

NOTAS E RECENSÕES

CÁLCULO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL — ETP — E DA EVAPORAÇÃO — E_o —, ESTIMADAS PELO MÉTODO DE PENMAN, POR APROXIMAÇÃO ESTATÍSTICA, A PARTIR DA ETP ESTIMADA PELOS MÉTODOS DE TURC E/OU THORNTHWAITE ⁽¹⁾

INTRODUÇÃO

A *evapotranspiração potencial* — ETP — exprime a quantidade de água naturalmente transmitida para a atmosfera, a partir de um solo saturado em água, e com um revestimento vegetal abundante (espécie padrão: *Festuca arundinacea*), uniforme e de baixa altura. Dois processos contribuem para a ETP: por uma parte a evaporação directa da água disponível na camada superficial do solo, e por outra a transpiração dos órgãos aéreos das plantas que constituem esse revestimento vegetal. Mede esta grandeza física a água que, por unidade de tempo, podem o solo e a cobertura vegetal perder para a atmosfera.

Este conceito, introduzido em 1948 pelo botânico e climatólogo americano THORNTHWAITE, e posteriormente facetado em evapotranspiração potencial, evapotranspiração máxima e evapotranspiração real, constitui um importante elemento caracterizador agro ou bioclimático de uma região ou local.

A *evaporação* — E_o — exprime a quantidade de água transferida para a atmosfera a partir de uma superfície de água livre e no estado líquido (ou sólido), e resultante do calor latente de vaporização e da difusão do vapor de água na atmosfera. Mede esta grandeza a água que, por unidade de tempo, pode a atmosfera absorver; PENMAN (1948) chamou a esta grandeza o «poder evaporante da atmosfera».

É comum referir a ETP e a E_o como a espessura, em mm, da lâmina de água convertida em vapor e transferida para a atmosfera ($1\text{ mm} = 1\text{ l/m}^2$), por unidade de tempo.

⁽¹⁾ Este estudo foi realizado no âmbito da tese a apresentar no Instituto Agronómico de Zaragoza, pelo autor, para a obtenção do grau de Master of Science do CIHEAM.

O conhecimento destas grandezas climáticas é fundamental para o estudo do ciclo hidrológico, para o balanço da água no solo, e para as relações hídricas solo-planta-atmosfera. No entanto, a medição real destas grandezas é bastante complexa; segundo MENDES (1980), «qualquer instrumento de medida que se utilize vai alterar profundamente as condições naturais em que se dá o fenómeno». Daí a conveniência e o interesse das abordagens desenvolvidas por diversos autores, no sentido de obter métodos indirectos, suficientemente rigorosos, para o cálculo e estimação da ETP e Eo.

1. MÉTODOS DE CÁLCULO E ESTIMAÇÃO DA ETP E DA Eo

A uma escala de avaliação e caracterização regionais, a ETP pode considerar-se como um elemento bioclimático praticamente independente da composição e características específicas edáficas e do revestimento vegetal, desde que se assumam as referências sumárias estabelecidas por THORNTHWAITTE. Pelo contrário, para uma escala de avaliação local, mais detalhada, os valores da ETP são directamente afectados por uma constante — o coeficiente cultural —, que pode ser distinto para os vários estados fenológicos do ciclo anual, e para as espécies vegetais em questão; depende igualmente de características microgeográficas e pedológicas da parcela. Todavia, nesses termos, é mais correcto falar-se de ETM (evapotranspiração máxima).

Neste estudo adopta-se a primeira perspectiva (a regional) de avaliação das ETP e Eo.

Existe um número considerável de métodos de cálculo e estimação da ETP, e também da Eo. Os métodos de THORNTHWAITTE (1948), de TURC (1961), e de PENMAN (1948) são alguns dos mais comumente utilizados.

Sem descrever os métodos, pode-se afirmar que os dois primeiros, de THORNTHWAITTE e de TURC, são ajustamentos estatísticos empíricos, elaborados a partir de trabalhos e medições experimentais. Apresentam como incontestáveis vantagens a simplicidade de aplicação, e o reduzido número de dados meteorológicos e astronómicos necessários. Como desvantagens, um limitado rigor de estimação, com sobre ou subestimação dos valores, e suavização da variação intra-anual do fenómeno (BROCHET *et al.*, 1975).

