



## 6<sup>as</sup> Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009

### DADOS DIRECCIONAIS DE AGITAÇÃO MARÍTIMA NOS AÇORES (PROJECTO CLIMAAT-CLIMA E METEOROLOGIA DOS ARQUIPELAGOS ATLÂNTICOS)

Rita Esteves<sup>1</sup>, André Valente<sup>2</sup>, Mariana Costa<sup>1</sup>, Francisco Reis<sup>2</sup>, Eduardo Azevedo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Hidrográfico, Marinha Portuguesa

<sup>2</sup> Centro do Clima, Meteorologia e Mudanças Globais da Universidade dos Açores

[rita.esteves@hidrografico.pt](mailto:rita.esteves@hidrografico.pt); [mariana.costa@hidrografico.pt](mailto:mariana.costa@hidrografico.pt);

[avalente@uac.pt](mailto:avalente@uac.pt); [vieirareis@uac.pt](mailto:vieirareis@uac.pt); [edubrito@uac.pt](mailto:edubrito@uac.pt)

#### Resumo

Com base nos dados adquiridos entre 2005 e 2008 pelas estações ondógrafo direccionais do projecto CLIMAAT das Ilhas Terceira, São Miguel e Flores, apresenta-se nesta comunicação um estudo sumário da agitação marítima para os Açores. São caracterizadas as condições médias globais e sazonais e as condições extremas da agitação marítima em cada um daqueles três locais. Verifica-se que os resultados obtidos estão fortemente influenciados pela localização geográfica das estações e face à proximidade de cada uma das ilhas. De um modo geral, os resultados estão de acordo com estudos anteriores que apontam para a predominância de estados de mar provenientes dos quadrantes W e N; no entanto outros regimes, tais como ondulações de Este e Sul, apesar de ocorrerem com magnitude e frequência menores, parecem também ser importantes para completar a descrição do clima de agitação marítima dos Açores. Considera-se fundamental a manutenção da rede de estações ondógrafo já instaladas, para que, no futuro, a existência de séries temporais mais longas possa contribuir para uma melhor caracterização da agitação marítima nos Açores.

#### 1. Introdução

Por iniciativa do Centro do Clima, Meteorologia e Mudanças Globais da Universidade dos Açores (UAç) e no âmbito do projecto CLIMAAT (Clima e Meteorologia dos Arquipélagos Atlânticos), desenvolvido em parceria com a Associação Para o Estudo do Ambiente Insular (AEAI), e com o apoio do Governo Regional dos Açores, Administrações Portuárias e Marinha Portuguesa, deu-se início em 2005 à implantação de um sistema de monitorização de dados meteo-oceanográficos na Região Autónoma dos Açores com a instalação de uma primeira estação ondógrafo direccional ao largo da Praia da Vitória, na Ilha Terceira (Azevedo & Gonçalo, 2005; Barrera et al, 2008). Seguiu-se, ainda no mesmo ano, a instalação da estação de São Miguel, e em 2006, a das Flores. Posteriormente, em 2007, e já no âmbito do projecto CLIMARCOST (Clima Marítimo e Costeiro), foram instaladas mais três estações, a estação da Horta, entre as Ilhas do Faial e do Pico, e a de Santa Maria e da Graciosa (Figura 1).

Os dados adquiridos nas estações da Terceira, São Miguel e Flores têm sido processados ao abrigo de um protocolo de colaboração celebrado entre a AEAI e o Instituto Hidrográfico (IH), visando o desenvolvimento de interesses comuns na área da agitação marítima.

É objectivo desta comunicação apresentar uma síntese dos resultados do processamento dos dados colhidos nas três referidas estações, no sentido de dar uma contribuição para o estudo do clima de agitação marítima dos Açores. Usando toda a informação disponível até ao final de 2008,

são caracterizadas as condições médias globais e sazonais e as condições extremas da agitação marítima em cada um daqueles três locais. Os resultados são interpretados tendo em conta a localização geográfica das bóias face à proximidade de cada uma das ilhas e possíveis efeitos de sombra.

O Arquipélago dos Açores é constituído por nove ilhas principais divididas em três grupos distintos: o Grupo Ocidental (Flores e Corvo), o Grupo Central (Faial, Pico, São Jorge, Graciosa e Terceira) e o Grupo Oriental (São Miguel e Santa Maria). Estando localizado no meio do Atlântico Norte, o Arquipélago está sujeito às tempestades geradas pelos sistemas frontais associados às depressões extra tropicais. Estes sistemas deslocam-se tipicamente na direcção SW-NE e ocorrem principalmente nos meses de Inverno e Primavera. Outras fontes de tempestades podem atingir os Açores, como por exemplo os furacões formados nos trópicos durante o Verão e Outono e que por vezes chegam ao Arquipélago na forma de tempestades tropicais (Azevedo, 2001; Andrade et al, 2008).

Relativamente ao clima da agitação marítima existem poucos estudos. A climatologia Weratlas (Pontes et al, 1996), baseada em dados de espectro direccionado do modelo WAM entre 1987 e 1994, providencia alguma informação sobre o clima da agitação marítima em três pontos no Arquipélago. No que diz respeito à direcção, na posição mais a Oeste (39°N; 30°W) surge como predominante W e NW, seguindo-se, com menor frequência, SW e N; na posição mais a Este (39°N; 24°W) os resultados são semelhantes, embora com um pequeno aumento entre N e NE.

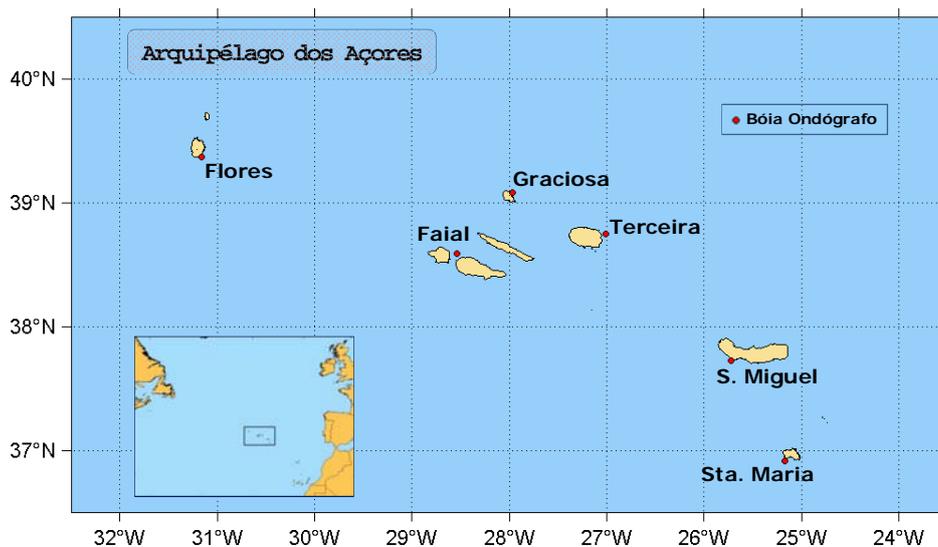


Figura 1 – Arquipélago dos Açores  
Imagem do domínio em estudo e da localização das estações ondógrafo.

