

ANEXO I – FICHEIRO CLIMÁTICO DO VISUALDOE

AI.1. PREPARAÇÃO DO FICHEIRO CLIMÁTICO

Por forma a obter um ficheiro climático para qualquer ferramenta de simulação é necessário conhecer: 1 - as variáveis climáticas que a ferramenta requer para o ficheiro climático; 2 - unidades das variáveis; 3 - periodicidade das variáveis (horários, mensais, etc). Assim, a partir da consulta do Manual Climático do DOE-2 (Buhl, 1999) foi possível saber os parâmetros referidos, como se pode observar na Tabela AI.1:

Tabela AI.1 – Parâmetros necessários do ficheiro climático para o VisualDOE.

Parâmetros Necessários	Unidade	Periodicidade
Temperatura de bolbo seco	°F	Horária
Temperatura de bolbo húmido	°F	Horária
Razão de humidade	lb água / lb ar seco	Horária
Entalpia	Btu/lb	Horária
Precipitação	sim / não	Horária
Direcção do Vento	16 pontos da rosa dos ventos	Horária
Velocidade do vento	nós	Horária
Radiação solar total horizontal	Btu/hr.pé ²	Horária

Parâmetros Necessários	Unidade	Periodicidade
Radiação solar directa	Btu/hr.pé ²	Horária
Índice de claridade	-	Mensal
Temperatura do solo	Rankine	Mensal

Como se pode observar na Tabela A1.1, todas as unidades dos parâmetros são baseadas no sistema IP. Atentando para o facto do sistema de medição utilizado no caso de estudo registar os valores em unidades SI, é necessário converter os valores medidos. Assim, foram utilizadas as conversões apresentadas na Tabela A1.2:

Tabela A1.2 – Conversão de unidades.

Parâmetro	Conversão IP/SI
Temperatura	$^{\circ}\text{F} = ^{\circ}\text{C} * (9/5) + 32$
	$^{\circ}\text{R} = ^{\circ}\text{F} + 459.67$
Pressão	1 inHG = 3.3772 kPa
Massa	1 lb = 0.45356 kg
Entalpia	1 Btu/lb = 2.3266 kJ/kg
Velocidade	1 nó = 0.515 m/s
Fluxo de calor	1 Btu/hr.pé ² = 3.155 W/m ²

AI.1.1. OBTENÇÃO DOS PARÂMETROS

Os parâmetros a empregar no ficheiro climático podem ser obtidos através da sua medição “*in-situ*” ou através da combinação de outros parâmetros. Assim, para o caso de estudo, os parâmetros medidos “*in-situ*” foram:

1. Temperatura de bolbo seco;
2. Precipitação;
3. Direcção do vento;
4. Velocidade do vento;
5. Radiação solar total horizontal.

Por outro lado, os parâmetros obtidos por combinação dos dados medidos “*in-situ*” foram:

1. Razão de humidade;
2. Temperatura de bolbo húmido;
3. Entalpia;
4. Radiação solar directa;
5. Índice de claridade.

O único parâmetro onde foram utilizados valores tabelados foi a temperatura do solo, pois este elemento é muito estável, não sofrendo grandes alterações com as diferentes condições atmosféricas, além de ser muito semelhante ao longo dos anos.

1. Razão de humidade (W) – para o cálculo deste parâmetro foi necessário obter a pressão de saturação (P_s) e a pressão de vapor (P_v), através das Equação Al.1 e Al.2. Seguidamente, é possível obter a razão de humidade aplicando a Equação Al.3:

Equação Al.1

$$P_s = \frac{610.5 \cdot e^{(17.26 \cdot T_{ext}) / (T_{ext} + 237.3)}}{1000} \quad (\text{kPa});$$

Equação Al.2

$$P_v = P_s \cdot \frac{HR}{100} \quad (\text{kPa});$$

Equação Al.3

$$W = 0.62198 \cdot \frac{P_v}{100.332 - P_v} \quad (\text{kg}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{kg}_{\text{as}}) \quad \text{com:}$$

T_{ext} – Temperatura exterior (°C);

HR – Humidade relativa (%).