PENMAN baseia o cálculo e estimação das ETP e Eo no estudo detalhado do processo aerodinâmico-energético envolvido, que assume uma complexidade marcante. O método resulta assim de uma análise física mais rigorosa, assegurando, como vantagem, uma aproximação muito apreciável aos valores reais (BROCHET *et al.*, 1975). Mas necessita de um número considerável de dados meteorológicos e astronómicos, muitas vezes não disponíveis, para além de um procedimento de cálculo fastidioso, o que representa uma limitação ao seu emprego.

2. COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DE ESTIMAÇÃO DAS ETP E Eo, PELOS TRÊS MÉTODOS

Os gráficos da figura 1 ilustram comparativamente, para oito estações meteorológicas, os valores mensais das ETP e Eo resultantes dos três métodos de estimação.

Tomando o método de PENMAN como o mais aproximado aos valores reais, ressaltam:

- a importante subavaliação resultante do uso do método de THORNTHWAITE;
- a limitada subavaliação resultante do uso do método de TURC;
- a suavização das variações intra-anuais da ETP, com, geralmente, uma subavaliação dos valores na Primavera, Verão e Outono, e uma sobreavaliação no Inverno; a subavaliação, em termos absolutos, é mais importante que a sobreavaliação, no método de THORNTHWAITE, e praticamente idêntica no método de TURC;
- a reduzida diferença entre os três métodos para o período de Outubro a Fevereiro, contrastando com uma acentuada diferença nos restantes meses do ano;
- para esse período (de Março a Setembro), quanto mais elevadas são as temperaturas médias mensais e anuais, mais acentuada é a subestimação.

Mas, por outra parte e *grosso modo*, resalta também, da análise gráfica e como importante observação, que existe uma regularidade de configuração entre as várias curvas de ETP e Eo. Assim, é possível concluir que, embora os métodos de THORNTHWAITE e TURC subavaliem, em termos globais, a estimação da ETP, existe uma apreciável relação entre os mesmos e a estimação conseguida através do método de PENMAN.

Esta relação pode constituir um valioso auxiliar para a mais rigorosa estimação das ETP e Eo, quando não se disponha dos dados meteorológicos e astronómicos necessários para o cálculo directo, segundo o método de PENMAN, desses elementos bioclimáticos. Permite obter valores de evapotranspiração potencial e de evaporação que, embora não tendo o rigor garantido pelo método de PENMAN, não têm também a mesma grandeza de erro dos outros métodos referidos. Torna, em síntese, possível uma estimação da ETP e da Eo com diversas vantagens, de entre as quais se destacam o rigor muito aceitável, a simplicidade de cálculo, e a necessidade de elementos meteorológicos e astronómicos facilmente disponíveis, e sem relevantes desvantagens.

3. A ESTIMAÇÃO DAS ETP E Eo (MÉTODO PENMAN) POR APROXIMAÇÃO ESTATÍSTICA

A regularidade, referida, de configuração das várias curvas permite aceitar a existência de correlações estatísticas significativas entre as mesmas. E nestas correlações, e nas rectas de regressão resultantes,

Montalegre
lat. 42 N long. 8 W alt. 1005 m

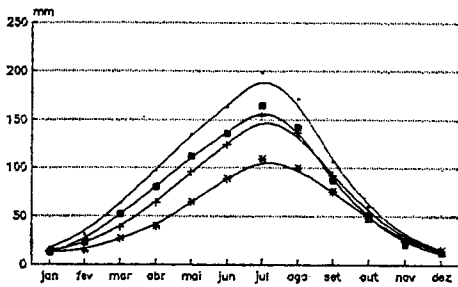
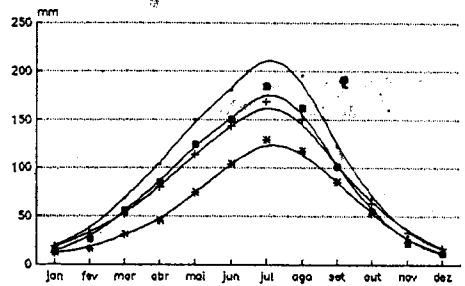
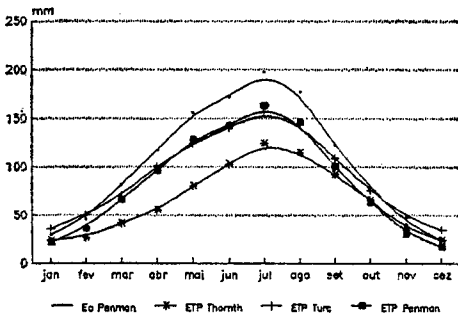