## 2. Aquisição e processamento de dados

O estudo de agitação marítima, que se apresenta nesta comunicação, é baseado nos registos das estações ondógrafo direccionais das Flores, Terceira e São Miguel. Os dados das Flores são referentes ao período de Julho de 2006 a Dezembro de 2008, os da Terceira, de Fevereiro de 2005 a Dezembro de 2008, e os de São Miguel, de Agosto de 2005 a Dezembro de 2008.



## 6<sup>as</sup> Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009

Os dados foram adquiridos por bóias direccionais Datawell Directional Waverider MKIII (0.7). Estas bóias, para além do sensor que mede a aceleração vertical do movimento da superfície livre do mar, estão equipadas com sensores adicionais que medem a aceleração horizontal em relação a duas direcções perpendiculares entre si, o que permite obter, simultaneamente, dados relativos à altura, ao período e à direcção. A aquisição dos dados foi efectuada de 3 em 3 horas, durante períodos de 30 minutos. Em situações de temporal (altura significativa superior a 5 metros), a aquisição foi efectuada de 30 em 30 minutos. As séries temporais obtidas são constituídas por deslocamentos verticais (ou elevações) e deslocamentos horizontais relativamente a duas direcções perpendiculares entre si, norte-sul e este-oeste.

Na tabela I apresenta-se a localização das estações ondógrafo do Arquipélago dos Açores e a profundidade a que estão fundeadas, e na figura 2 apresentam-se os respectivos períodos de aquisição de dados. Os espaçamentos a branco apenas contemplam as falhas técnicas das bóias. Outras falhas ocorreram, nomeadamente na recepção dos dados, o que se traduziu numa diminuição da percentagem de registos válidos em cada estação. Embora as estações do Faial, Graciosa e Santa Maria não tenham sido consideradas no presente estudo, optou-se por também apresentar, a título informativo, a sua localização e correspondentes períodos de aquisição.

	Flores	Terceira	Faial/Pico	Graciosa	São Miguel	Santa Maria
<b>Latitude (N)</b>	39° 22.11'	38° 45.05'	38° 35.26'	39° 5.21'	37° 43.53'	36° 55.21'
<b>Longitude (W)</b>	-31° 9.80'	-27° 0.62'	-28° 32.26'	-27° 57.73'	-25° 43.28'	-25° 10.02'
<b>Profundidade (m)</b>	80	100	110	97	90	119

Tabela I – Rede de estações ondógrafo do Arquipélago dos Açores  
(Coordenadas geográficas e profundidade)

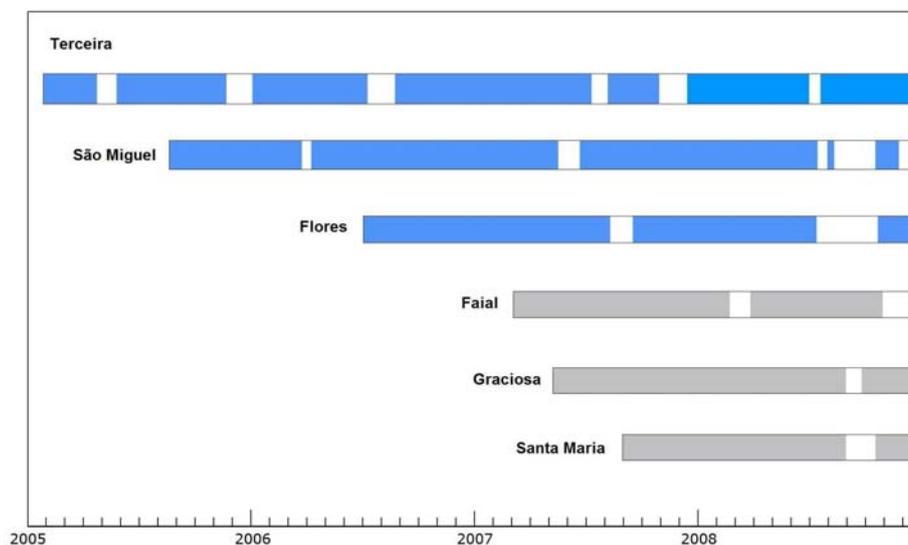


Figura 2 – Cobertura temporal da rede de estações ondógrafo do Arquipélago dos Açores

Devido à respectiva cobertura temporal e espacial, os dados estatísticos apresentados neste artigo devem ser considerados como representativos da área de medição ou de posições com a mesma exposição meteo-oceanográfica. Qualquer extrapolação para locais afastados das posições das bóias deve ser interpretada, recorrendo-se para o efeito a modelos matemáticos adequados.



## 6<sup>as</sup> Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009

Na tabela II apresentam-se as percentagens mensais de registos válidos nas estações das Flores, Terceira e São Miguel. Nas Flores salienta-se a baixa percentagem de registos válidos em alguns meses de Verão, em particular em Agosto, em que existem apenas 10% de registos válidos; na Terceira, foi em Julho que se verificaram mais falhas de dados (33% de registos válidos); em São Miguel a percentagem mais baixa registada é de 49% em Agosto. Em termos globais, a percentagem de registos válidos é superior em São Miguel (77%), seguindo-se as Flores (67%), e a Terceira (60%). Agrupando os meses em dois períodos sazonais de Verão (Abril a Setembro) e de Inverno (Outubro a Março), verifica-se que, na Terceira, as percentagens em cada período são semelhantes (62% e 59%), o que não acontece em São Miguel (71% e 83%) e nas Flores (49% e 85%). Estas assimetrias condicionam, obviamente, a caracterização das condições sazonais na estação de São Miguel e, principalmente, na das Flores.

