

# PARAMETRIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS NECESSÁRIAS PARA USO DO MODELO SWAT

Maria João Guerreiro - *Faculdade de Ciência e Tecnologia, UFP*

Centro de Modelação e Análise de Sistemas Ambientais (CEMAS)

Professora Auxiliar | E-mail: mariajoao@ufp.pt

Cláudia Martins - *Faculdade de Ciência e Tecnologia, UFP*

Licenciada em Engenharia do Ambiente | E-mail: cm@ufp.pt

117

## ABSTRACT

This study evaluates the climatic parameters to be used in the SWAT (Soil Water Assessment Tool) model in the Ria Formosa draining area in Portugal. Due to the scarcity of available data in the area, there is a need for climatic data generation in order to study the site under various hydrologic conditions. The objective of this study is to define the method for parameter evaluation based on the available data in the area. With the data now available it is possible to define all the parameters and the results are presented for the study area.

## RESUMO

Este estudo compreende a parametrização das variáveis climáticas a serem introduzidas no modelo SWAT (Soil Water Assessment Tool) para a área drenante à Ria Formosa, Portugal. Dada a escassez de registos de livre acesso de variáveis climáticas nessa zona, há a necessidade de se gerarem estas variáveis para períodos mais longos de modo a permitir análises hidrológicas sob diversas condições. O objectivo deste estudo é definir a metodologia a adoptar na avaliação dos parâmetros necessários ao modelo, com base nos dados disponíveis e de livre acesso. Conclui-se que com os dados disponíveis é possível avaliarem-se os parâmetros necessários ao modelo e os resultados estão apresentados para a zona em estudo.

## 1. INTRODUÇÃO E OBJECTIVOS

O modelo SWAT – Soil Water Assessment Tool, desenvolvido por Srinivasan e Arnold in Plus et al. (2003), simula o escoamento superficial, caudal em linhas de água e transporte de sedimentos e nutrientes. É um modelo de simulação contínua no tempo e cujas variáveis de caracterização hidrológica são distribuídas no espaço.

Os dados climáticos necessários para a aplicação do modelo SWAT podem ser dados reais (observados) ou gerados por uma rotina de cálculo (WXGEN), desenvolvida por Sharpley e Williams in Plus et al. (2003). A rotina de cálculo que gera os dados climatológicos é também usada para preenchimento de falhas nos dados registados.

As variáveis climáticas necessárias para o WXGEN são a precipitação diária, temperatura do ar máxima e mínima diária, radiação solar, velocidade do vento e humidade relativa. A disponibilidade de algumas destas variáveis ao público, sem custos, é muito recente, sendo que no local em estudo, os registos estão disponíveis no site do Instituto da Água após o ano de 2000 ([www.snirh.inag.pt](http://www.snirh.inag.pt))

**118** Dado o reduzido número de registos (dois a três anos), sentiu-se a necessidade de se parametrizarem as variáveis climáticas estatisticamente para introdução dos dados no modelo SWAT. Este constitui um primeiro passo para a análise hidrológica a ser desenvolvida no âmbito do projecto Ditty (Development of Information Technology Tools for the management of European Southern lagoons under the influence of river-basin runoff).

O local em estudo é a área representada pelas bacias hidrográficas da Ria Formosa, na região do Algarve, Portugal. A estação escolhida para este estudo é a estação meteorológica automática do Picoto, que é uma estação representativa da zona em estudo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Os dados meteorológicos foram obtidos no *site* do Instituto da Água ([www.snirh.inag.pt](http://www.snirh.inag.pt)) tendo sido utilizada uma das estações meteorológicas que apresentam os dados necessários ao simulador de clima (WXGEN). Das estações meteorológicas existentes na zona em estudo, a que apresenta o maior número de variáveis climatológicas e registos necessários para o WXGEN é a estação meteorológica automática do Picoto. A localização das estações meteorológicas deve estar bem definida. As variáveis necessárias para a sua caracterização apresentam-se na Tabela 1.