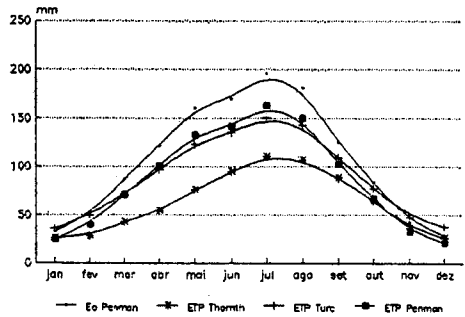
Fig. de Cast. Rodrigo
lat. 41 N long. 7 W alt. 635 m



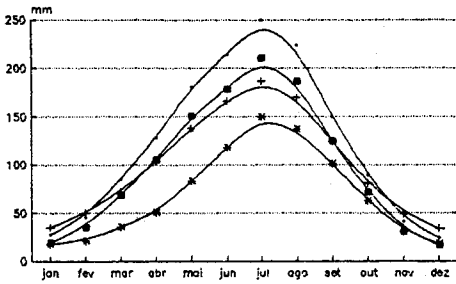
Coimbra
lat. 40 N long. 8 W alt. 141 m



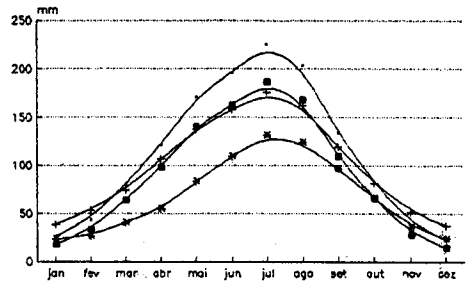
Dois Portos
lat. 39 N long. 9 W alt. 110 m



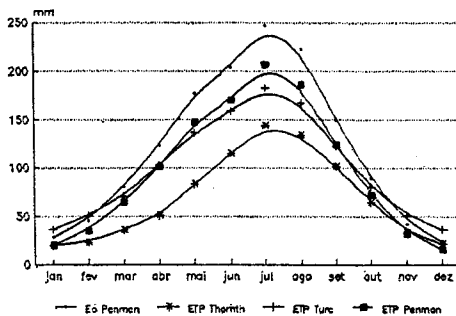
Elvas
lat. 39 N long. 8 W alt. 208 m



Alcacer do Sal
lat. 38 N long. 9 W alt. 51 m



Mertola / V. Formoso
lat. 38 N long. 8 W alt. 190 m



Tavira
lat. 37 N long. 8 W alt. 25 m

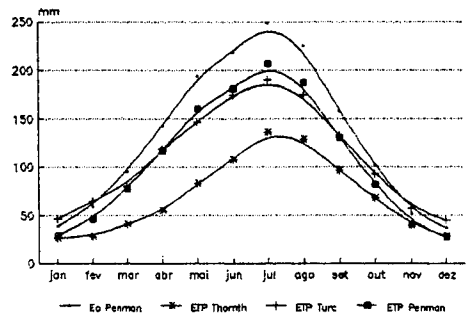


Fig. 1 — Comparação das ETP e Eo, estimadas por três métodos.

que se baseia a estimação das ETP e E_o (segundo o método de PENMAN), por aproximação estatística.

O estudo das correlações estatísticas foi efectuado sobre um conjunto e quinze estações meteorológicas do continente português (tabela I e figura 2), que dispõem dos dados meteorológicos e astronómicos necessários ao cálculo pelo método de PENMAN.