Estações	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Flores	74	90	90	92	93	63	37	10	35	72	94	88
Terceira	58	62	64	78	62	75	33	46	82	73	48	46
S. Miguel	94	96	77	83	81	72	81	49	66	78	86	72

Tabela II – Percentagens mensais de observações válidas

No que respeita ao processamento de dados, as séries temporais foram analisadas no domínio da frequência, com vista à estimação dos parâmetros característicos da agitação marítima. Para cada registo, foram estimados, entre outros, os parâmetros que se apresentam neste artigo: altura significativa (HM0), período médio (T02), período de pico (TP) e direcção média associada ao período de pico (THTP). Note-se que a direcção aqui considerada é a direcção de onde as ondas vêm, medida a partir do Norte verdadeiro, no sentido dos ponteiros do relógio.

### 3. Caracterização da Agitação Marítima nos Açores

Para a caracterização do clima de agitação marítima é utilizada informação gráfica e em tabelas, relativa aos parâmetros HM0, T02, TP e THTP. No que diz respeito à caracterização das condições médias globais e sazonais, foram considerados apenas os registos adquiridos de 3 em 3 horas, enquanto que para as situações de temporal foram considerados todos os registos válidos.

#### 3.1. Condições médias globais

As condições médias globais são aqui caracterizadas através da informação presente nos gráficos das distribuições de frequência relativa de cada um dos parâmetros HM0, T02, TP e THTP (figuras 3 a 6), bem como nas tabelas que resumem a distribuição conjunta de THTP-HM0, THTP-TP e HM0-TP (tabelas III a XI).

##### 3.1.1. Distribuição de alturas, períodos e direcções

Relativamente à distribuição de cada um dos parâmetros salienta-se:

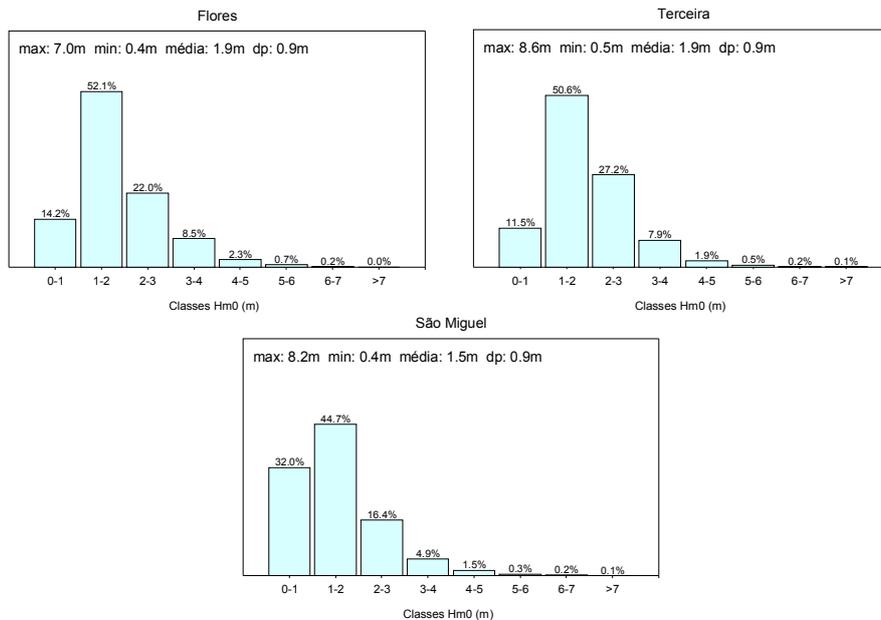
###### a) Altura significativa

Os valores mais frequentes de altura significativa, nas três estações, situam-se na classe de 1 a 2m (52% nas Flores, 51% na Terceira e 45% em São Miguel); alturas significativas superiores a 3m



são cerca de 12% nas Flores, 11% na Terceira e 7% em São Miguel. Valores superiores a 5m apresentam percentagens inferiores a 1%, nas três estações.

Nas Flores e na Terceira a média é 1.9m e o desvio padrão é 0.9m; em São Miguel a média é 1.5m e o desvio padrão é 0.9m. As alturas significativas máximas observadas são 7.0m nas Flores, 8.6m na Terceira e 8.2m em São Miguel.

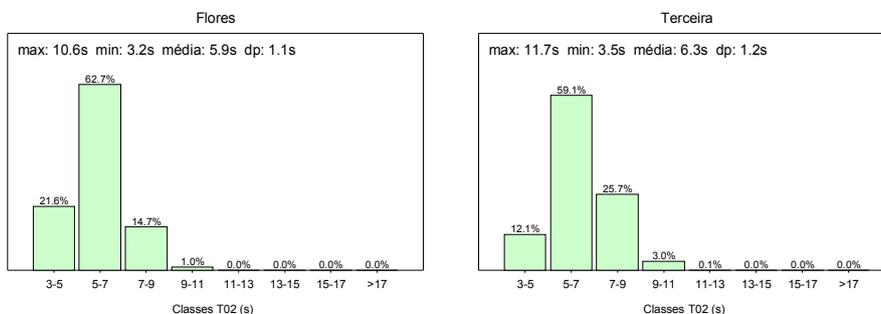


**Figura 3 – Distribuição de frequência relativa de Hm0 nas Flores, Terceira e São Miguel**

**b) Período médio**

Os valores mais frequentes de período médio, nas três estações, situam-se na classe de 5 a 7s (63% nas Flores, 59% na Terceira e 60% em São Miguel); nas Flores e São Miguel a segunda classe com maior percentagem de observações é a de 3 a 5s, enquanto na Terceira é a classe de 7 a 9s; valores superiores a 9s são aproximadamente 1% nas Flores e em São Miguel, e 3% na Terceira.

A média é 5.9s nas Flores, 6.3s na Terceira e 5.9s em São Miguel; os respectivos desvios padrão são 1.1s, 1.2s e 1.2s; os valores máximos observados são 10.6s, 11.7s e 10.9s, respectivamente.