2. Temperatura de bolbo húmido (T_{BH}) – para o cálculo deste parâmetro foi necessário utilizar o Método Iterativo Composto¹, pois a equação utilizada para calcular a T_{BH} necessita do valor da razão de humidade (W^* s) à temperatura de bolbo húmido, que necessita do valor da T_{BH} para o seu cálculo. Assim, na primeira iteração é utilizado o valor da temperatura exterior de bolbo seco para calcular o parâmetros W^* s. Seguidamente é utilizada a Equação Al.4 para calcular a T_{BH} . Para a segunda iteração, é

¹ O Método Iterativo Simples (MIS) foi preterido em relação ao composto pelo facto do MIS aplicado a este caso resultava em valores que não convergiam para um valor estável.

utilizada a média entre o valor inicial e o final da primeira iteração $[(T_{BH(i)}+T_{BH(i-1)})/2]$. Este processo será repetido até se chegar a erros insignificantes, entre iterações.

Equação Al.4

$$T_{BH} = \frac{W \cdot (2501 + 1.805 \cdot T_{ext}) - 2501 \cdot W \cdot s + T_{ext}}{1 - 2.381 \cdot W \cdot s + 4.186 \cdot W} \quad (^\circ\text{C})$$

3. Entalpia (E) – para o cálculo deste parâmetro foi necessário utilizar a temperatura exterior (T_{ext}) em $^\circ\text{F}$, de forma a obter o valor da Entalpia directamente nas unidades requeridas pelo VisualDOE (Btu/lb), como se pode observar na Equação Al.5:

Equação Al.5

$$E = 0.24 \cdot T_{ext} + (1061 + 0.444 \cdot T_{ext}) \cdot W \quad (\text{Btu/lb})$$

4. Radiação Solar Directa normal ($I_{dis,N}$) – para o cálculo deste parâmetro foi necessário obter a declinação solar (δ), a equação do tempo (Et), o tempo solar (t_{sol}), a altura solar (H), o ângulo solar horários (θ_s), por forma a definir geometricamente o movimento do sol. Por outro lado também foi necessário obter a constante solar (I_0), o índice de claridade (K_T), a radiação difusa horizontal ($I_{dif,H}$) e a radiação directa horizontal ($I_{dif,H}$). Para tal foram utilizadas as Equações Al.6 a Al.11 e Al.12 a Al.16:

Equação Al.6

$$\delta = \alpha \sin \left(-\sin 23.45 \cdot \cos \left(\frac{360 \cdot (n+10)}{365.25} \right) \right) \quad (^\circ);$$

Equação Al.7

$$B = 360 \cdot \frac{n-81}{364};$$

Equação Al.8

$$Et = 9.87 \cdot \sin(2B) - 7.53 \cdot \cos(B) - 1.5 \cdot \sin(B) \quad (\text{min});$$

Equação Al.9

$$H = \frac{(T_{SOL} - 12) \cdot 360}{24} \quad (^\circ);$$

Equação Al.10

$$\theta_s = \alpha \cos(\cos(\lambda) \cdot \cos(\delta) \cdot \cos(H) + \sin(\lambda) \cdot \sin(\delta)) \quad (^\circ);$$

Equação Al.11

$$T_{SOL} = T_{Loc} + \frac{Et}{60} + \frac{\lambda}{15} \quad \text{com:}$$

n – dia do ano;

T_{Loc} – hora local;

λ – longitude ($^{\circ}$);

Equação Al.12

$$I_0 = \left(1 + 0.033 \cdot \cos \frac{360 \cdot n}{365.25} \right) \cdot 1373 \quad (\text{w/m}^2);$$