TABELA I

Estações meteorológicas

| Estaç. meteorológicas | Latitude | Longitude | Altitude | Temp. média | Per. dados |
|-----------------------|----------|-----------|----------|-------------|------------|
| Montalegre | 41°49'N | 7°47'W | 1005 m | 9,6° C | 1951-1980 |
| V. Castelo/M. | 41°42'N | 8°48'W | 16 m | 14,3° C | 1970-1980 |
| Régua | 41°10'N | 7°48'W | 65 m | 15,3° C | 1951-1980 |
| Porto/S. Pilar | 41°08'N | 8°36'W | 90 m | 14,4° C | 1951-1980 |
| Fig. Cast. Rodr. | 40°52'N | 6°54'W | 635 m | 12,4° C | 1951-1980 |
| Coimbra | 40°12'N | 8°25'W | 141 m | 15,7° C | 1951-1980 |
| Dois Portos | 39°02'N | 9°11'W | 110 m | 15,1° C | 1951-1980 |
| Elvas | 38°53'N | 7°09'W | 208 m | 16,0° C | 1951-1980 |
| Cabo da Roca | 38°47'N | 9°30'W | 142 m | 14,7° C | 1951-1977 |
| Lisboa (J. Bot.) | 38°43'N | 9°09'W | 77 m | 16,7° C | 1951-1980 |
| Évora | 38°34'N | 7°54'W | 309 m | 15,6° C | 1951-1980 |
| Alcácer do Sal | 38°23'N | 8°31'W | 51 m | 16,4° C | 1951-1980 |
| Sines | 37°57'N | 8°53'W | 16 m | 15,7° C | 1973-1987 |
| Mértola/V. F. | 37°45'N | 7°33'W | 190 m | 16,3° C | 1951-1980 |
| Tavira | 37°07'N | 7°39'W | 25 m | 17,0° C | 1951-1980 |

A selecção das quinze estações foi fundamentada nos trabalhos de DAVEAU (1976) e ALCOFORADO *et al.* (1982), onde as autoras definem as regiões climáticas e bioclimáticas de Portugal continental. Representam, as quinze estações, ponderada e proporcionalmente, todas essas regiões.

A identificação das correlações estatísticas e a elaboração das regressões lineares múltiplas foram efectuadas com o auxílio informático de um programa estatístico potente, que permite uma selecção passo-a-passo (*stepwise selection*), com a introdução e/ou eliminação de variáveis independentes na equação, em função da significância do teste estatístico F.

A realização deste procedimento estatístico, mês a mês, e separadamente para a ETP e para a E_o, permitiu encontrar coeficientes de determinação (R²) elevados ou mesmo muito elevados, e com grande significância (Signif F) (tabelas II-A e II-B).

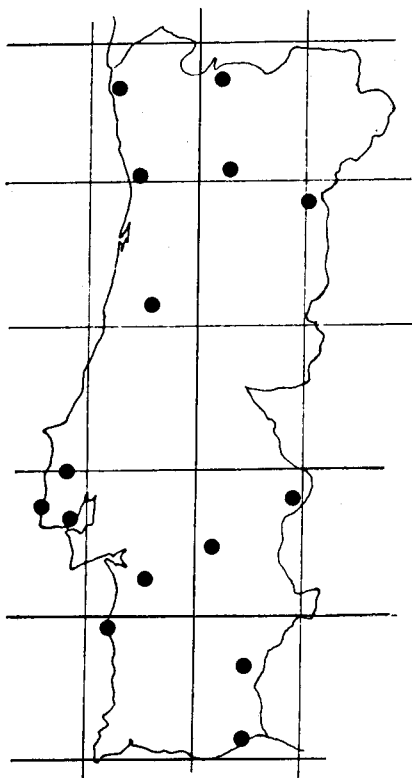


Fig. 2 — Estações meteorológicas.
Esc. 1/8 000 000.

O mês de Abril é aquele em que a correlação é menos elevada, e nos meses de Março a Outubro a disponibilidade de dados meteorológicos e astronômicos mensais de temperatura média diária e insolação total (que permitem o cálculo da ETP segundo o método de TURC — TU —) possibilita conseguir correlações mais e muito elevadas; nos restantes meses, de Novembro a Fevereiro, apenas a temperatura média diária mensal é necessária (permite o cálculo da ETP segundo o método de THORNTHWAITTE — TH —) para obter uma elevada correlação. Por outra parte a inclusão ou não, mensalmente, de outras variáveis como a latitude — LAT —, a longitude — LONG —, e a altitude — ALT —, contribuíram para elevar consideravelmente o coeficiente de determinação, bem como a significância das correlações.