## 6<sup>as</sup> Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009

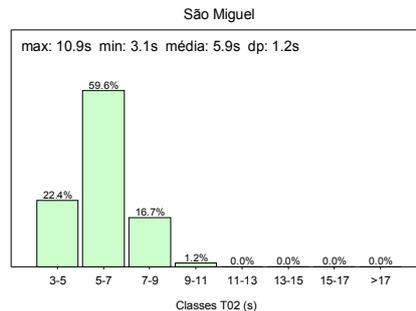


Figura 4 – Distribuição de frequência relativa de T02 nas Flores, Terceira e São Miguel

### c) Período de pico

Os valores mais frequentes de período de pico, nas três estações, situam-se na classe de 9 a 11s (29% nas Flores, 32% na Terceira e 28% em São Miguel); a segunda classe a registar maior percentagem de ocorrências é a de 7 a 9s nas Flores (24%), enquanto na Terceira e em São Miguel é a de 11 e 13s (29% e 24%, respectivamente); valores superiores a 15s são cerca de 4% nas Flores e na Terceira, e 6% em São Miguel.

A média é 9.9s nas Flores, 10.6s na Terceira e 10.4s em São Miguel; os respectivos desvios padrão são 2.8s, 2.4s e 2.8s e os valores máximos observados são 18.2s, nas três estações.

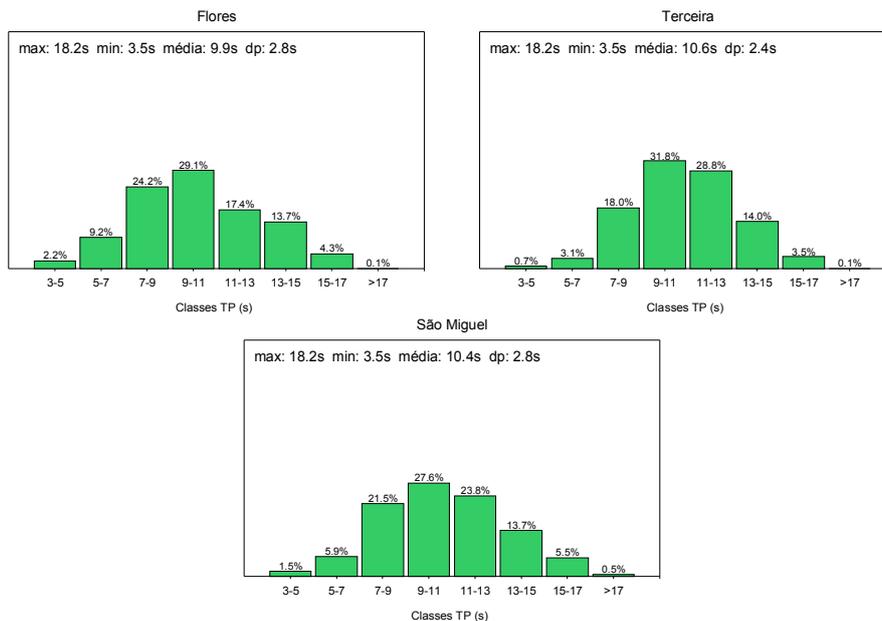


Figura 5 – Distribuição de frequência relativa de TP nas Flores, Terceira e São Miguel.

### d) Direcção média associada ao Período de Pico

A figura 6 representa a distribuição da direcção média associada ao período de pico, em 16 classes, para cada uma das estações em análise. A representação gráfica utilizada permite uma visualização imediata das direcções mais frequentes.

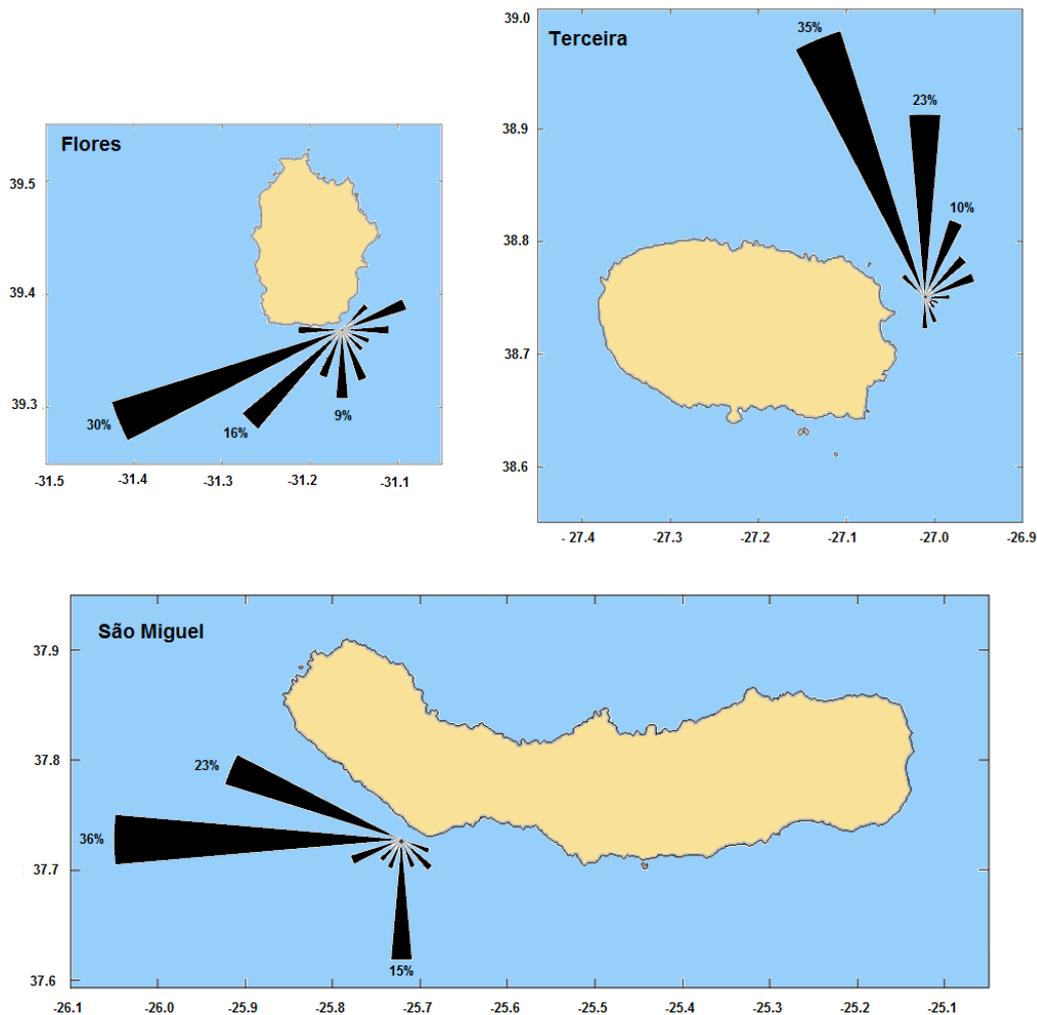


Figura 6 – Distribuição de frequência relativa de THTP nas Flores, Terceira e São Miguel