**Tabela 1:** Localização e características da estação meteorológica. Fonte: *site* INAG

<b>Código:</b>	30K/02		
<b>Nome:</b>	PICOTA		
<b>Latitude (° N):</b>	37.17	<b>WLATITUDE</b>	Latitude da estação meteorológica (graus). Os minutos e segundos são convertidos em frações de grau.
<b>Longitude (° W):</b>	7.69	<b>WLONGITUDE</b>	Longitude da estação meteorológica (graus). Os minutos e segundos são convertidos em frações de grau.
<b>Coord. X (m):</b>	239012		
<b>Coord. Y (m):</b>	22599		
<b>Altitude (m):</b>	174	<b>WELEV</b>	Elevação da estação meteorológica
<b>Bacia:</b>	RIB. ALGARVE		
<b>Concelho:</b>	TAVIRA		
<b>Entrada em Funcionamento:</b>	20-03-2001		
<b>Tipo de Rede:</b>	CLIMATOLÓGICA		

Os parâmetros a serem usados pelo WXGEN apresentam-se na Tabela 2.

**Tabela 2:** Descrição dos parâmetros climáticos utilizados pelo WXGEN

Parâmetro	Descrição	Unidade
TMPMX(mon)	Média da temperatura máxima diária no mês	°C
TMPMN(mon)	Média da temperatura mínima diária no mês	°C
TMPSTDMX(mon)	Desvio padrão da temperatura máxima diária no mês	°C
TMPSTDMN(mon)	Desvio padrão da temperatura mínima diária no mês	°C
PCPMM(mon)	Média da precipitação total mensal	mm
PCPSTD(mon)	Desvio padrão para precipitação diária no mês	mm
PCPSKW(mon)	Coefficiente de assimetria da precipitação diária no mês	-
PR_W(1,mon)	Probabilidade de um dia húmido seguir um dia seco no mês	-
PR_W(2,mon)	Probabilidade de um dia húmido seguir um dia húmido no mês	-
RAINHHMX(mon)	Precipitação máxima de 0,5 hora no período de registo no mês	mm
SOLARAV(mon)	Média da radiação solar diária no mês	MJ/m <sup>2</sup> /day
DEWPT(mon)	Média da temperatura do ponto de orvalho no mês	°C

O método de cálculo de cada variável apresenta-se abaixo:

**TMP<sub>MX</sub>, TMP<sub>MN</sub> (mon)** - A média das temperaturas máxima (TMP<sub>MX</sub>) e mínima diárias (TMP<sub>MN</sub>) para cada mês foi calculada com base nos dados de temperatura do ar horária disponíveis, uma vez que não está directamente disponível no site [www.snirh.inag.pt](http://www.snirh.inag.pt) a informação requerida pelo modelo. Foi avaliada a temperatura máxima e mínima em cada dia de registos existentes e posteriormente avaliada a sua média no respectivo mês através da soma da temperatura (máxima ou mínima do ar em cada dia do mês para todos os anos de dados e dividido pelo número de dias somados)

$$TMP_{MX}, TMP_{MN}(\text{mon}) = \frac{\sum_{d=1}^N T_{mon}}{N}, \quad (1)$$

sendo  $T_{mon}$  a temperatura máxima ou mínima diária no mês  $mon$  (°C), e  $N$  o número total de dados de temperatura máxima ou mínima diária para o mês  $mon$ .

**TMPSTD<sub>MX</sub>, TMPSTD<sub>MN</sub> (mon)** - O desvio padrão das temperaturas máxima e mínima diária em cada mês foi calculado por

$$TMPSTD_{MX}, TMPSTD_{MN}(\text{mon}) = \frac{\sum_{d=1}^N (T_{mon} - TMP_{MX/MN})}{N - 1}, \quad (2)$$

sendo  $TMP_{MX/MN}$  a temperatura máxima ou mínima diária no registo  $d$  do mês  $mon$  (°C), e as demais variáveis como acima descritas.