Foi possível, assim, obter as equações de regressão linear, para os valores mensais de ETP e Eo (segundo o método de PENMAN), estimados por aproximação estatística.

TABELA II-A

Correlações estatísticas entre ETP's (métodos THORNTHWAITTE e TURC) e Eo (método PENMAN)

| Mês | R ² | Signif F | Variáveis independentes | Sig t | | |
|-----------|----------------|------------|-------------------------|-------|-------|-------|
| Janeiro | .96137 | .0000 | THJAN | .0000 | | |
| | | | LAT | .0181 | | |
| | | | ALT | .0050 | | |
| | | | LONG | .0096 | | |
| | | | (Constant) | .0008 | | |
| Fevereiro | .85563 | .0000 | LAT | .0003 | | |
| | | | THFEV | .0036 | | |
| | | | (Constant) | .0001 | | |
| Março | .90353 | .0000 | TUMAR | .0000 | | |
| | | | ALT | .0015 | | |
| | | | THMAR | .0140 | | |
| | | | (Constant) | .0221 | | |
| | | | .77656 | .0001 | LAT | .0016 |
| | | THMAR | .0233 | | | |
| | | (Constant) | .0006 | | | |
| Abril | .81414 | .0000 | TUABR | .0000 | | |
| | | | (Constant) | .0095 | | |
| | .55345 | .0015 | LAT | .0015 | | |
| | | | (Constant) | .0000 | | |
| Maio | .94786 | .0000 | TUMAI | .0000 | | |
| | | | ALT | .0178 | | |
| | | | (Constant) | .2090 | | |
| | | | .79234 | .0001 | LAT | .0014 |
| | | | | | THMAI | .0061 |
| | | (Constant) | .0021 | | | |
| Junho | .97167 | .0000 | TUJUN | .0000 | | |
| | | | ALT | .0166 | | |
| | | | (Constant) | .0374 | | |
| | | | .78732 | .0001 | THJUN | .0002 |
| | | | LAT | .0298 | | |
| | | | (Constant) | .0324 | | |

TABELA II-A (Continuação)

| Mês | R ² | Signif F | Variáveis independentes | Sig t |
|----------|----------------|----------|-------------------------|-------|
| Julho | .96938 | .0000 | TUJUL | .0000 |
| | | | (Constant) | .0015 |
| | .79838 | .0000 | THJUL | .0000 |
| | | | (Constant) | .4399 |
| Agosto | .95647 | .0000 | TUAGO | .0000 |
| | | | (Constant) | .0011 |
| | .91999 | .0000 | THAGO | .0000 |
| | | | LAT | .0039 |
| | | | ALT | .0375 |
| | | | (Constant) | .0046 |
| Setembro | .95975 | .0000 | TUSET | .0000 |
| | | | ALT | .0075 |
| | .82539 | .0000 | (Constant) | .0008 |
| | | | THSET | .0000 |
| | | | LAT | .0181 |
| Outubro | .95517 | .0000 | (Constant) | .0493 |
| | | | TUOUT | .0000 |
| | .86310 | .0000 | ALT | .0008 |
| | | | (Constant) | .0005 |
| | | | LAT | .0000 |
| Novembro | .90869 | .0000 | (Constant) | .0000 |
| | | | LAT | .0009 |
| | | | THNOV | .0005 |
| | | | ALT | .0362 |
| | .91926 | .0000 | (Constant) | .0028 |
| | | | THDEZ | .0000 |
| Dezembro | | | LAT | .0007 |
| | | | ALT | .0386 |
| | | | (Constant) | .0010 |

