm	A <sub>2</sub> '	Segundo Megatérmico
1140,0 — 1282,0mm	A <sub>1</sub> '	Primeiro Megatérmico
997,0 — 1140,0mm	B <sub>4</sub> '	Quarto Mesotérmico
855,0 — 997,0mm	B <sub>3</sub> '	Terceiro Mesotérmico
712,0 — 855,0mm	B <sub>2</sub> '	Segundo Mesotérmico
570,0 — 712,0mm	B <sub>1</sub> '	Primeiro Mesotérmico
427,0 — 570,0mm	C <sub>2</sub> '	Segundo Microtérmico
285,0 — 427,0mm	C <sub>1</sub> '	Primeiro Microtérmico
142,0 — 285,0mm	D'	De tundra
< 142,0mm	E'	De gelo

3.2.2.4 — *Concentração de eficiência termal no verão (CETv) — varia de 25 a 100%*

CLASSES	SÍMBOLOS
< 48,0	a'
48,0 — 51,9	b <sub>4</sub> '
51,9 — 56,3	b <sub>3</sub> '
56,3 — 61,6	b <sub>2</sub> '
61,6 — 68,0	b <sub>1</sub> '
68,0 — 76,3	c <sub>2</sub> '
76,3 — 88,0	c <sub>1</sub> '
> 88,0	d'

### 3.3 — Descrição e análise do balanço hídrico de algumas localidades

Uma tabela de balanço hídrico pode constituir-se numa fonte muito rica de informações, não somente para a pesquisa climatológica e hidrológica, mas também para as demais áreas de investigação sobre

recursos naturais e condições ambientais, convertendo-se, pois, num valioso instrumento de orientação na aplicação de recursos técnicos e financeiros, voltado para o aproveitamento agrícola dos solos.

A análise sistemática de suas variáveis, quando combinadas com informações das demais áreas de investigação do meio ambiente, permite, ao investigador, valiosas deduções e induções sobre a realidade empírica, bem como estabelecer um campo fértil para formulações de hipóteses e induções probabilísticas concernentes, por exemplo, ao regime fluvial, à evolução dos sistemas e processos de erosão dos solos e a produtividade agrícola.

A título de exemplo, incluímos neste trabalho, tabelas e gráficos de balanço hídrico relativos a algumas localidades do território brasileiro, acompanhados de texto descritivo e analítico. Esperamos assim facilitar o leitor, que possui interesse pelo processamento quantitativo do balanço hídrico, a testar seu aprendizado operacional do método.

### TURIAÇU — MA

Situada no extremo norte do Maranhão, o regime sazonal de chuvas da área de Turiaçu é controlado quase que exclusivamente pela dinâmica do posicionamento da convergência intertropical. Tendo seu posicionamento médio no Hemisfério Norte, esta depressão penetra no Maranhão de noroeste para sudeste. Suas incursões nesse Estado começam a adquirir grande importância a partir do verão e se intensificam no outono, quando ocorrem chuvas abundantes e quase diárias.

Embora a estação das chuvas se inicie em dezembro, somente a partir de janeiro ela costuma registrar quantidade superior às necessidades potenciais. Contudo, apesar da precipitação desse mês ser geralmente elevada (141 mm em média) a evapotranspiração potencial é ainda maior (145 mm em média), havendo, pois, um déficit de 4 mm. Além disso, ao iniciar-se o mês de janeiro os solos estão tão deficitários em umidade que, mesmo que haja chuvas suficientes para compensar a evapotranspiração, seu excesso é totalmente utilizado no processo de reposição aos solos. Nessas condições não há excesso de água, porém não há déficit considerável e o *runoff* é insignificante. Somente em fevereiro, com precipitação normal de 260 mm, os solos têm sua estocagem potencial alcançada, e o excesso de precipitação, de 133 mm, resulta em excesso hídrico nos solos de 33 mm, dos quais, 50% é liberado para alimentar o escoamento superficial.

Assim é que, em Turiaçu, enquanto o ano agrícola pode iniciar-se mais seguramente em janeiro, a estação de excedente hídrico e de cheias fluviais inicia-se em fevereiro. Em março e abril a precipitação alcança valores superelevados, normalmente acima de 400 mm para cada mês. Considerando que nessa época os solos já devem estar saturados de água, todo excesso de precipitação (cerca de 300 mm por mês) resulta em volume impressionante de água liberada para o escoamento superficial igual ou maior, em abril e maio, do que os excessos dos meses em questão, uma vez que, ao volume de água liberada para o *runoff* nesses meses, é adicionado parte do *runoff* dos meses anteriores procedentes das áreas à montante da localidade. Estas são as razões que fazem de março, abril e maio, meses de enchentes, as quais podem causar severos prejuízos à economia. Embora haja declínio de precipitações e de *runoff*, essa situação perdura até julho, perfazendo um total de excedente de 975 mm.



A partir de agosto as precipitações decrescem bruscamente. Contudo neste mês o déficit de água para as plantas é muito pequeno em virtude do volume de água estocado nos solos ao findar o mês de julho. Assim, o primeiro mês de insuficiência de chuvas revela um déficit para as plantas, de apenas 19mm. A partir de setembro, entretanto, as precipitações são tão inferiores às necessidades potenciais da evapotranspiração que, não obstante a existência de alguma umidade disponível nos solos até o quarto mês (outubro), o terceiro mês da estação seca apresenta um déficit de água muito grande (124 mm). Isto faz com que o *runoff* fique muito reduzido durante os três últimos meses da estação de déficit (outubro-novembro-dezembro). Dessa maneira, por quatro a cinco meses, a agricultura nessas áreas só poderá ter suprimento de água em quantidade necessária pela prática de irrigação. O mês de janeiro tem ainda grandes probabilidades de ser igualmente muito seco. Durante esses meses os solos costumam ficar inteiramente sem umidade, e, somente as árvores do cerrado, dotadas de sistema radicular profundo, podem suprir-se a partir dos lençóis de água das camadas mais profundas do subsolo. Assim, não obstante a existência de uma estação de grandes excedentes de água, há sempre uma outra que, apesar de algumas chuvas, possui evapotranspiração potencial tão grande, que torna a demanda de água muito superior à quantidade ofertada pela atmosfera.

Resulta daí que o clima dessas áreas é do tipo Segundo Úmido ( $B_2$ ) com grande excesso de água de fevereiro a julho (975 mm), concentrados, sobretudo, em março-abril-maio. A seca sazonal, entretanto, é bem marcante, notadamente, na primavera e início do verão, quando há um moderado (quase grande) déficit de água(s). Do ponto de vista termal, a elevada eficiência da radiação solar durante todo ano, torna o clima dessas áreas muito quente — quarto megatérmico ( $A'_4$ ).

#### TERESINA E UNIÃO — PI

Situadas às margens do rio Parnaíba, muito próximas entre si, e em altitudes muito baixas, os regimes hídricos sazonais de ambas localidades são praticamente iguais, bem como o clima de suas áreas que margeam o rio Parnaíba.

A estação de deficiência hídrica inicia-se em maio e estende-se até dezembro. Porém, ao terminar a estação úmida (abril) os solos se encontram geralmente plenos em reservas de água, motivo pelo qual a grande deficiência de chuvas no mês de maio é quase completamente compensada pela disponibilidade de água nos solos. Resulta daí que a deficiência hídrica no primeiro mês da estação de precipitação efetiva negativa é de apenas 9 e 5 mm, respectivamente. Entretanto, a queda vertiginosa da pluviosidade, a partir de junho, faz com que o segundo mês seja caracterizado por profundo débito de água para as plantas: 75 e 64 mm, respectivamente. De julho a novembro a situação torna-se mais rude: o decréscimo contínuo de precipitação e a exaustão dos estoques de água nos solos fazem os déficits de cada um desses meses ultrapassarem o valor de 100 mm, para atingir, em setembro e outubro, cerca de 140 mm. Nesses meses (primavera e início de verão) o *runoff* adquire importância somente nos dias de chuvas expressivas que, aliás, são muito raras nessa época do ano. Conseqüentemente, é nesta estação que os níveis de água dos rios descem drasticamente, e os leitos dos cursos curtos podem ficar quase inteiramente secos. Com a chegada

das chuvas em janeiro (média de 170 mm), inicia-se a estação de precipitação efetiva positiva. Entretanto, esta não é suficiente para formar excessos de água para plantas, uma vez que os solos, por se acharem completamente secos ao fim de dezembro, não permitem que o excedente de chuva (cerca de 30 mm em média) armazene mais do que 30% do que é capaz. Conseqüentemente, o mês de janeiro embora não seja deficitário em água, não tem excesso, o *runoff* é ainda insignificante e os rios continuam em fase de vazante.

Graças as suas chuvas abundantes, somente o trimestre de fevereiro, março, abril é caracterizado por excessos hídricos muito além das necessidades biológicas da vegetação (cerca de 300 mm em março e abril), dos quais, mais de 70% é liberado para o escoamento superficial. Deste modo, as cheias do rio Paraíba, alimentada pelo excedente da bacia à montante, são, na região de Teresina e União, superabastecidas pelo *runoff* de sua própria região. Resultam daí as violentas cheias que tantos danos provocam nos anos excepcionalmente chuvosos.

Apesar das grandes excedentes (cerca de 300 mm em média) e do elevado índice de umidade da curta estação úmida, o clima dessas áreas é subúmido seco (C1). Não obstante muito distante da fronteira de clima semi-árido, a estação biologicamente seca da área de Teresina e União é normalmente longa (8 meses) e profundamente deficitária em água (cerca de 750 mm em média) e sua aridez é muito marcante.