Equação Al.13

$$K_T = \frac{I_{glo}}{I_0 \cdot \cos \theta_s};$$

Equação Al.14

$$I_{dif_H} = \begin{cases} I_{glo} \cdot (1 - 0.249 \cdot K_T) \rightarrow 0 \leq K_T \leq 0.35 \\ I_{glo} \cdot (1.557 - 1.84 \cdot K_T) \rightarrow 0.35 \leq K_T \leq 0.75 \\ I_{glo} \cdot 0.177 \rightarrow K_T \geq 0.75 \end{cases} \quad (\text{w/m}^2); \quad I_{dir_H} = I_{glo} - I_{dif_H} \quad (\text{w/m}^2);$$

Equação Al.15

Equação Al.16

$$I_{dis_N} = \frac{I_{dir_H}}{\sin(\theta_s)} \quad (\text{w/m}^2) \quad \text{com:}$$

I_{glo} – radiação solar total horizontal (w/m^2).

- Índice de Claridade (K_T) – para o cálculo deste parâmetro foi necessário obter a radiação solar total horizontal (I_{glo}), a constante solar (I_0) e o ângulo solar (θ_s), em termos de médias mensais, de forma a aplicar a Equação Al.13.

Para o cálculo dos parâmetros 1 a 4, referidos anteriormente, e dado que estes têm uma periodicidade horária, foi necessário utilizar o Microsoft Excel para aplicar as Equações apresentadas às 8760 horas que perfazem um ano, como se pode observar na Figura Al.1. Relativamente ao parâmetro 5, a folha de cálculo do Excel foi utilizada para o cálculo das médias mensais necessárias.

	A	B	C	D	E	H	J	K	N	AU	AW	AZ	BO
1		Patm=	100.332			Knots	Iglo						
2		Ano	Dia	Hora	Hora:Min	V_Vento	Btu/ft2	Temp5 °F	W	TempBH	D_Vento (0-15)	Entalpia	Btu/ft2
3	2004	1/Jan	1	1:00		2.01	0.0	54	=0.62198*	54	7	22.5	0.0
4	2004	1/Jan	2	2:00		2.86	0.0	53	0.0086	53	9	22.1	0.0
5	2004	1/Jan	3	3:00		2.67	0.0	53	0.0085	53	9	22.0	0.0
6	2004	1/Jan	4	4:00		2.75	0.0	53	0.0086	53	9	22.0	0.0
7	2004	1/Jan	5	5:00		3.35	0.0	53	0.0085	53	9	22.0	0.0
8	2004	1/Jan	6	6:00		2.87	0.1	53	0.0086	53	9	22.0	0.0
9	2004	1/Jan	7	7:00		2.44	0.1	53	0.0086	53	9	22.1	0.0
10	2004	1/Jan	8	8:00		2.45	0.1	53	0.0087	53	9	22.2	0.0
11	2004	1/Jan	9	9:00		0.97	0.1	54	0.0088	54	8	22.4	0.0
12	2004	1/Jan	10	10:00		1.21	1.4	54	0.0088	54	6	22.5	0.1
13	2004	1/Jan	11	11:00		2.27	6.0	54	0.0090	54	8	22.7	0.3
14	2004	1/Jan	12	12:00		2.66	12.2	55	0.0093	55	9	23.2	0.6
15	2004	1/Jan	13	13:00		2.60	20.2	56	0.0097	56	9	24.1	1.3
16	2004	1/Jan	14	14:00		3.00	33.6	58	0.0102	58	10	24.9	3.3
17	2004	1/Jan	15	15:00		3.12	35.8	58	0.0101	58	12	24.9	4.3
18	2004	1/Jan	16	16:00		2.87	27.2	59	0.0099	58	11	25.0	3.8
19	2004	1/Jan	17	17:00		3.12	24.6	59	0.0098	58	9	25.0	3.9
20	2004	1/Jan	18	18:00		2.20	7.6	59	0.0096	57	10	24.5	1.5

Figura Al.1 – Folha de cálculo utilizada para obter os parâmetros necessários para o ficheiro climático.