Assim, verifica-se que as direcções predominantes são:

Nas Flores, WSW (30%), seguindo-se SW (16%) e Sul (9%); Na Terceira, NNW (35%), seguindo-se N (23%) e NNE (10%); Em São Miguel, W (36%), seguindo-se WNW (23%) e Sul (15%).

Note-se que estes resultados estão fortemente influenciados pela localização geográfica das estações e pela proximidade de cada uma às ilhas. Veja-se, por exemplo, as baixas percentagens de ocorrência entre WNW e NNE nas Flores e entre WNW e SSW na Terceira; em São Miguel, ocorrências entre NW e E são praticamente inexistentes.

Relativamente às estações das Flores e de São Miguel, embora ambas estejam expostas ao SW e protegidas de N, verifica-se uma predominância de SW nas Flores, que não se verifica em São Miguel e nas Flores a percentagem de observações de W é menor que em São Miguel. Atribui-se este resultado a diferenças nos padrões de circulação atmosférica nas ilhas do Grupo Ocidental e Oriental. Em termos climáticos, o Grupo Ocidental é mais afectado pelas tempestades que cruzam o Atlântico Norte (Andrade et al, 2008).



### 3.1.2. Distribuição conjunta de direcções, alturas significativas e períodos médios

Nas tabelas III a XI apresentam-se as distribuições conjuntas de frequência relativa THTP-HM0, THTP-TP e TP-HM0 para as estações das Flores, Terceira e São Miguel. Foram consideradas dezasseis classes de direcção e oito classes de alturas e períodos. Da análise destas distribuições, bem como ainda das distribuições conjuntas TP-HM0 por classe de direcção, aqui não apresentadas, concluiu-se o seguinte:

#### Flores

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	%
<1		0.2	0.6	0.7	0.6	0.2	0.3	2.5	3.0	0.6	0.9	3.2	1.1	0.2			14.2
1-2	0.1	0.4	3.0	5.1	2.9	1.8	1.5	2.3	3.6	3.0	7.2	17.0	3.7	0.3	0.1	0.1	52.1
2-3			0.6	1.8	1.6	0.7	1.1	1.0	1.2	1.3	4.6	7.3	0.6				22.0
3-4				0.6	0.7	0.5	0.4	0.8	0.6	0.9	2.2	1.9					8.5
4-5				0.1	0.1	0.3	0.1	0.1	0.1	0.3	0.8	0.4					2.3
5-6							0.1			0.1	0.3	0.1					0.7
6-7											0.1						0.2
>7																	
%	0.1	0.6	4.2	8.4	5.8	3.6	3.4	6.7	8.6	6.3	16.2	29.9	5.4	0.5	0.2	0.1	100

Tabela III – Distribuição conjunta de THTP-HM0, para as Flores

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	%
3-5			0.1	0.1		0.1	0.2	0.1	0.4	0.3	0.3	0.6					2.2
5-7		0.1	0.6	0.8	0.3	0.5	0.4	0.5	1.0	1.1	1.2	2.1	0.3				9.0
7-9		0.2	1.5	2.2	2.7	1.7	1.5	1.4	1.6	2.2	2.7	4.9	1.3	0.2			24.2
9-11	0.1	0.3	1.6	3.5	2.2	1.2	1.2	1.4	1.2	1.5	2.6	8.6	3.2	0.2	0.1	0.1	29.1
11-13			0.5	1.5	0.4	0.1	0.1	0.6	0.9	0.4	2.2	10.1	0.5				17.4
13-15				0.1	0.1			1.6	2.6	0.4	5.3	3.6					13.7
15-17				0.1	0.1	0.1	0.1	1.1	0.9	0.3	1.7						4.3
>17																	0.1
%	0.1	0.6	4.2	8.4	5.8	3.6	3.4	6.7	8.6	6.3	16.2	29.9	5.4	0.5	0.2	0.1	100

Tabela IV – Distribuição conjunta de THTP-TP, para as Flores

	3-5	5-7	7-9	9-11	11-13	13-15	15-17	>17	%
<1	0.5	1.0	2.6	3.2	2.2	3.3	1.3		14.2
1-2	1.6	6.5	13.5	14.5	8.8	5.3	1.8	0.1	52.1
2-3		1.5	6.4	6.2	4.4	2.9	0.6		22.0
3-4			1.7	3.7	1.2	1.5			8.5
4-5			0.1	1.1	0.4	0.4	0.2		2.3
5-6				0.3	0.2	0.2	0.1		0.7
6-7					0.1				0.2
>7									
%	2.2	9.0	24.2	29.1	17.4	13.7	4.3	0.1	100

Tabela V – Distribuição conjunta de TP-HM0, para as Flores



**6<sup>as</sup> Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária**  
**Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009**

Relativamente às Flores:

Os estados de mar predominantes são provenientes de WSW, com alturas significativas entre 1 e 2m e períodos de pico entre 11 e 13s. Devido à localização da bóia, verifica-se apenas uma pequena percentagem de ocorrência (inferior a 2%) de estados de mar com direcções entre WNW e NNE, com alturas significativas inferiores a 2m e períodos de pico inferiores a 11s.

Alturas significativas superiores a 6m verificam-se apenas de SW, com períodos de pico entre 11 e 13s; períodos de pico superiores a 15s são na sua maioria provenientes de Sul (entre SSE e SW) e correspondem, também na sua maioria, a alturas significativas inferiores a 2m.