Do ponto de vista termal o clima é dos mais quentes, quinto megatérmico (A<sub>5</sub>).

#### PORTO NACIONAL — GO

Situada na bacia do rio Tocantins, em níveis altimétricos muito baixos, o balanço hídrico dessa localidade é muito representativo das áreas setentrionais de Goiás.

Embora o ano agrícola possa ser iniciado em outubro, suas chuvas (cerca de 140 mm) não são suficientes para tornar esse mês efetivamente úmido. A carência quase absoluta de umidade nos solos, ao findar o mês de setembro, faz com que esse mês seja deficitário em água. Normalmente a precipitação efetiva torna-se positiva em novembro (98 mm) e os solos são abastecidos até quase sua saturação. Não há déficit hídrico, mas também não chega a formar excedente. A manutenção das freqüentes e fortes chuvas de dezembro a março (acima de 220 mm para cada mês) resulta em notáveis excedentes de água (superior a 100 mm em cada mês). Embora dezembro e janeiro sejam os meses de maiores excedentes, fevereiro e março são os de maiores possibilidades de grandes enchentes fluviais, pelo acúmulo do *runoff*. Os efeitos dos excessos nessa estação (dezembro a março) são muito expressivos por tratar-se de áreas baixas e marginais a rios de vastas bacias, principalmente a área de Porto Nacional, cuja Cidade fica na margem direita do rio Tocantins. Durante a estação de excedente hídrico, o volume de água excedente às necessidades potenciais é de 593 mm.

A partir de maio inicia-se a estação cuja precipitação é quase sempre inferior à evapotranspiração potencial. Contudo, os estoques de água disponíveis nos solos durante esse mês fazem com que a evapotranspiração real seja pouco inferior à potencial. Conseqüentemente, o primeiro mês de precipitação efetiva negativa não é muito deficiente em termos de suprimento de água para as

plantas. Entretanto, o forte decréscimo de chuvas a partir de maio, agrava-se nos quatro meses que se seguem de tal forma que os déficits de água nos solos chegam a alcançar valores mensais superiores a 100 mm. Nessa época o *runoff* é insignificante e as vazantes dos rios alcançam seus níveis mais baixos. Apesar das condições de pluviosidade em outubro serem semelhantes àquelas dos meses mais chuvosos, suas chuvas não são suficientes para completar a capacidade de campo, e as plantas ainda não têm a oferta plena de água de que necessitam. Somente em novembro, a evapotranspiração real se iguala a potencial quando a precipitação efetiva sobe a níveis cerca de 100 mm.

Seu clima é dos mais típicos da região dos cerrados. Existem com bastante regularidade duas estações profundamente distintas: uma muito chuvosa e de grandes excedentes de água, e outra muito marcada por deficiência hídrica. Resulta daí seu clima Primeiro Úmido ( $B_1$ ) com grande excedente de água de dezembro a abril e moderado a grande déficit hídrico de maio a outubro, sobretudo de junho a setembro (w). O índice de umidade efetiva de 20,94 revela que Porto Nacional está muito próximo à fronteira do clima subúmido. Do ponto de vista da eficiência termal seu clima é quente do tipo terceiro megatérmico ( $A_3$ ).

#### PONTA PORÃ — MS

Situada ao sul de Mato Grosso do Sul, sobre a superfície de Ambaí, entre 500 a 700 metros de altitude, o balanço hídrico dessa localidade, embora específico dessa superfície, tem muitos traços em comum com o balanço hídrico de todo o Estado.

Uma importante característica comum a toda área de Mato Grosso do Sul reside no fato de que, por mais longa que seja a estação de precipitação inferior à necessidade potencial, sua deficiência é relativamente pequena, se comparada a outras regiões do Brasil Central. Os motivos dessa aparente incoerência, que por sinal é favorável às atividades agrícolas, são as seguintes: 1.<sup>o</sup> — o posicionamento latitudinal desse Estado permite um decréscimo considerável das temperaturas mensais, sobretudo no inverno. Esta circunstância reduz a eficiência termal no que diz respeito à evapotranspiração potencial e, conseqüentemente, à necessidade de água para as plantas; 2.<sup>o</sup> — o período sazonal de menor precipitação (outono e inverno) é o mais frio e, portanto, o de menor demanda ambiental de água; 3.<sup>o</sup> — é justamente nesse período, especialmente no inverno, que toda essa área é mais atingida por frentes frias de origem polar que, além de provocarem grandes quedas na temperatura, trazem geralmente, algumas chuvas, por vezes até abundantes. Tais aspectos favoráveis são maximizados no sentido norte-sul e nas áreas elevadas das serras e chapadas.

O balanço hídrico sazonal em Ponta Porã é um bom exemplo do progressivo favorecimento climático mencionado. Na superfície de Amambaí, normalmente, nenhum mês registra deficiência de água para as plantas e apenas em agosto não há, normalmente, excedente hídrico. Apesar das condições climáticas se manterem úmidas durante todo o ano, o regime mês a mês do balanço hídrico não é uniforme. Em julho e agosto há quase sempre pluviosidade relativamente baixa (100 mm em média para os dois meses), enquanto que de outubro a março o total médio de cada mês é superior a 150 mm, alcançando valores cerca de 200 mm em outubro. Considerando que a umidade contida nos solos

permanece quase todo ano no limiar de sua capacidade máxima, todo excedente das precipitações de cada mês é liberado para o *runoff*. Contudo, por ser essa área divisora de águas para as bacias dos rios Paraná e Paraguai, não há possibilidade de enchentes graves.

Seu clima é Terceiro Úmido ( $B_3$ ) sem qualquer déficit mensal de água ( $r_1$ ), nem mesmo na estação menos chuvosa (inverno). Possui, ao contrário, 11 meses de excedentes hídricos, os quais perfazem um total médio anual de 679mm. Quanto ao regime térmico, este é dos mais agradáveis. A probabilidade de registro de valores térmicos diários muito elevados é pequena, até mesmo no verão, e a ocorrência de temperaturas próximas de zero grau centígrado, fica limitada a alguns poucos dias durante o inverno. Nessas situações as temperaturas mínimas costumam ser acompanhadas de tempo bom e ar seco, com ocorrências de geadas nas noites que sucedem a passagem de frentes frias, excepcionalmente muito poderosas. Contudo, as temperaturas predominantes oscilam em torno de 22°C na primavera e outono, 23°C no verão e 17°C no inverno. Trata-se pois, de um clima muito influenciado por fatores locais representados pela altitude relativamente alta. A estes fatores soma-se o seu posicionamento em latitudes próximas da zona temperada, sob o trajeto usual de sucessivos avanços dos sistemas frontais de circulação atmosférica, cuja instabilidade do tempo é agravada pela topografia do lugar. Conseqüentemente, o clima dessa área é quarto mesotérmico ( $B'_4$ ), próximo à fronteira da terceira classe.

#### BARRA — BA

O balanço hídrico da área de Barra é muito semelhante ao que se verifica em quase todo vale do rio São Francisco no Estado da Bahia, excluindo as áreas do baixo curso situadas ao norte — por serem, estas, mais secas — e as situadas no extremo sul desse vale — por serem, estas, mais úmidas.

A taxa de evapotranspiração potencial mantém-se muito alta durante todo ano. Somente em junho-julho ela é inferior a 100mm, em contrapartida, se coloca cerca de 150mm mensais de outubro a janeiro. Enquanto isso, a precipitação, relativamente alta de novembro a março, é sucedida por um longo período de chuvas insignificantes, de abril a outubro, e de ausência, quase sempre completa, de junho a agosto. Enquanto a necessidade potencial de água para os ambientes é de 1.582 mm por ano, a média da precipitação anual é de 696mm, resultando, portanto, num déficit anual de 886 mm.

Embora haja uma estação razoavelmente chuvosa, de novembro a março, esta não pode ser considerada uma estação úmida, uma vez que, até mesmo nessa época, a precipitação efetiva mantém-se em níveis negativos. Isto decorre do fato de que, ao mesmo tempo que aumentam as chuvas, aumenta também a evapotranspiração potencial. Dezembro é o único mês que tem boa probabilidade de ter excedente pluviométrico. Resulta daí que no vale do São Francisco, na Bahia, não há, normalmente, possibilidade de haver excedente hídrico em qualquer mês. Nesta situação o *runoff* somente se verifica nos dias de pesadas chuvas que, por sinal, não são muito comuns. Conseqüentemente, nessas áreas, as enchentes nos rios de médio ou longo cursos são devidas mais às quedas excessivas de chuvas, que não são raras em suas cabeceiras (verão ou outono) do que das precipitações em suas próprias áreas. Esses rios, por sinal, são os únicos que se mantêm perenes durante todo o ano.

Seu clima é semi-árido (D) sem qualquer excedente hídrico ( $d_1$ ) embora em anos excepcionalmente úmidos possa haver algum excesso de água, principalmente em dezembro. Os solos se mantêm deficitários em umidade durante todo o ano, até mesmo nos meses mais chuvosos. A razoável redução do tempo diurno e da temperatura média em junho e julho não é suficiente para diminuir consideravelmente a eficiência termal, razão pela qual seu clima é muito quente — quarto megatérmico ( $A'_4$ ).