TABELA II-B

Correlações estatísticas entre ETP's (métodos THORNTHWAITTE e TURC)
e ETP (método PENMAN)

| Mês | R ² | Signif F | Variáveis independentes | Sig t |
|-----------|----------------|----------|-------------------------|----------------|
| Janeiro | .93623 | .0000 | THJAN | .0000 |
| | | | LONG | .0007 |
| | | | ALT | .0054 |
| | | | (Constant) | .0090 |
| Fevereiro | .82502 | .0000 | LAT | .0012 |
| | | | THFEV | .0041 |
| | | | (Constant) | .0007 |
| Março | .68191 | .0001 | TUMAR | .0001 |
| | | | (Constant) | .0451 |
| | .74621 | .0003 | LAT | .0036 |
| | | | THMAR (Constant) | .0268 .0016 |
| Abril | .76746 | .0000 | TUABR | .0000 |
| | | | (Constant) | .0190 |
| | .52814 | .0021 | LAT (Constant) | .0021 .0001 |
| Maio | .93345 | .0000 | TUMAI | .0000 |
| | | | ALT (Constant) | .0253 .2004 |
| | .76914 | .0002 | LAT | .0024 |
| | | | THMAI (Constant) | .0086 .0037 |
| Junho | .96309 | .0000 | TUJUN | .0000 |
| | | | ALT (Constant) | .0249 .0282 |
| | .78075 | .0001 | THJUN | .0002 |
| | | | LAT (Constant) | .0375 .0455 |
| Julho | .96170 | .0000 | JUJUL (Constant) | .0000 .0012 |

TABELA II-B (Continuação)

| Mês | R ² | Signif F | Variáveis independentes | Sig t |
|----------|----------------|----------|-------------------------|-------|
| Agosto | .79340 | .0000 | THJUL | .0000 |
| | | | (Constant) | .6438 |
| Setembro | .94596 | .0000 | TUAGO | .0000 |
| | | | (Constant) | .0009 |
| | | | THAGO | .0000 |
| | | | LAT | .0057 |
| Outubro | .91332 | .0000 | ALT | .0390 |
| | | | (Constant) | .0084 |
| | | | TUSET | .0000 |
| | | | ALT | .0079 |
| | | | (Constant) | .0008 |
| | | | THSET | .0003 |
| Novembro | .86946 | .0000 | LAT | .0059 |
| | | | ALT | .0462 |
| | | | (Constant) | .0312 |
| | | | TUOUT | .0000 |
| Dezembro | .93992 | .0000 | ALT | .0014 |
| | | | (Constant) | .0006 |
| | | | LAT | .0000 |
| | | | (Constant) | .0000 |
| | | | THNOV | .0003 |
| Dezembro | .85569 | .0000 | LAT | .0026 |
| | | | ALT | .0150 |
| | | | (Constant) | .0121 |
| | | | THDEZ | .0000 |
| Dezembro | .90281 | .0000 | LONG | .0034 |
| | | | ALT | .0241 |
| | | | (Constant) | .0355 |
| | | | | |

TABELA III-A

Equações de regressão linear entre ETP's (métodos THORNTHWAITTE e TURC) e Eo (método PENMAN)

$$\text{EoJAN} = 1.81214 * \text{THJAN} - 1.43914 * \text{LAT} + .01025 * \text{ALT} - 4.91210 * \\ * \text{LONG} + 82.86597$$

$$\text{EoFEV} = - 3.70113 * \text{LAT} + .71613 * \text{THFEV} + 172.98662$$

$$\text{EoMAR} = 1.25694 * \text{TUMAR} + .03618 * \text{ALT} + .97212 * \text{THMAR} - 49.03040 \\ = - 4.18916 * \text{LAT} + .75699 * \text{THMAR} + 216.52930$$

$$\text{EoABR} = .88057 * \text{TUABR} + 34.76469 \\ = - 6.01388 * \text{LAT} + 357.74912$$

$$\text{EoMAI} = 1.42931 * \text{TUMAI} + .01451 * \text{ALT} - 18.61644 \\ = - 6.80660 * \text{LAT} + 1.38788 * \text{THMAI} + 323.76448$$

$$\text{EoJUN} = 1.41823 * \text{TUJUN} + .01136 * \text{ALT} - 24.88859 \\ = 1.56925 * \text{THJUN} - 4.79336 * \text{LAT} + 214.02762$$

$$\text{EoJUL} = 1.62860 * \text{TUJUL} - 53.35637 \\ = 1.56877 * \text{THJUL} + 21.61583$$

$$\text{EoAGO} = 1.69702 * \text{TUAGO} - 63.56926 \\ = 1.45987 * \text{THAGO} - 6.43585 * \text{LAT} + .02247 * \text{ALT} + 273.88230$$