**Terceira**

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	%
<1	2.9	2.0	0.6	0.6	0.2	0.2	0.1	0.9	0.5	0.1			0.1	0.1	0.8	2.6	11.5
1-2	11.1	4.7	4.0	3.9	1.4	0.8	1.0	1.4	2.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	2.2	17.2	50.6
2-3	6.0	2.6	1.5	1.5	0.8	0.6	0.5	0.8	1.0	0.3		0.1		0.1	0.6	10.8	27.2
3-4	2.1	0.7	0.4	0.4	0.4	0.1	0.1	0.2	0.1						0.2	3.3	7.9
4-5	0.6		0.2	0.1	0.2	0.1										0.6	1.9
5-6			0.1		0.1											0.2	0.5
6-7		0.1															0.2
>7																	0.1
%	22.7	10.1	6.7	6.5	3.1	1.8	1.8	3.3	3.9	0.8	0.2	0.2	0.2	0.2	3.8	34.7	100

**Tabela VI – Distribuição conjunta de THTP-HM0, para a Terceira**

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	%
3-5		0.1					0.1	0.2	0.1								0.7
5-7	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.8	0.1					0.1	0.2	3.1
7-9	2.3	1.7	1.8	2.4	1.5	1.0	1.0	1.1	1.9	0.5		0.1	0.1	0.1	0.6	1.9	18.0
9-11	7.1	4.0	3.6	3.3	1.1	0.5	0.2	0.4	0.5	0.1	0.1		0.1	0.1	1.7	9.1	31.8
11-13	7.6	2.5	1.2	0.6	0.2			0.3	0.1						1.2	14.9	28.8
13-15	4.6	1.4			0.1			0.6	0.3						0.2	6.7	14.0
15-17	1.0	0.3						0.2	0.1							1.8	3.5
>17	0.1							0.1									0.1
%	22.7	10.1	6.7	6.5	3.1	1.8	1.8	3.3	3.9	0.8	0.2	0.2	0.2	0.2	3.8	34.7	100

**Tabela VII – Distribuição conjunta de THTP-TP, para a Terceira**

	3-5	5-7	7-9	9-11	11-13	13-15	15-17	>17	%
<1	0.2	0.3	3.5	4.0	2.1	1.3	0.2		11.5
1-2	0.5	2.3	9.8	19.0	14.2	4.1	0.7	0.1	50.6
2-3		0.4	4.1	6.5	9.2	5.6	1.4		27.2
3-4			0.5	1.8	2.4	2.3	0.9		7.9
4-5			0.1	0.5	0.6	0.6	0.2		1.9
5-6				0.1	0.2	0.1	0.1		0.5
6-7					0.1				0.2
>7					0.1				0.1
%	0.7	3.1	18.0	31.8	28.8	14.0	3.5	0.1	100

**Tabela VIII – Distribuição conjunta de TP-HM0, para a Terceira**



**6<sup>as</sup> Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária**  
**Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009**

Relativamente à Terceira:

Os estados de mar predominantes são provenientes de NNW, com alturas significativas entre 1 e 2m e períodos de pico entre 11 e 13s. Devido à localização da bóia, verifica-se apenas uma pequena percentagem de ocorrência (inferior a 2%) de estados de mar com direcções entre WNW e SSW, na sua maioria com alturas significativas inferiores a 2m e períodos de pico inferiores a 11s.

Alturas significativas superiores a 7m verificam-se apenas de NE (entre NNE e ENE) com períodos de pico entre 11 e 13s; períodos de pico superiores a 17s são provenientes de N e SSE e correspondem a alturas significativas entre 1 e 2m.

**São Miguel**

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	%
<1						1.8	1.2	1.2	10.0	1.5	0.8	1.9	8.3	5.1	0.1		32.0
1-2						1.6	2.6	1.5	3.7	1.5	1.8	3.0	16.7	12.3	0.1		44.7
2-3						0.2	0.9	0.9	1.0	0.6	0.7	1.2	6.8	4.2			16.4
3-4						0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.5	2.5	1.0			4.9
4-5							0.1		0.1		0.1	0.1	0.9	0.2			1.5
5-6													0.2	0.1			0.3
6-7													0.1				0.2
>7													0.1				0.1
%						3.6	5.0	3.7	14.9	3.8	3.6	6.6	35.6	22.9	0.2		100

**Tabela IX – Distribuição conjunta de THTP-HM0, para São Miguel**

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	%
3-5						0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.3	0.1			1.5
5-7						0.8	1.1	0.5	0.6	0.4	0.4	0.4	1.0	0.7			5.9
7-9						2.2	2.9	1.5	1.5	1.0	1.6	2.4	4.7	3.4	0.1		21.5
9-11						0.5	0.8	0.6	0.7	0.9	0.9	2.4	12.8	8.0			27.6
11-13								0.2	2.8	0.6	0.4	0.9	11.4	7.5			23.8
13-15								0.4	6.0	0.5		0.3	4.1	2.4			13.7
15-17								0.4	3.0	0.2		0.1	1.1	0.7			5.5
>17									0.2	0.1			0.2	0.1			0.5
%						3.6	5.0	3.7	14.9	3.8	3.6	6.6	35.6	22.9	0.2		100

**Tabela X – Distribuição conjunta de THTP-TP, para São Miguel**

	3-5	5-7	7-9	9-11	11-13	13-15	15-17	>17	%
<1	0.5	1.5	6.5	9.4	5.2	6.4	2.3	0.2	32.0
1-2	1.1	3.7	9.8	13.1	11.7	3.5	1.7	0.2	44.7
2-3		0.7	4.3	3.5	5.2	2.3	0.4		16.4
3-4			0.8	1.3	1.2	1.1	0.5	0.1	4.9
4-5				0.4	0.5	0.4	0.2		1.5
5-6					0.1	0.1	0.1		0.3
6-7					0.1		0.1		0.2
>7							0.1		0.1
%	1.5	5.9	21.5	27.6	23.8	13.7	5.5	0.5	100

**Tabela XI – Distribuição conjunta de TP-HM0, para São Miguel**



## 6<sup>as</sup> Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009

Relativamente a São Miguel:

Os estados de mar predominantes são provenientes de W, com alturas significativas entre 1 e 2m e períodos de pico entre 9 e 11s. Devido à localização da bóia, ocorrências com direcções entre NW e E são praticamente inexistentes.

Alturas significativas superiores a 7m verificam-se apenas de W, com períodos de pico entre 15 e 17s; períodos de pico superiores a 17s são provenientes de W-WNW e S-SSW e correspondem, na sua maioria, a alturas significativas inferiores a 2m.