TABELA 1.1

**VALORES DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL DIÁRIA NÃO-AJUSTADA (mm), SEGUNDO DIFERENTES TEMPERATURAS MÉDIAS (°C)**

(continua)

TEMPERATURA MÉDIA MENSAL (°C)	TEMPERATURA MÉDIA ANUAL (mm)									
	12,5	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0
6,5	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4
7,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4
7,5	0,9	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5
8,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6
8,5	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6
9,0	1,2	1,1	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	0,6	0,7	0,7
9,5	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8
10,0	1,4	1,3	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8
10,5	1,4	1,4	1,4	1,2	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9
11,0	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,1	1,1	1,0	1,0
11,5	1,6	1,5	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0
12,0	1,7	1,6	1,6	1,5	1,4	1,4	1,3	1,9	1,2	1,1
12,5	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,2
13,0	1,9	1,8	1,8	1,8	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5	1,3
13,5	2,0	1,9	1,9	1,8	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5	1,4
14,0	2,0	2,0	1,9	1,8	1,8	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5
14,5	2,1	2,1	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,7	1,6
15,0	2,2	2,2	2,1	2,0	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7
15,5	2,3	2,3	2,2	2,1	2,1	2,0	1,9	1,9	1,9	1,8
16,0	2,4	2,4	2,3	2,2	2,2	2,1	2,0	2,0	2,0	1,9
16,5	2,5	2,5	2,4	2,3	2,3	2,2	2,1	2,1	2,0	1,9
17,0	2,6	2,6	2,5	2,4	2,4	2,3	2,2	2,2	2,1	2,0
17,5	2,7	2,7	2,6	2,5	2,5	2,4	2,3	2,3	2,3	2,2
18,0	2,8	2,8	2,7	2,6	2,6	2,5	2,4	2,4	2,4	2,3
18,5	2,9	2,9	2,8	2,7	2,7	2,6	2,5	2,5	2,5	2,4
19,0	3,0	3,0	2,9	2,8	2,8	2,7	2,6	2,6	2,6	2,5
19,5	3,1	3,1	3,0	2,9	2,9	2,8	2,7	2,7	2,7	2,6
20,0	3,2	3,2	3,1	3,0	3,0	3,0	2,9	2,8	2,8	2,8
20,5	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2	3,1	3,0	3,0	3,0	2,9
21,0	3,4	3,4	3,3	3,3	3,3	3,2	3,1	3,1	3,1	3,0
21,5	3,5	3,5	3,4	3,4	3,4	3,3	3,2	3,2	3,2	3,1
22,0	3,6	3,6	3,5	3,5	3,4	3,4	3,3	3,3	3,3	3,3
22,5	3,7	3,7	3,6	3,6	3,6	3,5	3,5	3,4	3,4	3,4
23,0	3,8	3,8	3,8	3,7	3,7	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6
23,5	3,9	3,9	3,9	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,7	3,7
24,0	4,0	4,0	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,8	3,8
24,5	4,1	4,1	4,1	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,9	3,9
25,0	4,2	4,2	4,2	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,0
25,5	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,2	4,2	4,2	4,2
26,0	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4

TABELA 1.1

**VALORES DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL DIÁRIA  
NÃO-AJUSTADA (mm), SEGUNDO DIFERENTES TEMPERATURAS  
MÉDIAS (°C)**

(continua)

TEMPERATURA MÉDIA MENSAL (°C)	TEMPERATURA MÉDIA ANUAL (mm)									
	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0
6,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
7,0	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
7,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
8,0	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
8,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
9,0	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3
9,5	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4
10,0	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4
10,5	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5
11,0	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,7	0,6	0,5
11,5	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6
12,0	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6
12,5	1,2	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7
13,0	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8
13,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9
14,0	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	0,9
14,5	1,6	1,5	1,4	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
15,0	1,7	1,6	1,5	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,1	1,1
15,5	1,8	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2
16,0	1,9	1,8	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5	1,4	1,4	1,3
16,5	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5	1,5	1,4
17,0	2,0	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5
17,5	2,2	2,1	2,0	2,0	1,9	1,9	1,8	1,7	1,7	1,6
18,0	2,3	2,3	2,2	2,1	2,1	2,0	2,0	1,9	1,8	1,8
18,5	2,4	2,4	2,3	2,2	2,2	2,2	2,1	2,0	1,9	1,9
19,0	2,5	2,5	2,4	2,4	2,3	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9
19,5	2,6	2,6	2,5	2,5	2,4	2,4	2,3	2,2	2,2	2,1
20,0	2,8	2,8	2,8	2,6	2,5	2,4	2,4	2,3	2,3	2,2
20,5	2,9	2,9	2,8	2,8	2,7	2,7	2,6	2,5	2,5	2,4
21,0	3,0	3,0	2,9	2,9	2,8	2,8	2,7	2,7	2,7	2,6
21,5	3,1	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8	2,7
22,0	3,3	3,3	3,1	3,1	3,1	3,1	3,0	3,0	3,0	2,9
22,5	3,4	3,4	3,3	3,3	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1	3,1
23,0	3,6	3,6	3,5	3,5	3,4	3,4	3,3	3,3	3,3	3,3
23,5	3,7	3,7	3,6	3,6	3,6	3,6	3,5	3,4	3,4	4,5
24,0	3,8	3,8	3,7	3,7	3,7	3,7	3,6	3,5	3,5	3,5
24,5	3,9	3,9	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,7	3,7	3,7
25,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,9	3,9	3,9
25,5	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,1	4,1	4,1
26,0	4,3	4,3	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,3	4,3	4,3

TABELA 1.1

**VALORES DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL DIÁRIA  
NÃO-AJUSTADA (mm), SEGUNDO DIFERENTES TEMPERATURAS  
MÉDIAS (°C)**

(conclusão)

TEMPERATURA MÉDIA MENSAL (°C)	TEMPERATURA MÉDIA ANUAL (mm)									
	22,5	23,0	23,5	24,0	24,5	25,0	25,5	26,0	26,5	27,0
9,0	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
9,5	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
10,0	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1
10,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
11,0	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
11,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
12,0	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2
12,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3
13,0	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3
13,5	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3
14,0	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4
14,5	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4
15,0	1,0	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5
15,5	1,1	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6
16,0	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7
16,5	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8
17,0	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9
17,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9
18,0	1,7	1,6	1,5	1,5	1,4	1,2	1,1	1,1	1,1	1,0
18,5	1,8	1,7	1,6	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1
19,0	1,8	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3
19,5	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5
20,0	2,1	2,1	2,0	2,0	2,0	1,9	1,8	1,8	1,7	1,7
20,5	2,4	2,3	2,2	2,2	2,1	2,1	2,0	2,0	1,9	1,9
21,0	2,5	2,4	2,3	2,3	2,3	2,2	2,2	2,2	2,1	2,1
21,5	2,6	2,5	2,4	2,4	2,4	2,3	2,3	2,3	2,2	2,2
22,0	2,8	2,7	2,6	2,6	2,6	2,5	2,5	2,5	2,4	2,4
22,5	3,0	2,9	2,8	2,6	2,8	2,7	2,7	2,6	2,6	2,6
23,0	3,2	3,2	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9	2,8	2,8	2,8
23,5	3,4	3,3	3,2	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1	3,0	3,0
24,0	3,5	3,4	3,3	3,3	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2	3,2
24,5	3,7	3,6	3,5	3,5	3,5	3,5	3,4	3,4	3,4	3,4
25,0	3,9	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,7	3,7	3,7	3,7
25,5	4,1	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
26,0	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3

TABELA 1.2

**EVAPOTRANSPIRAÇÃO DIÁRIA, NÃO-AJUSTADA SEGUNDO  
TEMPERATURA MÉDIA MENSAL IGUAL OU SUPERIOR  
A 26,5°C (EP DIÁRIA mm)**

TEMPERATURA MENSAL	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
	EP DIÁRIA mm									
,0	4,3	4,6	4,9	5,2	5,4	5,6	5,8	5,9	6,0	6,1
,5	4,5	4,8	5,1	5,3	5,5	5,7	5,8	6,0	6,1	6,1

As tabelas 1.1 e 1.2 de C.W. Thornthwaite, preparadas para graus centígrados por A. Paes de Camargo (contribuição para a determinação da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo. Bragância, 21(12), São Paulo, 1962).

TABELA 2

**FATORES DE CORREÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO TABULAR  
DIÁRIA (TABELA 1.1), PARA OBTENÇÃO DA  
EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL MENSAL, AJUSTADA  
SEGUNDO O NÚMERO DE DIAS DO MÊS E A DURAÇÃO  
MÉDIA DO DIA, NOS VÁRIOS MESES E LATITUDES  
DO HEMISFÉRIO SUL**