$$\text{EoSET} = 1.59744 * \text{TUSET} + .01351 * \text{ALT} - 50.37617 \\ = 1.37010 * \text{THSET} - 4.59317 * \text{LAT} + 187.12232$$

$$\text{EoOUT} = 1.58047 * \text{TUOUT} + .01727 * \text{ALT} - 41.87561 \\ = - 7.63937 * \text{LAT} + 382.20940$$

$$\text{EoNOV} = - 3.41522 * \text{LAT} + 1.13777 * \text{THNOV} + .01160 * \text{ALT} + 133.64339$$

$$\text{EoDEZ} = .95759 * \text{THDEZ} - 2.61702 * \text{LAT} + .00834 * \text{ALT} + 104.59571$$

Nota: nas equações de regressão linear apresentadas, as unidades são:

Eo e ETP — milímetros.

Lat. e Long. — escala centesimal.

Alt. — metros.

TABELA III-B

Equações de regressão linear entre ETP's (métodos THORNTHWAITE e TURC) e ETP (método PENMAN)

$$\text{ETPJAN} = 1.94024 * \text{THJAN} - 5.99451 * \text{LONG} + .01042 * \text{ALT} + 24.43310$$

$$\text{ETPFEV} = -2.88850 * \text{LAT} + .65953 * \text{THFEV} + 132.43678$$

$$\begin{aligned} \text{ETPMAR} &= .68449 * \text{TUMAR} + 19.50385 \\ &= -3.39003 * \text{LAT} + .66743 * \text{THMAR} + 173.08338 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ETPABR} &= .71977 * \text{TUABR} + 28.82429 \\ &= -4.94589 * \text{LAT} + 294.02082 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ETPMAI} &= 1.20212 * \text{TUMAI} + .01287 * \text{ALT} - 18.09498 \\ &= -5.61112 * \text{LAT} + 1.16489 * \text{THMAI} + 265.70397 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ETPJUN} &= 1.21143 * \text{TUJUN} + .01024 * \text{ALT} - 25.94443 \\ &= 1.35123 * \text{THJUN} - 3.95788 * \text{LAT} + 171.75877 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ETPJUL} &= 1.40792 * \text{TUJUL} - 53.38787 \\ &= 1.35735 * \text{THJUL} + 11.28367 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ETPAGO} &= 1.47415 * \text{TUAGO} - 63.10232 \\ &= 1.27664 * \text{THAGO} - 5.50491 * \text{LAT} + .02024 * \text{ALT} + 225.52431 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ETPSET} &= 1.37954 * \text{TUSET} + .01313 * \text{ALT} - 49.31994 \\ &= 1.32961 * \text{THSET} - 4.63277 * \text{LAT} + .01591 * \text{ALT} + 165.90127 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ETPOUT} &= 1.35154 * \text{TUOUT} + .01594 * \text{ALT} - 40.37245 \\ &= -6.46913 * \text{LAT} + 320.01177 \end{aligned}$$

$$\text{ETPNOV} = 1.12462 * \text{THNOV} - 2.73923 * \text{LAT} + .01304 * \text{ALT} + 97.60001$$

$$\text{ETPDEZ} = 1.58443 * \text{THDEZ} - 5.18414 * \text{LONG} + .00872 * \text{ALT} + 21.92290$$

Para os meses de Janeiro, Fevereiro, Novembro e Dezembro só foi calculada uma equação de regressão linear, com a ETP calculada pelo método de THORNTHWAITE; para os meses de Março a Outubro duas equações, sendo a primeira a que permite maior rigor de estimação, necessitando, no entanto, da ETP calculada pelo método de TURC, e a segunda, menor rigor (ETP segundo o método de THORNTHWAITE).

Finalmente, e como um procedimento simples para verificar a aproximação conseguida com este método, realizaram-se os cálculos de estimação das ETP e Eo (segundo o método de PENMAN) para as quinze estações seleccionadas. Os residuais encontrados (tabelas IV-A e IV-B), em valor médio, não mostram valores superiores a 10 mm (Julho), quando a aproximação estatística é feita a partir da ETP

segundo o método de THORNTHWAITE, e 5 mm (Agosto), quando a partir da ETP segundo o método de TURC.