Ainda relativamente a esta estação, constatou-se a existência de uma percentagem significativa de ocorrências provenientes de S, com alturas inferiores a 1m e períodos entre os 13 e 15s, tendo-se observado que nas direcções adjacentes (SSE e SSW) as correspondentes percentagens eram muito inferiores.

No sentido de melhor analisar estes resultados, apresenta-se na tabela XII a distribuição de frequência relativa do período de pico, para cada mês, considerando apenas as observações provenientes de Sul.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	%
3-5		0.4		0.1	0.1	0.2		0.1		0.2			1.0
5-7	0.2	0.3	0.3	0.1	0.3	0.2		0.1	0.1	0.4	1.3	0.8	3.9
7-9	0.7	0.2	0.3	0.5	0.6	0.4		0.1	0.2	1.1	3.8	2.3	10.3
9-11	0.3	0.1		0.3	0.2			0.2	0.6	0.3	2.0	0.8	4.7
11-13				0.4	1.5	2.4	3.4	3.3	5.9	1.3	0.2	0.1	18.6
13-15				1.1	1.7	8.5	10.7	11.1	5.1	0.9	0.7		39.8
15-17				1.0	2.0	4.1	3.5	4.6	2.2	1.0	1.7		20.0
>17				0.3	0.4	0.8	0.1	0.1					1.7
%	1.1	1.0	0.6	3.8	6.8	16.6	17.7	19.5	14.0	5.2	9.7	3.9	100

**Tabela XII – Variação ao longo do ano da distribuição mensal de TP em São Miguel, para observações provenientes de Sul**

Para estas observações provenientes de Sul, as maiores percentagens de ocorrência de TP verificam-se nos meses de Verão, situando-se na classe de 13 a 15s, e é também nos meses de Verão que se observam períodos de pico superiores a 17s.

Este regime de ondas específico dos meses de Verão, parece estar relacionado com um fenómeno conhecido nos Açores como “inchas”. Este fenómeno é também verificado no Havai e está associado a ondulações geradas por tempestades a Sul do Equador durante os meses de Inverno do Hemisfério Sul, e que se propagam com pouca atenuação fora da sua área de geração (Vitousek and Fletcher, 2008).

### 3.2. Condições médias sazonais

As condições médias sazonais são aqui caracterizadas através da informação presente nos gráficos das figuras 7 e 8.

A figura 7 mostra a variação ao longo do ano dos valores médios mensais da altura significativa (HM0) e período médio (T02), nas estações das Flores, Terceira e São Miguel. Nela se evidencia o carácter sazonal das condições de agitação marítima, com os valores mais elevados a ocorrerem nos períodos de Inverno.

As médias mensais de H<sub>M0</sub> variam entre 0.7m e 2.6m. Na Terceira os valores médios mensais são, na sua maioria, superiores às outras duas estações, evidenciando maior severidade dos estados de mar, ao longo de quase todo o ano. São Miguel apresenta os valores mais baixos das três estações.

Quanto ao período médio T<sub>02</sub>, as médias mensais situam-se entre 4.7 e 7s. Nas Flores e em São Miguel verifica-se uma grande semelhança entre os valores dos períodos médios; a Terceira apresenta valores um pouco mais elevados, especialmente nos meses de Inverno.

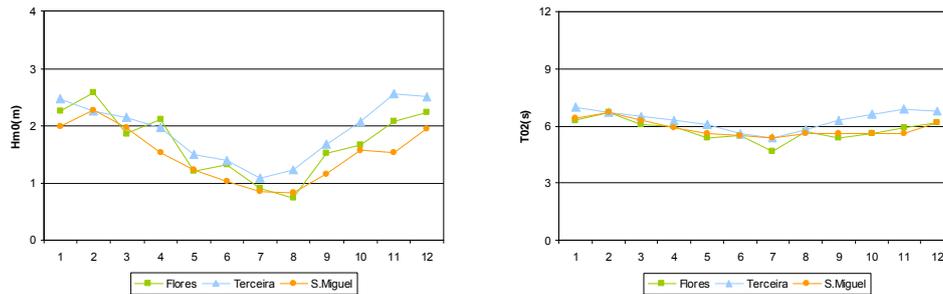


Figura 7 – Variação ao longo do ano das médias de H<sub>M0</sub> e T<sub>02</sub>, para as Flores, Terceira e São Miguel

A figura 8 mostra a distribuição de frequência relativa da altura significativa, em três classes (<3m, 3-5m e ≥ 5m), ao longo do ano.

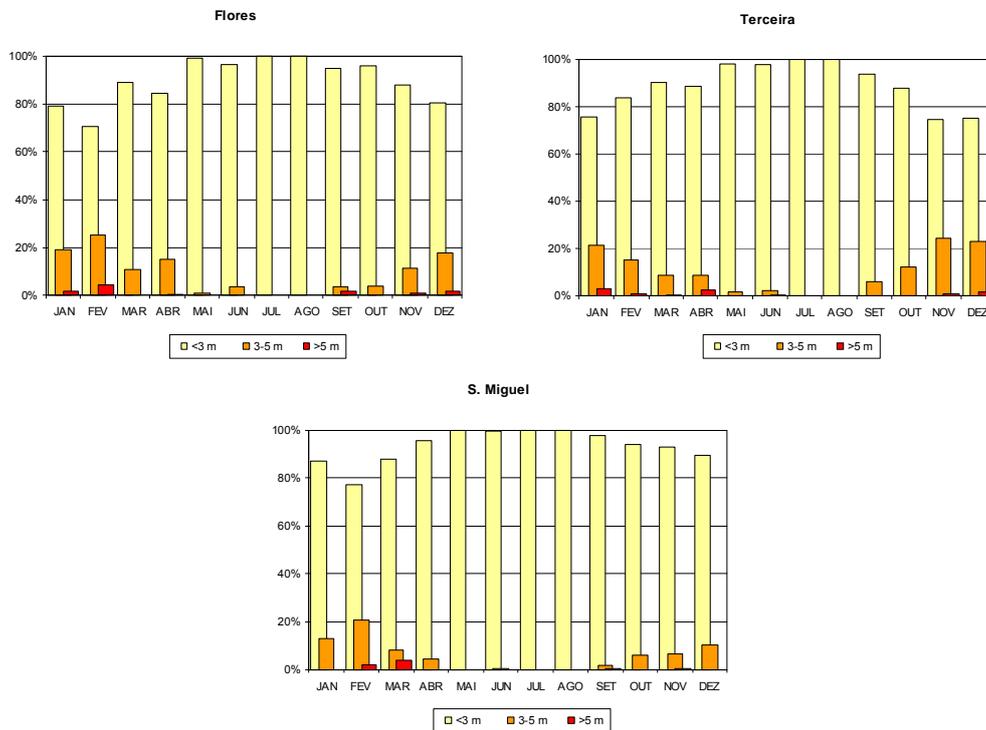


Figura 8 – Variação ao longo do ano da distribuição mensal de H<sub>M0</sub>, para as Flores, Terceira e São Miguel