LATITUDES SUL	JA-NEIRO	FEVE-REIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEM-BRO	OUTU-BRO	NOVEM-BRO	DEZEM-BRO
0°	31,2	28,2	31,2	30,3	31,2	30,3	31,2	31,2	30,3	31,2	30,3	31,2
1	31,2	28,2	31,2	30,3	31,2	30,3	31,2	31,2	30,3	31,2	30,3	31,2
2	31,5	28,2	31,2	30,3	30,9	30,0	31,2	31,2	30,3	31,2	30,6	31,5
3	31,5	28,5	31,2	30,0	30,9	30,0	30,9	31,2	30,0	31,2	30,6	31,5
4	31,8	28,5	31,2	30,0	30,9	29,7	30,9	30,9	30,0	31,5	30,6	31,8
5	31,8	28,5	31,2	30,0	30,6	29,7	30,6	30,9	30,0	31,5	30,9	31,9
6	31,8	28,8	31,2	30,0	30,6	29,4	30,6	30,9	30,0	31,5	30,9	32,1
7	32,1	28,8	31,2	30,0	30,6	29,4	30,3	30,6	30,0	31,5	30,9	32,4
8	32,1	28,8	31,5	29,7	30,3	29,1	30,3	30,6	30,0	31,8	31,2	32,4
9	32,4	29,1	31,5	29,7	30,3	29,1	30,0	30,6	30,0	31,8	31,2	32,7
10	32,4	29,1	31,5	29,7	30,3	28,8	30,0	30,3	30,0	31,6	31,5	33,0
11	32,7	29,1	31,5	29,7	30,0	28,8	29,7	30,3	30,0	31,8	31,5	33,0
12	32,7	29,1	31,5	29,7	30,0	28,5	29,7	30,3	30,0	31,8	31,8	33,3
13	33,0	29,4	31,5	29,4	29,7	28,5	29,4	30,0	30,0	32,1	31,8	33,3
14	33,3	29,4	31,5	29,4	29,7	28,2	29,4	30,0	30,0	32,1	32,1	33,6
15	33,6	29,4	31,5	29,4	29,4	28,2	29,1	30,0	30,0	32,1	32,1	33,6
16	33,6	29,7	31,5	29,4	29,4	27,9	29,1	30,0	30,0	32,1	32,1	33,9
17	33,9	29,7	31,5	29,4	29,1	27,9	28,8	29,7	30,0	32,1	32,4	33,9
18	33,9	29,7	31,5	29,1	28,1	27,6	28,8	29,7	30,0	32,4	32,4	34,2
19	34,2	30,0	31,5	29,1	28,8	27,6	23,5	29,7	30,0	32,4	23,7	34,2
20	34,3	30,0	31,5	29,1	28,8	27,3	28,5	29,7	30,0	32,4	32,7	34,5
21	34,5	30,0	31,5	29,1	28,6	29,3	28,2	29,7	30,0	32,4	32,7	34,5
22	34,5	30,0	31,5	29,1	28,5	27,0	28,2	29,4	30,0	32,7	33,0	34,8
23	34,8	30,3	31,5	28,8	28,5	26,7	27,9	29,4	30,0	32,7	33,0	35,1
24	35,1	30,3	31,5	28,8	28,2	26,7	27,9	29,4	30,0	32,7	33,3	35,1
25	35,1	30,3	31,5	28,8	28,2	26,4	27,9	29,4	30,0	33,0	33,3	35,4
26	35,4	30,6	31,5	28,8	28,2	26,4	27,6	29,9	30,0	33,0	33,6	35,4
27	35,4	30,6	31,5	28,8	27,9	26,1	27,6	29,1	30,0	33,3	33,6	35,7
28	35,7	30,6	31,8	28,5	27,9	25,8	27,3	29,1	30,0	33,3	33,9	36,0
29	35,7	30,9	31,8	28,5	27,6	25,8	27,3	28,8	30,0	33,3	33,9	36,0
30	36,0	30,9	31,8	38,5	27,6	25,5	27,0	28,8	30,0	33,6	34,2	36,3
31	36,3	30,9	31,8	28,5	27,3	25,2	27,0	28,8	30,0	33,6	34,5	36,6
32	36,3	30,9	31,8	28,5	27,3	25,2	26,7	28,5	30,0	33,6	34,5	36,9
33	36,6	31,2	31,8	28,2	27,0	24,9	26,4	28,5	30,0	33,9	34,8	36,9
34	36,6	31,2	31,8	28,2	27,0	24,9	26,4	28,5	30,0	33,9	34,8	37,2
35	36,9	31,2	31,8	28,2	26,7	24,6	26,1	28,2	30,0	33,9	35,1	37,5
36	37,2	31,5	31,8	28,2	26,7	24,3	25,8	28,2	30,0	34,2	35,4	37,8
37	37,5	31,5	31,8	29,2	26,4	24,0	25,5	27,9	30,0	34,2	35,7	38,1
38	37,5	31,5	32,1	27,9	26,1	24,0	25,5	27,9	30,8	34,2	35,7	38,1
39	37,8	31,8	32,1	27,9	26,1	23,7	25,2	27,9	30,0	34,5	36,0	38,4

FONTE — Tabela de C.W. Thornthwaite & J.R. Mather, op. cit. (3).



TABELA 3

**FATORES DE CORREÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO TABULAR  
DIÁRIA (TABELA 1.1), PARA OBTENÇÃO DA  
EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL MENSAL, AJUSTADA  
SEGUNDO O NÚMERO DE DIAS DO MÊS E A DURAÇÃO MÉDIA  
DO DIA, NOS VÁRIOS MESES E LATITUDES  
DO HEMISFÉRIO NORTE**

LATITUDES NORTE	JA- NEIRO	FEVE- REIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEM- BRO	OUTU- BRO	NOVEM- BRO	DEZEM- BRO
0°	31,2	28,2	31,2	30,3	31,2	30,3	31,2	31,2	31,2	31,2	30,3	31,2
1	31,2	28,2	31,2	30,3	31,2	30,3	31,2	31,2	30,3	31,2	30,3	31,2
2	31,2	28,2	31,2	30,3	31,5	30,6	31,2	31,2	30,3	31,2	30,0	30,9
3	30,9	28,2	30,9	30,3	31,5	30,6	31,5	31,2	30,3	31,2	30,0	30,9
4	30,9	27,9	30,9	30,6	31,8	30,9	31,5	31,5	30,3	30,9	30,0	30,6
5	30,6	27,9	30,9	30,6	31,8	30,9	31,8	31,5	30,3	30,9	29,7	30,6
6	30,6	27,9	30,9	30,6	31,8	31,2	31,8	31,5	30,3	30,9	29,7	30,3
7	30,3	27,6	30,9	30,6	32,1	31,2	32,1	31,8	30,3	30,9	29,7	30,3
8	30,3	27,6	30,9	30,9	32,1	31,5	32,1	31,8	30,6	30,6	29,4	30,0
9	30,0	27,6	30,9	30,9	32,4	31,5	32,4	31,8	30,6	30,6	29,4	30,0
10	30,0	27,3	30,9	30,9	32,4	31,8	32,4	32,1	30,6	30,6	29,4	29,7
11	29,7	27,3	30,9	30,9	32,7	31,8	32,7	32,1	30,6	30,6	29,1	29,7
12	29,7	27,3	30,9	31,2	32,7	32,1	33,0	32,1	30,6	30,3	29,1	29,4
13	29,4	27,3	30,9	31,2	33,0	32,1	33,0	32,4	30,6	30,3	28,8	29,4
14	29,4	27,3	30,9	31,2	33,0	32,4	33,3	32,4	30,6	30,3	28,8	29,1
15	29,1	27,3	30,9	31,2	33,3	32,4	33,6	32,4	30,6	30,3	28,5	29,1
16	29,1	27,3	30,9	31,2	33,3	32,7	33,6	32,7	30,6	30,3	29,5	28,8
17	28,8	27,3	30,9	31,5	33,6	32,7	33,9	32,7	30,6	30,0	28,2	28,8
18	28,8	27,0	30,9	31,5	33,6	33,0	33,9	33,0	30,6	30,0	28,2	28,5
19	28,5	27,0	30,9	31,5	33,9	33,0	34,2	33,0	30,6	30,0	27,9	28,5
20	28,5	27,0	30,9	31,5	33,9	33,3	34,2	33,3	30,6	30,0	27,9	28,2
21	28,2	27,0	30,9	31,5	33,9	33,3	34,5	33,3	30,6	30,0	27,6	28,2
22	28,2	26,7	30,9	31,8	34,2	33,6	34,5	33,3	30,6	29,7	27,6	27,9
23	27,9	26,7	30,9	31,8	34,2	33,9	34,8	33,6	30,6	29,7	27,6	27,6
24	27,9	26,7	30,9	31,8	34,5	34,2	34,8	33,6	30,6	29,7	27,3	27,6
25	27,9	26,7	30,9	31,8	34,5	34,2	35,1	33,6	30,6	29,7	27,3	27,3
26	27,6	26,4	30,9	32,1	34,8	34,5	35,1	33,6	30,6	29,7	27,3	27,3
27	27,6	26,4	30,9	32,1	34,8	34,5	35,4	33,9	30,6	29,7	27,0	27,0
28	27,3	26,4	30,9	32,1	35,1	34,8	35,4	33,9	30,9	29,4	27,0	27,0
29	27,3	26,1	30,9	32,1	36,1	34,8	35,7	33,9	30,9	29,4	26,7	26,7
30	27,0	26,1	30,9	32,4	35,4	35,1	36,0	34,2	30,9	29,4	26,7	26,4
31	27,0	26,1	30,9	32,4	35,4	35,1	36,0	34,2	30,9	29,4	26,4	26,4
32	26,7	25,8	30,9	32,4	35,7	35,4	36,3	34,5	30,9	29,4	26,4	26,1
33	26,4	25,8	30,9	32,7	35,7	35,7	36,3	34,5	30,9	29,1	26,1	25,8
34	26,4	25,8	30,9	32,7	36,0	36,0	36,6	34,8	30,9	29,1	26,1	25,8
35	26,1	25,5	30,9	32,7	36,3	36,3	36,9	34,8	30,9	29,1	25,8	25,5
36	26,1	25,5	30,9	33,0	36,3	36,6	37,2	34,8	30,9	29,1	25,8	25,2
37	25,8	25,5	30,9	33,0	36,6	36,9	37,5	35,1	30,9	29,1	25,5	24,9
38	25,5	25,2	30,9	33,0	36,9	37,2	37,5	35,1	31,2	28,8	25,2	24,9
39	25,5	25,2	30,9	33,3	36,9	37,2	37,8	35,4	31,2	28,8	25,2	24,6

FORTE — Tabela de C. W. Thornthwaite & J.R. Mather, op. cit. (3).