TABELA IV-A

Residuais das regressões lineares entre ETP's (métodos THORNTHWAITE e TURC) e Eo (método PENMAN) para as quinze estações meteorológicas representativas

| | Jan. | Fev. | Mar. | Abr. | Maió | Jun. | Jul. | Ago. | Set. | Out. | Nov. | Dez. |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Eo-TH | 1.47 | 2.80 | 3.91 | 6.78 | 6.98 | 8.97 | 9.88 | 5.76 | 6.71 | 3.99 | 2.57 | 1.98 |
| Eo-TU | | | 2.50 | 4.58 | 2.92 | 3.09 | 3.51 | 4.11 | 2.34 | 2.14 | | |

TABELA IV-B

Residuais das regressões lineares entre ETP's (métodos THORNTHWAITE e TURC) e ETP (método PENMAN) para as quinze estações meteorológicas representativas

| | Jan. | Fev. | Mar. | Abr. | Maió | Jun. | Jul. | Ago. | Set. | Out. | Nov. | Dez. |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Eo-TH | 1.36 | 2.66 | 3.61 | 5.73 | 6.04 | 7.33 | 8.72 | 5.34 | 5.06 | 3.46 | 2.23 | 1.59 |
| Eo-TU | | | 3.75 | 4.31 | 3.05 | 3.07 | 3.72 | 4.93 | 2.45 | 2.13 | | |

Estes valores, em conclusão, podem ser considerados como uma estimação muito aceitável, quando se assume, como foi referido anteriormente, a perspectiva de uma escala de análise regional ⁽²⁾.

⁽²⁾ O autor agradece ao Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica todas as facilidades na cedência dos dados meteorológicos e astronómicos referentes ao período 1951-1980, sem os quais teria sido impossível realizar este estudo. Existe, elaborado pelo autor, um programa em GWBASIC, para sistema operativo MS-DOS, que calcula a ETP pelos métodos de TURC e/ou THORNTHWAITE (consoante os dados meteorológicos e astronómicos disponíveis), e estima as ETP e Eo, pelo método de PENMAN, por aproximação estatística; a sua distribuição é gratuita. Pode ser solicitada à Unidade de Ciências Agrárias, Universidade do Algarve, Gambelas — 8000 FARO (Portugal).

BIBLIOGRAFIA

- ALCOFORADO, M. J. *et al.* (1982) — *Domínios Bioclimáticos de Portugal definidos por comparação dos índices de Gaussen e de Emberger*. Lisboa, I. N. I. C. — Centro de Estudos Geográficos.
- BROCHET, P. e GERBIER, N. (1975) — *L'Evapotranspiration* (édition revue et complétée). Monographie n° 65. Paris, Dir. de la Météorologie Nationale.
- DAVEAU, S. (1976) — «Estações Meteorológicas exemplificativas dos Principais Tipos Climáticos de Portugal continental», in: *Finisterra*, vol. XI, n.º 21, 171-177, Lisboa.
- FRERE, M. *et al.* (1987) — *Agroclimatological Classification of the Mediterranean and Southwest Asian Areas*, in: Drought Tolerance in Winter Cereals, Srivastava, J. P. *et al.* (editors), ICARDA — John Wiley & Sons Ltd.
- Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica (s. d.) — *Normais Climatológicas do Continente, correspondentes a 1951-1980*, Lisboa, INMG, não publicado.
- MENDES, J. C. (1979) — «Estimativa da evaporação pela fórmula de Penman — automatização do respectivo cálculo», in: *Revista do INMG*, vol. 2, n.º 1/2, 131-147, Lisboa.
- (1980) — «Simplificação da fórmula de Penman para avaliação da evaporação com utilização do Evaporímetro de Piche», in: *Revista do INMG*, vol. 3, n.º 1/2, 70-121, Lisboa.
- PENMAN, H. L. (1948) — *Natural evaporation from open water, bare soil and grass*, in: Proc. Royal Soc., T. 193, London.
- THORNTHWAITTE, C. W. (1848) — «An approach toward a rational classification of climate», in: *The Geographical Review*, vol. 38, 55-94, New York.
- TURC, L. (1961) — «Evaluation des besoins en eau d'irrigation, évapotranspiration potentielle», in: *Annales Agronomiques*, vol. 12, n.º 1, 13-49, Paris.