**120 PCPMM(mon)** – Média da precipitação total mensal (mm). Esta variável foi calculada com base nos registos diários de precipitação, através da soma dos mesmos no mês em estudo e posterior avaliação da média.

**PCPSTD(mon)** – Desvio padrão da precipitação diária no mês (mm/dia). Este parâmetro quantifica a variabilidade da precipitação diária em cada mês. O desvio padrão foi calculado a partir de todos os dados disponíveis de precipitação diária total para cada mês em estudo.

**PCPSKW(mon)** – coeficiente de assimetria da precipitação diária no mês. Este parâmetro quantifica a simetria da distribuição da precipitação em torno da média. É calculado por

$$PCPSKW(mon) = \frac{N \times \sum_{d=1}^N (R_{dia,mon} - \bar{R}_{mon})}{(N-1)(N-2)(\sigma_{mon})} , \quad (3)$$

sendo  $N$  o número total de registos de precipitação diária no mês  $mon$ ,  $R_{dia,mon}$  a quantidade de precipitação para o registo  $d$  no mês  $mon$  (mm),  $\bar{R}_{mon}$  a precipitação média no mês e  $\sigma_{mon}$  o desvio padrão da precipitação diária no mês  $mon$ .

**PR\_W(1,mon)** – Probabilidade de um dia húmido seguir um dia seco no mês. Esta probabilidade é calculada pela lei de probabilidade condicional (Teorema de Bayes) (Haan, 1986),

$$P_i(W / D) = \frac{days_{W/D,i}}{days_{dry,i}} , \quad (4)$$

sendo  $P_i(W/D)$  a probabilidade de um dia húmido seguir um dia seco no mês  $i$ ,  $days_{W/D,i}$  o número de vezes que um dia húmido seguiu um dia seco no mês  $i$  no período de registo e  $days_{dry,i}$  é o número de dias secos no mês  $i$  durante o período de registo. Um dia seco é um dia com 0 mm de precipitação. Um dia húmido é um dia com  $> 0$  mm precipitação.

**PR\_W(2,mon)** – Probabilidade de um dia húmido seguir um dia húmido no mês. Esta probabilidade é calculada por

$$P_i(W / W) = \frac{days_{W/W,i}}{days_{wet,i}} , \quad (5)$$

onde  $days_{W/W,i}$  o número de vezes que um dia húmido seguiu um dia húmido no mês  $i$  no período de registo e  $days_{wet,i}$  é o número de dia húmidos no mês  $i$  durante o período de registo. **PCPD(mon)** – Número médio de dias de precipitação no mês. Este número foi calculado com base nos dados de precipitação diária existentes.

**RAINHHMX(mon)** – Chuva máxima de 0,5 horas para o período em estudo. Uma vez que não estão disponíveis dados sub-horários de precipitação, avaliou-se a chuva máxima com duração de 0,5 horas a partir do registo de precipitação máxima de uma hora.

**SOLARAV(mon)** – Média da radiação solar diária no mês. Este valor foi calculado somando-se a radiação solar diária no mês para todos os anos de registo e dividindo-se pelo número de dias somados.

**DEWPT(mon)** – Média diária do ponto de orvalho no mês. Determinado a partir dos dados de temperatura média diária e humidade relativa média diária. A temperatura do ponto de orvalho é a temperatura de saturação do vapor de água para o vapor de água existente na atmosfera. Para os cálculos foi necessário obterem-se dados de humidade relativa. Procedeu-se ao cálculo de

$$e = es \times HR , \quad (6)$$

sendo  $e$  a tensão de vapor de água na atmosfera,  $es$  a tensão de saturação de vapor e  $HR$  a humidade relativa do ar. A relação entre  $es$  e a temperatura do ar é conhecida, e apresentada em diversas publicações, entre as quais Maidment (1991). Após o cálculo da tensão de vapor de água na atmosfera, calculou-se a temperatura para a qual a tensão ( $e$ ) seria a tensão de saturação ( $es$ ).