TABELA 4.1

## RETENÇÃO DE UMIDADE NO SOLO — ASSUMINDO CAD DE 100 mm

NEGATIVA ACUMULADA	RETENÇÃO DE ÁGUA NO SOLO (ARM)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	100	99	98	97	96	95	94	93	92	91
10	90	89	88	88	87	86	85	84	83	82
20	81	81	80	79	78	77	77	76	75	74
30	74	73	72	71	70	70	69	68	68	67
40	66	66	65	64	64	63	62	62	61	60
50	60	59	59	58	58	57	56	56	55	54
60	54	52	53	52	52	51	51	50	50	49
70	49	48	48	47	47	46	46	45	45	44
80	44	44	43	43	42	42	41	41	40	40
90	40	39	39	38	38	38	37	37	36	36
100	36	35	35	35	34	34	34	33	33	33
110	32	32	32	31	31	31	30	30	30	30
120	29	29	29	28	28	28	27	27	27	27
130	26	26	26	26	25	25	25	24	24	24
140	24	24	23	23	23	23	22	22	22	22
150	22	21	21	21	21	20	20	20	20	20
160	19	19	19	19	19	18	18	18	18	18
170	18	17	17	17	17	17	16	16	16	16
180	16	16	15	15	15	15	15	15	14	14
190	14	14	14	14	14	14	13	13	13	13
200	13	13	12	12	12	12	12	12	12	12
210	12	11	11	11	11	11	11	11	11	11
220	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
230	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
240	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
250	8	8	8	7	7	7	7	7	7	7
260	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6
270	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
280	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5
290	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
300	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4
310	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
320	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
330	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
340	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
350	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
360	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
370	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
380	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
390	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
400	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
410	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
420	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
430	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
440	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
450	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
460	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
470	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
480	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
490	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
500	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

FORTE — Tabela de C.W. Thornthwaite & J.R. Mather, op. cit. (3).

TABELA 4.2

## RETENÇÃO DE UMIDADE NO SOLO — ASSUMINDO CAD DE 200 mm

(continua)

NEGATIVA ACUMULADA	RETENÇÃO DE ÁGUA NO SOLO (ARM)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	200	199	199	197	196	195	194	193	192	191
10	190	189	188	187	186	185	184	183	182	182
20	181	180	179	178	177	176	175	174	173	173
30	172	171	170	169	168	168	167	166	165	164
40	163	162	162	161	160	159	159	158	157	156
50	155	154	153	153	152	151	151	150	149	148
60	148	147	146	145	145	144	143	142	142	141
70	140	140	139	138	138	137	136	135	135	134
80	133	133	132	131	131	130	129	128	128	127
90	127	126	125	125	124	124	123	122	122	121
100	120	120	119	119	118	118	117	116	116	115
110	115	114	113	113	112	112	111	110	110	109
120	109	108	108	107	107	106	106	105	104	104
130	104	103	102	102	102	101	100	100	99	99
140	98	98	97	97	96	96	95	95	94	94
150	94	93	93	92	92	91	91	90	90	89
160	89	89	88	88	87	87	86	86	85	85
170	85	84	84	83	83	82	82	82	81	81
180	80	80	80	78	79	78	78	78	77	77
190	76	76	76	75	75	74	74	74	73	73
200	73	72	72	71	71	71	70	70	70	69
210	69	69	68	68	68	67	67	66	66	66
220	66	65	65	65	64	64	64	63	63	63
230	62	62	62	61	61	61	60	60	60	60
240	59	59	59	58	58	58	58	57	57	57
250	56	56	56	56	55	55	55	54	54	54
260	54	53	53	53	52	52	52	52	51	51
270	51	51	50	50	50	50	49	49	49	49
280	48	48	48	48	47	47	47	47	46	46
290	46	46	46	45	45	45	45	44	44	44
300	44	44	43	43	43	43	42	42	42	42
310	42	42	41	41	41	41	40	40	40	40
320	40	39	39	39	39	39	38	38	38	38
330	38	37	37	37	37	37	36	36	36	36
340	36	35	35	35	35	35	35	34	34	34
350	34	34	34	33	33	33	33	33	32	32
360	32	32	32	32	32	32	31	31	31	31
370	31	30	30	30	30	30	30	29	29	29
380	29	29	29	29	29	28	28	28	28	28
390	28	28	27	27	27	27	27	27	27	26
400	26	26	26	26	26	26	26	25	25	25
410	25	25	25	25	25	24	24	24	24	24
420	24	24	24	23	23	23	23	23	23	23
430	23	22	22	22	22	22	22	22	22	22
440	22	21	21	21	21	21	21	21	21	21
450	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
460	20	19	19	19	19	19	19	19	19	19
470	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
480	18	18	17	17	17	17	17	17	17	17
490	17	17	16	16	16	16	16	16	16	16
500	16	16	16	16	16	16	15	15	15	15
510	15	15	15	15	15	15	15	15	14	14
520	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
530	14	14	14	13	13	13	13	13	13	13
540	13	13	13	13	13	13	13	12	12	12
550	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
560	12	12	12	12	12	11	11	11	11	11
570	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
580	11	10	10	10	10	10	10	10	10	10
590	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

TABELA 4.2

## RETENÇÃO DE UMIDADE NO SOLO — ASSUMINDO CAD DE 200 mm

(conclusão)

NEGATIVA ACUMULADA	RETENÇÃO DE ÁGUA NO SOLO (ARM)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
600	10	9	9	9	9	9	9	9	9	9
610	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
620	9	9	9	9	8	8	8	8	8	8
630	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
640	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
650	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
660	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
670	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6
680	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
690	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
700	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
710	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5
720	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
730	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
740	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
750	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
760	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
770	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
780	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
790	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
800	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
810	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
820	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3
830	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
840	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
850	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3
860	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
870	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
880	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2
890	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
900	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
910	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
920	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
930	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
940	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
950	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
960	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
970	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
980	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
990	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
1000	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1010	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1020	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1030	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1040	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1050	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	0	5			0	5			0	5
1060	1	1		1110	1	1		1160	1	1
1070	1	1		1120	1	1		1170	1	1
1080	1	1		1130	1	1		1180	1	1
1090	1	1		1140	1	1		1190	1	1
1100	1	1		1150	1	1				

FONTE — Tabela de C.W. Thornthwaite &amp; J.R. Mather, op. cit. (3).

TABELA 4.3

**RETENÇÃO DE UMIDADE NO SOLO — ASSUMINDO CAD DE 300 mm**  
(continua)

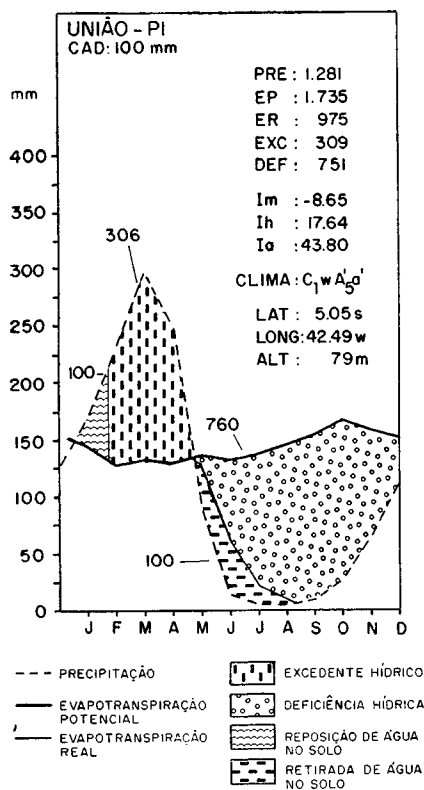
NEGATIVA ACUMULADA	RETENÇÃO DE ÁGUA NO SOLO (ARM)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	300	299	298	297	296	295	294	293	292	291
10	290	289	288	287	286	285	284	283	282	281
20	200	279	278	278	277	276	275	274	273	272
30	271	270	269	268	268	267	266	265	264	263
40	262	261	260	260	259	258	257	256	255	254
50	254	253	252	251	250	249	248	248	247	246
60	245	244	244	243	242	241	240	240	239	238
70	237	236	236	235	234	233	232	232	231	230
80	229	228	228	227	226	225	225	224	223	222
90	222	221	220	219	219	218	217	216	215	215
100	214	214	213	212	212	211	210	209	209	208
110	207	207	206	205	204	204	203	202	202	201
120	200	200	199	198	198	197	196	196	195	194
130	194	193	192	192	191	191	190	189	189	188
140	187	187	186	186	185	184	184	183	182	182
150	181	181	180	179	179	178	178	177	176	176
160	175	175	174	173	173	172	172	171	171	170
170	170	169	168	168	167	167	166	166	165	164
180	164	163	163	162	162	161	160	160	159	159
190	158	158	157	157	156	156	155	155	154	154
200	153	153	152	152	151	151	150	150	149	149
210	148	148	147	147	146	146	145	145	144	144
220	143	143	142	142	141	141	140	140	139	139
230	138	138	138	137	137	136	136	135	135	134
240	134	133	133	132	132	132	131	131	130	130
250	130	129	128	128	128	127	127	126	126	126
260	125	125	124	124	124	123	123	122	122	121
270	121	121	120	120	119	119	119	118	118	117
280	117	117	116	116	115	115	115	114	114	114
290	113	113	112	112	112	111	111	110	110	110
300	109	109	109	108	108	108	107	107	106	106
310	106	105	105	105	104	104	104	103	103	103
320	102	102	102	101	101	101	100	100	100	99
330	99	99	98	98	98	97	97	97	96	96
340	96	95	95	95	94	94	94	93	93	93
350	92	92	92	92	91	91	91	90	90	90
360	89	89	89	88	88	88	88	87	87	87
370	86	86	86	86	85	85	85	84	84	84
380	84	83	83	83	82	82	82	82	81	81
390	81	80	80	80	80	80	79	79	79	78
400	78	78	78	77	77	77	77	76	76	76
410	76	75	75	75	74	74	74	74	74	73
420	73	73	72	72	72	72	72	71	71	71
430	71	70	70	70	70	70	69	69	69	68
440	68	68	68	68	67	67	67	67	66	66
450	66	66	66	65	65	65	65	64	64	64
460	64	64	63	63	63	63	63	62	62	62
470	62	62	61	61	61	61	61	60	60	60
480	60	60	59	59	59	59	59	58	58	58
490	58	58	57	57	57	57	57	56	56	56
500	56	56	55	55	55	55	55	54	54	54
510	54	54	54	53	53	53	53	52	52	52
520	52	52	52	52	51	51	51	51	51	50
530	50	50	50	50	50	50	49	49	49	49
540	49	49	48	48	48	48	48	48	47	47
550	47	47	47	47	46	46	46	46	46	46
560	46	45	45	45	45	45	45	44	44	44
570	44	44	44	44	44	43	43	43	43	43
580	43	42	42	42	42	42	42	42	42	41
590	41	41	41	41	41	41	40	40	40	40
600	40	40	40	39	39	39	39	39	39	39
610	38	38	38	38	38	38	38	38	38	37
620	37	37	37	37	37	37	36	36	36	36
630	36	36	36	36	36	36	35	35	35	35
640	35	35	35	34	34	34	34	34	34	34