AI.2. GERAÇÃO DO FICHEIRO CLIMÁTICO

Com todos os parâmetros necessários para o ficheiro climático definidos, o passo seguinte será a geração do ficheiro climático. Para tal, é imprescindível organizar os parâmetros da forma requerida pelo VisualDOE, em termos da ordem de introdução dos parâmetros, casas decimais a apresentar e espaçamento de colunas, como se pode observar na Figura Al.2.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V/W	X	Y	Z	AA	AB	AC
1	1	1	1	54	.	54	.	29.5	0	.	0	0	7	0.0088	0.076	22.5	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	.	
2	1	1	2	53	.	53	.	29.6	0	.	0	0	9	0.0086	0.077	22.1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	.	
3	1	1	3	53	.	53	.	29.6	0	.	0	0	9	0.0085	0.077	22.0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	.	
4	1	1	4	53	.	53	.	29.6	10	.	0	0	9	0.0086	0.077	22.0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	.	
5	1	1	5	53	.	53	.	29.6	10	.	0	0	9	0.0085	0.077	22.0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	.	
6	1	1	6	53	.	53	.	29.7	10	.	0	0	9	0.0086	0.077	22.0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	.	
7	1	1	7	53	.	53	.	29.7	10	.	0	0	9	0.0086	0.078	22.1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	.	
8	1	1	8	53	.	53	.	29.7	10	.	0	0	9	0.0087	0.078	22.2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	.	
9	1	1	9	54	.	54	.	29.8	10	.	0	0	8	0.0088	0.077	22.4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	.	
10	1	1	10	54	.	54	.	29.8	9	.	0	0	6	0.0088	0.077	22.5	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	.	
11	1	1	11	54	.	54	.	29.8	9	.	0	0	8	0.0090	0.077	22.7	6	0	0	0	0	0	0	0	2	2	.	
12	1	1	12	55	.	55	.	29.8	9	.	0	0	9	0.0093	0.077	23.2	12	0	0	0	0	0	0	0	2	3	.	
13	1	1	13	56	.	56	.	29.8	9	.	0	0	9	0.0097	0.077	24.1	20	0	0	0	0	0	0	0	2	3	.	

Figura Al.2 – Organização de parâmetros de forma a gerar um ficheiro climático.

Seguidamente é necessário gravar o ficheiro de Excel com o formato *.prn – Formatted text (space delimited). O passo seguinte será mudar a extensão do ficheiro criado de *.prn => *.fmt, de forma a ser reconhecido pelo VisualDOE. Depois de criado o ficheiro *.fmt é necessário introduzir o nome, latitude,

longitude e zona horária do local, assim como assinalar se o ficheiro contém dados de radiação solar, como se pode observar na Figura Al.3.

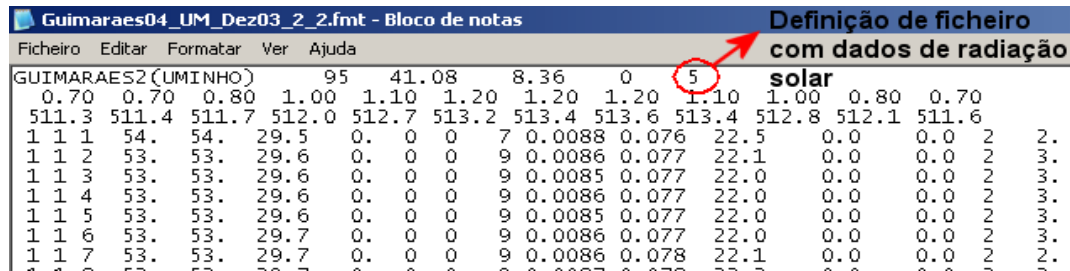


Figura Al.3 – Ultimação do ficheiro climático para o VisualDOE.

Por último é necessário utilizar a ferramenta de conversão que o VisualDOE possui (Figura Al.4) e transformar o ficheiro de texto criado (*.fmt) num ficheiro binário (*.bin), o qual pode então ser utilizado pelo VisualDOE como ficheiro climático.



Figura Al.4 – Ferramenta de conversão do VisualDOE para o ficheiro climático.