**WNDVAV(mon)** – média da velocidade do vento diária do mês. Este valor foi calculado com base nos valores de velocidade horária (m/s), calculando-se a média diária em cada mês.

### 3. RESULTADOS

Os valores dos parâmetros apresentados na Tabela 2 estão apresentados na Tabela 3.

Da Tabela 3 pode-se observar que os meses mais quentes são Julho e Agosto, apresentando os valores mais elevados tanto para as temperaturas máximas, quanto para as temperaturas mínimas, enquanto que as menores temperaturas ocorrem nos meses de Dezembro e Janeiro. Este padrão está relacionado com a radiação solar nos meses frios, porém apresenta um atraso relativamente aos meses de verão, sendo a radiação máxima nos meses de Junho e Julho, como se pode observar da Tabela 3. Os meses mais chuvosos são de Outubro a Dezembro, os quais representam 56% do total precipitado no ano. Dezembro é o mês com maior número de dias de chuva, sendo também o mês no qual ocorre mais precipitação, em média.

Estes valores serão utilizados na rotina de cálculo WXGEN, parte integrante do modelo SWAT, para geração de dados hidrológicos necessários à avaliação dos escoamentos e transporte de sedimentos e nutrientes afluentes à Ria Formosa.

**122** **Tabela 3:** Parâmetros climáticos calculados para a estação do Picoto

Parâmetro	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
RAIN_YRS												
TMPMX(mon)	15.0	15.2	18.7	20.1	23.7	28.4	30.3	30.8	24.6	22	17.9	15.1
TMPMN(mon)	8.8	8.2	11.5	11.8	14.2	17.9	19.0	20.3	17.5	15.7	11.1	9.9
TMPSTDMX(mon)	2.5	1.6	2.9	3.5	4.4	3.4	3.1	3.5	2.9	2.1	3.3	2.2
TMPSTDMN(mon)	2.6	2.0	2.2	2.3	3.4	2.8	2.8	3.0	1.6	1.8	3.3	2.5
PCPMM(mon)	57.8	52.7	52.9	42.5	13.4	0.2	0.5	0.9	57.6	116.0	92.8	152.0
PCPSTD(mon)	5.07	5.86	4.48	4.36	1.30	0.03	0.07	0.13	8.20	9.20	8.39	11.90
PCPSKW(mon)	4.23	3.69	3.30	3.58	4.16	4.81	4.80	3.83	4.89	4.06	4.46	3.28
PR_W(1,mon)	0.162	0.216	0.333	0.138	0.176	0.059	0.057	0.094	0.136	0.433	0.135	0.286
PR_W(2,mon)	0.760	0.579	0.588	0.625	0.316	0.000	0.000	0.000	0.704	0.594	0.783	0.765
RAINHHMX(mon)	12.5	9.5	11.7	8.0	6.3	1.7	1.7	2.0	9.0	16.0	11.5	17.0
SOLARAV(mon)	8.3	10.5	14.7	19.5	23.4	26.0	25.1	22.0	16.2	11.0	9.4	6.1
DEWP(1,mon)	5.7	5.0	9.7	8.3	9.7	12.3	12.8	14.6	15.5	15.0	7.8	8.2

#### 4. CONCLUSÕES

Este estudo apresentou uma primeira fase de análise dos dados climáticos disponíveis para a modelação hidrológica das bacias hidrográficas afluentes à Ria Formosa. Estes parâmetros estatísticos permitirão reproduzir as variáveis climáticas e analisar as características sazonais da hidrologia local.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Plus, M., Bouraoui, F., Zaldívar, M., Murray, C.N. (2003). *Modelling the Thy Lagoon Watershed (South Mediterranean Coast of France)*.

Haan, C.T. (1986). *Statistical Methods in Hydrology*. Ames, Iowa, Iowa State University Press. .

Maidment, D.R. (1991). *Handbook of Hydrology*. New York, McGraw-Hill.

www.snirh.inag.pt