TABELA 4.3

**RETENÇÃO DE UMIDADE NO SOLO — ASSUMINDO CAD DE 300 mm**  
(conclusão)

NEGATIVA ACUMULADA	RETENÇÃO DE ÁGUA NO SOLO (ARM)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
650	34	34	33	33	33	33	33	33	33	33
660	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
670	32	31	31	31	31	31	31	31	31	31
680	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
690	30	29	29	29	29	29	29	29	29	29
700	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
710	28	27	27	27	27	27	27	27	27	27
720	27	26	26	26	26	26	26	26	26	26
730	26	26	26	26	26	25	25	25	25	25
740	25	25	25	25	25	24	24	24	24	24
750	24	24	24	24	24	24	24	24	23	23
760	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
770	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
780	22	22	22	22	22	21	21	21	21	21
790	21	21	21	21	21	21	21	21	20	20
800	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
810	20	20	20	20	20	19	19	19	19	19
820	19	19	19	19	19	19	19	19	19	18
830	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
840	18	18	18	18	18	18	18	17	17	17
850	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
860	17	17	17	17	16	16	16	16	16	16
870	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
880	16	16	16	16	15	15	15	15	15	15
890	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
900	15	15	14	14	14	14	14	14	14	14
910	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
920	14	14	14	14	13	13	13	13	13	13
930	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
940	13	13	13	13	12	12	12	12	12	12
950	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
960	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
970	12	12	11	11	11	11	11	11	11	11
980	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
990	11	11	11	11	11	11	11	10	10	10
1000	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
1010	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
1020	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
1030	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
1040	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
1050	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
1060	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
1070	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
1080	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
1090	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
1100	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
1110	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
1120	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
1130	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
1140	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
1150	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
1160	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
1170	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
1180	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
1190	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5
	0	5			0	5		0	5	
1200	5	5		1300	4	4		1400	3	3
1210	5	5		1310	4	4		1410	3	3
1220	5	5		1320	4	4		1420	2	2
1230	5	5		1330	3	3		1430	2	2
1240	5	5		1340	3	3		1440	2	2
1250	4	4		1350	3	3		1450	2	2
1260	4	4		1360	3	3		1460	2	2
1270	4	4		1370	3	3		1470	2	2
1280	4	4		1380	3	3		1480	2	2
1290	4	4		1390	3	3		1490	2	2

FONTE — Tabela de C.W. Thornthwaite & J.R. Mather, op. cit (3).



BALANÇO HÍDRICO

MODELO: C. W. THORNTWHAITE & J. R. MATHER (1955 E 1957)  
 ESTAÇÃO: UNIAO  
 LATITUDE: 4.35 S  
 TEMPERATURA —  
 PRECIPITAÇÃO —

ESTADO: PIAUI  
 LONGITUDE: 42.52 W  
 FONTE: ESTIMADA  
 FONTE: DNOCS  
 CAPACIDADE DE CAMPO: 100 MM

MUNICÍPIO: UNIAO  
 ALTITUDE: 0050 HP  
 PERÍODO: 1931 a 1970  
 PERÍODO: 1931 a 1970

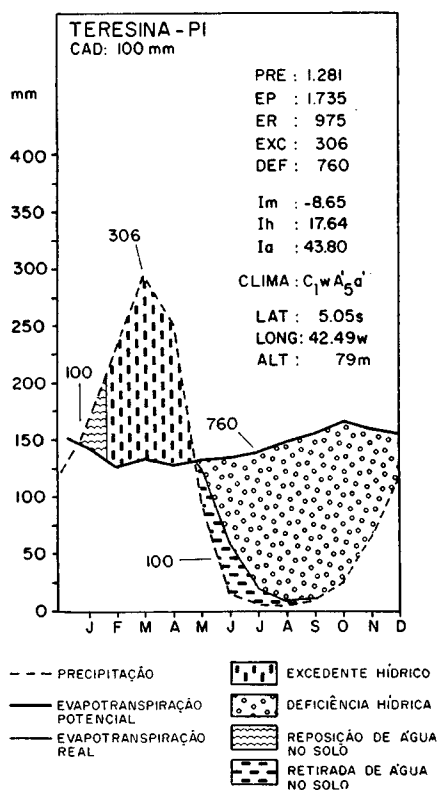
VARIÁVEIS	MESES						
	Ano	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho
Temperatura.....	27,4	27,0	27,0	27,2	27,6	27,4	26,7
Evapotranspiração não-ajustada.....	...	4,6	4,6	4,6	4,8	4,8	4,5
Fator correção.....	...	31,8	28,5	31,2	30,0	30,6	29,7
Evapotranspiração.....	1 732,0	146,0	131,0	144,0	144,0	147,0	134,0
Precipitação.....	1 290,0	177,0	215,0	321,0	261,0	106,0	26,0
Precipitação efetiva.....	-442,0	31,0	84,0	177,0	117,0	-41,0	-108,0
Negativa acumulada.....	...	0,0	0,0	0,0	0,0	-41,0	-149,0
Armazenamento.....	...	31,0	100,0	100,0	100,0	66,0	22,0
Alteração.....	0,0	31,0	69,0	0,0	0,0	-34,0	-44,0
Evapotranspiração real.....	981,0	146,0	131,0	144,0	144,0	140,0	70,0
Déficit.....	751,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	64,0
Excesso.....	309,0	0,0	15,0	177,0	117,0	0,0	0,0
Runoff.....	307,5	0,0	7,5	92,0	104,5	52,0	26,0

VARIÁVEIS	MESES						
	Ano	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura.....	27,4	26,2	26,7	28,3	28,8	28,2	27,5
Evapotranspiração não-ajustada.....	...	4,3	4,5	4,9	5,2	4,9	4,8
Fator correção.....	...	30,6	30,9	30,0	31,5	30,9	31,8
Evapotranspiração.....	1 732,0	132,0	139,0	147,0	164,0	151,0	153,0
Precipitação.....	1 290,0	16,0	4,0	9,0	28,0	45,0	82,0
Precipitação efetiva.....	-442,0	-116,0	-135,0	-138,0	-138,0	-106,0	-71,0
Negativa acumulada.....	...	-265,0	-400,0	-538,0	-674,0	-780,0	-851,0
Armazenamento.....	...	7,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alteração.....	0,0	-15,0	-5,0	-2,0	0,0	0,0	0,0
Evapotranspiração real.....	981,0	31,0	9,0	11,0	26,0	45,0	82,0
Déficit.....	751,0	101,0	130,0	136,0	136,0	106,0	71,0
Excesso.....	309,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Runoff.....	307,5	13,0	6,5	3,0	1,5	1,0	0,5

PRINCIPAIS ÍNDICES CLIMÁTICOS:

IH: 17,84  
 IA: 43,36  
 IM: -8,18  
 ET: 1 732,00  
 CETv: 24,83

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA:  
 C<sub>1</sub> W A<sub>2</sub> g<sup>1</sup>



**BALANÇO HÍDRICO**

MODELO: C. W. THORNTWHAITE & J. R. MATHER (1955 e 1957)  
ESTACIÓN: TERESINA  
LATITUDE: 5.05 S  
TEMPERATURA —  
PRECIPITAÇÃO —

ESTADO: PIAUÍ  
LONGITUDE: 42.49 W  
FONTE: INEMET  
FONTE: INEMET

MUNICÍPIO: TERESINA  
ALTITUDE: 0079 HP  
PERÍODO: 1931 a 1960  
PERÍODO: 1931 a 1970

CAPACIDADE DE CAMPO: 100 MM

VARIÁVEIS	MESES						
	Ano	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho
Temperatura.....	27,4	27,2	26,5	26,2	26,3	26,6	26,4
Evapotranspiração não-ajustada.....	...	4,6	4,5	4,3	4,3	4,5	4,5
Fator correção.....	...	31,8	28,5	31,2	30,0	30,6	29,7
Evapotranspiração.....	1 735,0	146,0	128,0	134,0	129,0	138,0	134,0
Precipitação.....	1 281,0	169,0	231,0	294,0	249,0	94,0	14,0
Precipitação efetiva.....	-454,0	23,0	103,0	160,0	120,0	-44,0	-120,0
Negativa acumulada.....	...	0,0	0,0	0,0	0,0	-44,0	-164,0
Armazenamento.....	...	23,0	100,0	100,0	100,0	64,0	19,0
Alteração.....	0,0	23,0	77,0	0,0	0,0	-36,0	-45,0
Evapotranspiração real.....	975,0	146,0	128,0	134,0	129,0	130,0	59,0
Déficit.....	760,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	75,0
Excesso.....	306,0	0,0	26,0	160,0	120,0	0,0	0,0
Runoff.....	305,5	0,0	13,0	86,5	103,0	51,5	26,0

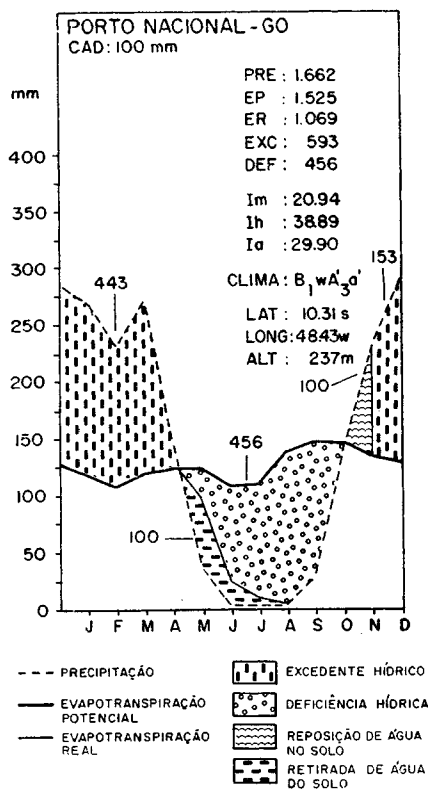
VARIÁVEIS	MESES						
	Ano	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura.....	27,4	26,5	27,6	29,1	29,5	29,2	28,2
Evapotranspiração não-ajustada.....	...	4,5	4,8	5,2	5,3	5,2	4,9
Fator correção.....	...	30,6	30,9	30,0	31,5	30,9	31,8
Evapotranspiração.....	1 735,0	138,0	148,0	156,0	167,0	161,0	156,0
Precipitação.....	1 281,0	7,0	6,0	11,0	27,0	65,0	114,0
Precipitação efetiva.....	-454,0	-131,0	-142,0	-145,0	-140,0	-96,0	-42,0
Negativa acumulada.....	...	-295,0	-437,0	-582,0	-722,0	-818,0	-860,0
Armazenamento.....	...	5,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alteração.....	0,0	-14,0	-4,0	-1,0	0,0	0,0	0,0
Evapotranspiração real.....	975,0	21,0	10,0	12,0	27,0	65,0	114,0
Déficit.....	760,0	117,0	138,0	144,0	140,0	96,0	42,0
Excesso.....	306,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Runoff.....	305,5	13,0	6,5	3,0	1,5	1,0	0,5

**PRINCIPAIS ÍNDICES CLIMÁTICOS:**

IH: 17.64  
IA: 43.80  
IM: -8.65  
ET: 1 735.00  
CETv: 24.78

**CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA:**  
C<sub>1</sub> W A<sub>5</sub>' a'





**BALANÇO HÍDRICO**

MODELO: C.W. THORNTHWAITE & J. R. MATHER (1955 e 1957)

ESTACÃO: PORTO NACIONAL

LATITUDE: 10.31 S

TEMPERATURA —

PRECIPITAÇÃO —

ESTADO: GOIÁS

LONGITUDE: 48.43 W

FONTE: INEMET

FONTE: INEMET

CAPACIDADE DE CAMPO: 100 MM

MUNICÍPIO: PORTO NACIONAL

ALTITUDE: 237 HP 238 HZ

PERÍODO: 1931 a 1960

PERÍODO: 1931 a 1960

VARIÁVEIS	MESES						
	Ano	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho
Temperatura.....	25,8	25,3	25,3	25,4	26,0	25,8	24,8
Evapotranspiração não-ajustada.....	...	3,7	3,7	4,0	4,3	4,3	3,7
Fator correção.....	...	32,7	29,1	31,5	29,7	30,0	28,8
Evapotranspiração.....	1 525,0	121,0	108,0	126,0	128,0	129,0	107,0
Precipitação.....	1 662,0	274,0	229,0	273,0	150,0	36,0	1,0
Precipitação efetiva.....	137,0	153,0	121,0	147,0	22,0	-93,0	-106,0
Negativa acumulada.....	...	0,0	0,0	0,0	0,0	-93,0	-199,0
Armazenamento.....	...	100,0	100,0	100,0	100,0	33,0	13,0
Alteração.....	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-62,0	-25,0
Evapotranspiração real.....	1 069,0	121,0	108,0	126,0	128,0	93,0	26,0
Déficit.....	456,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,0	81,0
Excesso.....	593,0	153,0	121,0	147,0	22,0	0,0	0,0
Runoff.....	591,5	114,0	117,5	132,0	77,0	38,5	19,0

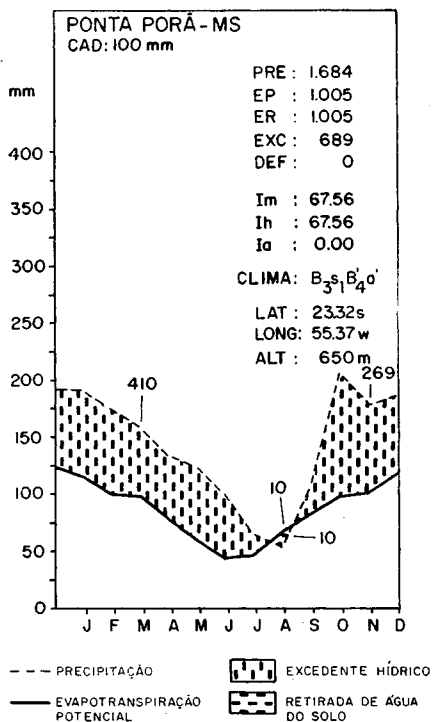
VARIÁVEIS	MESES						
	Ano	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura.....	25,8	24,8	26,4	27,9	27,0	25,9	25,5
Evapotranspiração não-ajustada.....	...	3,7	4,5	4,9	4,6	4,3	4,0
Fator correção.....	...	29,7	30,3	30,0	31,8	31,5	33,0
Evapotranspiração.....	1 525,0	110,0	136,0	147,0	146,0	135,0	132,0
Precipitação.....	1 662,0	2,0	3,0	35,0	142,0	233,0	284,0
Precipitação efetiva.....	137,0	-108,0	-133,0	-112,0	-4,0	98,0	152,0
Negativa acumulada.....	...	-307,0	-440,0	-552,0	-556,0	0,0	0,0
Armazenamento.....	...	4,0	1,0	0,0	0,0	98,0	100,0
Alteração.....	0,0	-9,0	-3,0	-1,0	0,0	98,0	2,0
Evapotranspiração real.....	1 069,0	11,0	6,0	36,0	142,0	135,0	132,0
Déficit.....	456,0	99,0	130,0	111,0	4,0	0,0	0,0
Excesso.....	593,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	150,0
Runoff.....	591,5	9,5	5,0	2,5	1,0	0,5	75,0

**PRINCIPAIS ÍNDICES CLIMÁTICOS:**

IH: 38,89  
 IA: 29,90  
 IM: 20,94  
 ET: 1 525,00  
 CETv: 23,67

**CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA:**

B<sub>1</sub> w A<sub>3</sub> a'



**BALANÇO HÍDRICO**

MODELO: C.W. THORNTHWAITE & J. R. MATHER (1955 e 1957)  
 ESTAÇÃO: PONTA PORÁ      ESTADO: MATO GROSSO DO SUL      MUNICÍPIO: PONTA PORÁ  
 LATITUDE: 22.32 S      LONGITUDE: 55.37 W      ALTITUDE: 0650 HP  
 TEMPERATURA —      FONTE: ESTIMADA      PERÍODO: 1941 a 1976 (estimada)  
 PRECIPITAÇÃO —      FONTE: INEMET      PERÍODO: 1941 a 1976  
 CAPACIDADE DE CAMPO: 100 MM

VARIÁVEIS	MESES						
	Ano	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho
Temperatura.....	20,9	23,1	23,0	22,6	21,1	18,8	17,4
Evapotranspiração não-ajustada.....	...	3,3	3,3	3,1	2,7	2,1	1,7
Fator correção.....	...	34,8	30,3	31,5	28,8	28,5	26,7
Evapotranspiração.....	1 005,0	115,0	100,0	98,0	78,0	60,0	45,0
Precipitação.....	1 684,0	189,0	176,0	182,0	137,0	124,0	101,0
Precipitação efetiva.....	679,0	74,0	76,0	64,0	59,0	64,0	56,0
Negativa acumulada.....	...	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Armazenamento.....	...	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Alteração.....	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Evapotranspiração real.....	1 005,0	115,0	100,0	98,0	78,0	60,0	45,0
Déficit.....	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Excesso.....	679,0	74,0	76,0	64,0	59,0	64,0	56,0
Runoff.....	679,0	71,5	74,0	69,0	64,0	64,0	60,0

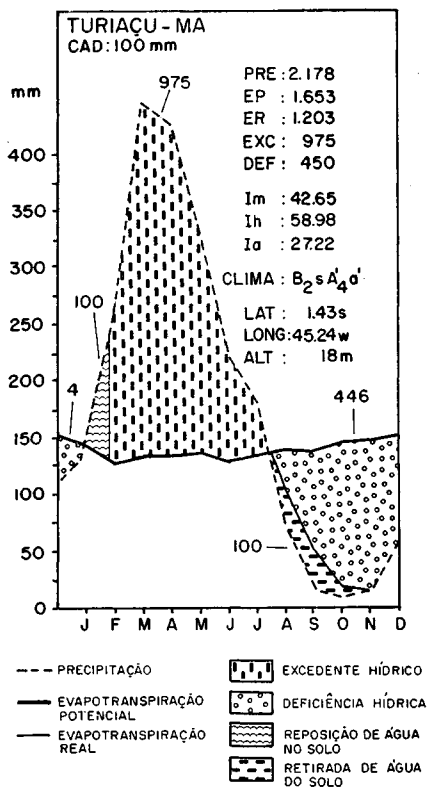
VARIÁVEIS	MESES						
	Ano	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura.....	20,9	17,1	19,5	21,3	22,1	22,6	22,8
Evapotranspiração não-ajustada.....	...	1,7	2,2	2,7	3,0	3,1	3,3
Fator correção.....	...	27,9	29,4	30,0	32,7	33,0	35,1
Evapotranspiração.....	1 005,0	47,0	65,0	81,0	98,0	102,0	116,0
Precipitação.....	1 684,0	64,0	55,0	107,0	204,0	181,0	184,0
Precipitação efetiva.....	679,0	17,0	-10,0	26,0	106,0	79,0	68,0
Negativa acumulada.....	...	0,0	-10,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Armazenamento.....	...	100,0	90,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Alteração.....	0,0	0,0	-10,0	10,0	0,0	0,0	0,0
Evapotranspiração real.....	1 005,0	47,0	65,0	81,0	98,0	102,0	116,0
Déficit.....	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Excesso.....	679,0	17,0	0,0	16,0	106,0	79,0	68,0
Runoff.....	679,0	38,5	19,0	17,5	62,0	70,5	69,0

**PRINCIPAIS ÍNDICES CLIMÁTICOS:**

IH: 67,56  
 IA: 0,00  
 IM: 67,56  
 ET: 1 005,00  
 CETv: 32,94

**CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA:**

B<sub>3</sub> t<sub>1</sub> B<sub>4</sub> a'



**BALANÇO HÍDRICO**

MODELO: C.W. THORNTWHAITE & J. R. MATHER (1955 e 1957)  
ESTACÃO: TURIAÇU  
LATITUDE: 1.43 S  
TEMPERATURA —  
PRECIPITAÇÃO —

ESTADO: MARANHÃO  
LONGITUDE: 45.24 W  
FONTE: INEMET  
FONTE: INEMET

MUNICÍPIO: TURIAÇU  
ALTITUDE: 18 HP 08 HZ  
PERÍODO: 1931 a 1960  
PERÍODO: 1931 a 1960

CAPACIDADE DE CAMPO: 100 MM

VARIÁVEIS	MESES						
	Ano	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho
Temperatura.....	26,7	27,0	26,4	26,1	26,1	26,3	26,2
Evapotranspiração não-ajustada.....	...	4,6	4,5	4,3	4,3	4,3	4,3
Fator correção.....	...	31,5	28,2	31,2	30,3	30,9	30,0
Evapotranspiração.....	1 653,0	145,0	127,0	134,0	130,0	133,0	129,0
Precipitação.....	2 178,0	141,0	260,0	446,0	425,0	328,0	221,0
Precipitação efetiva.....	525,0	-4,0	133,0	312,0	295,0	195,0	92,0
Negativa acumulada.....	...	-550,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Armazenamento.....	...	0,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Alteração.....	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Evapotranspiração real.....	1 203,0	141,0	127,0	134,0	130,0	133,0	129,0
Déficit.....	450,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Excesso.....	975,0	0,0	33,0	312,0	295,0	195,0	92,0
Runoff.....	974,0	1,5	17,0	164,5	230,0	212,5	152,0

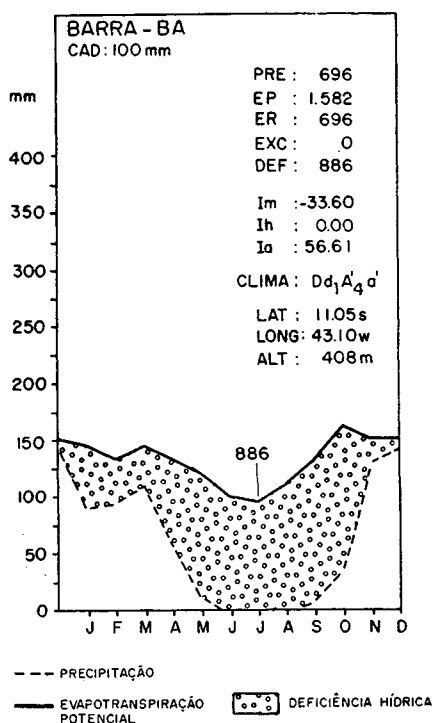
VARIÁVEIS	MESES						
	Ano	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura.....	26,7	26,1	26,6	27,0	27,3	27,5	27,5
Evapotranspiração não-ajustada.....	...	4,3	4,5	4,6	4,6	4,8	4,8
Fator correção.....	...	31,2	31,2	30,3	31,2	30,6	31,5
Evapotranspiração.....	1 653,0	134,0	140,0	139,0	144,0	147,0	151,0
Precipitação.....	2 178,0	182,0	69,0	17,0	10,0	20,0	59,0
Precipitação efetiva.....	525,0	48,0	-71,0	-122,0	-134,0	-127,0	-82,0
Negativa acumulada.....	...	0,0	-71,0	-193,0	-327,0	-454,0	-546,0
Armazenamento.....	...	100,0	48,0	14,0	54,0	1,0	0,0
Alteração.....	0,0	0,0	-52,0	-34,0	-10,0	-3,0	-1,0
Evapotranspiração real.....	1 203,0	134,0	121,0	51,0	20,0	23,0	60,0
Déficit.....	450,0	0,0	19,0	88,0	124,0	124,0	91,0
Excesso.....	975,0	48,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Runoff.....	974,0	100,0	50,0	25,0	12,5	6,0	3,0

**PRINCIPAIS ÍNDICES CLIMÁTICOS:**

Ih : 58,98  
Ia : 27,22  
Im : 42,65  
Et : 1 653,00  
Cetv : 25,59

**CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA:**

B<sub>2</sub> s A<sub>4</sub> a'



**BALANÇO HÍDRICO**

MODELO: C.W. THORNTHWAITE & J. R. MATHER (1955 e 1957)  
 ESTAÇÃO: BARRA ESTADO: BAHIA MUNICÍPIO: BARRA  
 LATITUDE: 11.05 S LONGITUDE: 43.10 W ALTITUDE: 0408 HP  
 TEMPERATURA — FONTE: INMET PERÍODO: 1931 a 1960  
 PRECIPITAÇÃO — FONTE: INEMET PERÍODO: 1931 a 1960

CAPACIDADE DE CAMPO: 100 MM

VARIÁVEIS	MESES						
	Ano	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho
Temperatura.....	26,3	26,7	26,8	26,6	26,4	25,5	24,5
Evapotranspiração não-ajustada.....	...	4,5	4,8	4,5	4,5	4,0	3,4
Fator correção.....	...	32,7	29,1	31,5	29,7	30,0	28,8
Evapotranspiração.....	1 582,0	147,0	134,0	142,0	134,0	120,0	98,0
Precipitação.....	696,0	91,0	96,0	119,0	53,0	17,0	0,0
Precipitação efetiva.....	-886,0	-56,0	-38,0	-23,0	-76,0	-103,0	-88,0
Negativa acumulada.....	...	-56,0	-9,0	-117,0	-193,0	-396,0	-384,0
Armazenamento.....	...	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alteração.....	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Evapotranspiração real.....	696,0	91,0	96,0	119,0	58,0	17,0	0,0
Déficit.....	886,0	56,0	38,0	23,0	76,0	103,0	98,0
Excesso.....	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Runoff.....	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

VARIÁVEIS	MESES						
	Ano	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura.....	26,3	24,1	25,0	27,2	28,6	27,5	26,4
Evapotranspiração não-ajustada.....	...	3,2	3,7	4,6	5,1	4,8	4,5
Fator correção.....	...	29,7	30,3	30,0	31,3	31,5	33,0
Evapotranspiração.....	1 582,0	95,0	112,0	138,0	162,0	151,0	149,0
Precipitação.....	696,0	0,0	0,0	8,0	35,0	129,0	143,0
Precipitação efetiva.....	-886,0	-95,0	-112,0	-130,0	-127,0	-22,0	-6,0
Negativa acumulada.....	...	-489,0	-601,0	-731,0	-858,0	-880,0	-886,0
Armazenamento.....	...	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alteração.....	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Evapotranspiração real.....	696,0	0,0	0,0	8,0	35,0	129,0	143,0
Déficit.....	886,0	95,0	112,0	130,0	127,0	22,0	6,0
Excesso.....	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Runoff.....	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

**PRINCIPAIS ÍNDICES CLIMÁTICOS:**

IH : 0,00  
 IA : 56,01  
 IM : -33,60  
 ET : 1 582,00  
 CETv : 27,18

**CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA:**

D<sub>1</sub> A<sub>4</sub> d'

Este artigo foi recebido pela Superintendência do Centro Editorial — CEDIT, no dia 24 de novembro de 1983.