## 6<sup>as</sup> Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009

Destas classes, é a primeira a mais frequente, mesmo durante os meses de Inverno e em todas as estações; valores superiores a 3m ocorrem essencialmente nos meses de Inverno; valores superiores a 5m ocorrem em percentagens muito baixas (a percentagem máxima verificada foi 4%, em Flores, no mês de Fevereiro). Uma vez mais, a menor severidade do estado de mar em São Miguel é evidenciada nestes gráficos.

### 3.3. Condições de temporal

A análise das condições extremas foi efectuada utilizando a altura significativa de onda como o parâmetro definidor destes eventos. Considerou-se existir temporal sempre que a altura significativa atingiu o limiar de 3.5m, durante um período de pelo menos 12h, e no qual se tenham verificado valores máximos superiores a 4.5m.

A caracterização destes eventos foi efectuada através de uma análise do comportamento do troço de série temporal a que pertenciam, identificando a sua duração (em dias), a altura significativa máxima, isto é, o pico do temporal (HM0max), os períodos médios e as direcções médias associadas ao período de pico. Os períodos e as direcções que se apresentam são as médias de T02 (Tmed) e de THTP (Dir), relativas ao conjunto de todos os registos que constituíram cada situação de temporal.

No período em análise foram identificados 16 eventos extremos nas Flores, 17 na Terceira e 15 em São Miguel. Foram distribuídos por classes de altura significativa máxima (HM0max), direcção média (Dir) e duração, cujos resultados se apresentam nas Figuras 9 e 10.

Dos temporais identificados, alguns não apresentaram uma direcção bem definida, com diferenças entre os valores mínimos e máximos de THTP superiores a 40°, sugerindo a coexistência de sistemas de ondas com origens e períodos distintos ou a associação a padrões de circulação atmosférica de rápida variabilidade. Consideraram-se nesta situação, 3 nas Flores, 2 na Terceira e 3 em São Miguel, os quais foram englobados numa classe designada por R (Rotação).

Na Figura 9 apresenta-se o conjunto dos temporais registados em cada uma das três estações, distribuídos por classes de direcção e altura significativa máxima (4-5 m, 5-6 m, 6-7 m, 7-8 m e >8m).

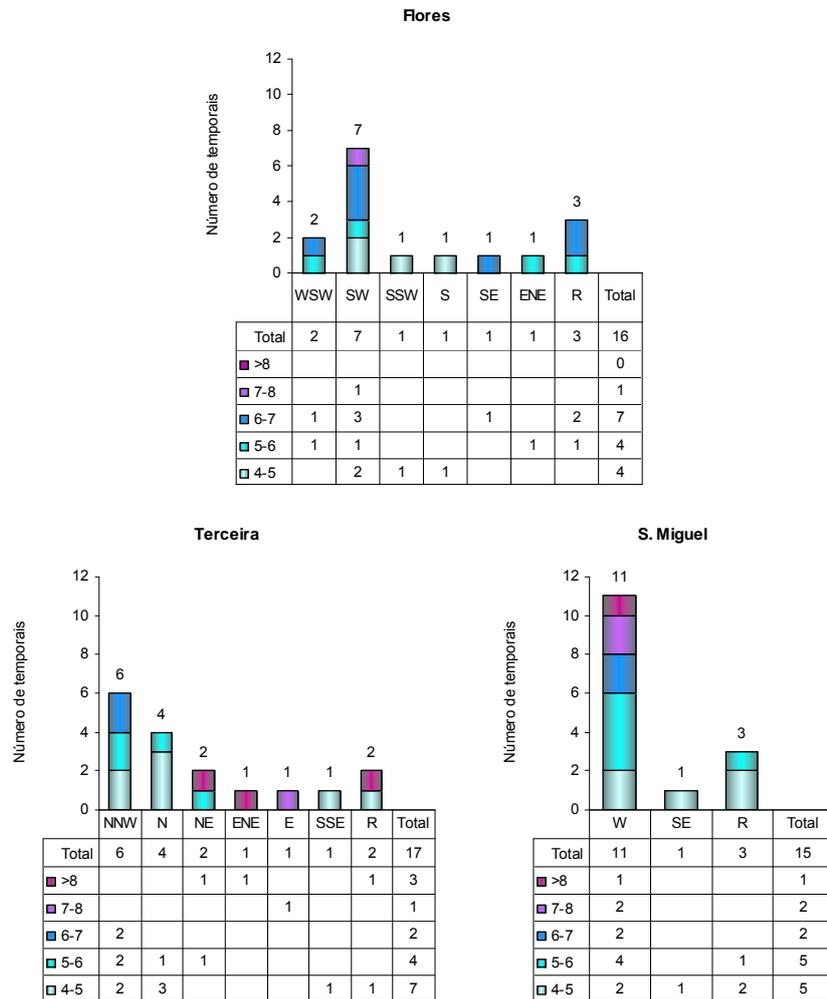
Nas Flores, os temporais mais frequentes são de SW, com altura significativa máxima entre 6 e 7m; o temporal mais severo é também proveniente de SW.

Na Terceira os temporais mais frequentes são de NNW, com igual número de ocorrências nas classes de 4-5, 5-6 e 6-7m; os temporais mais severos são provenientes de direcções entre N e E.

Em São Miguel, os temporais mais frequentes são provenientes de W, com altura significativa máxima entre 5 e 6m. São também provenientes de W os temporal mais severos.



**6<sup>as</sup> Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária**  
**Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009**



**Figura 9 – Ocorrência de temporais por classes de direcção e altura significativa máxima.**

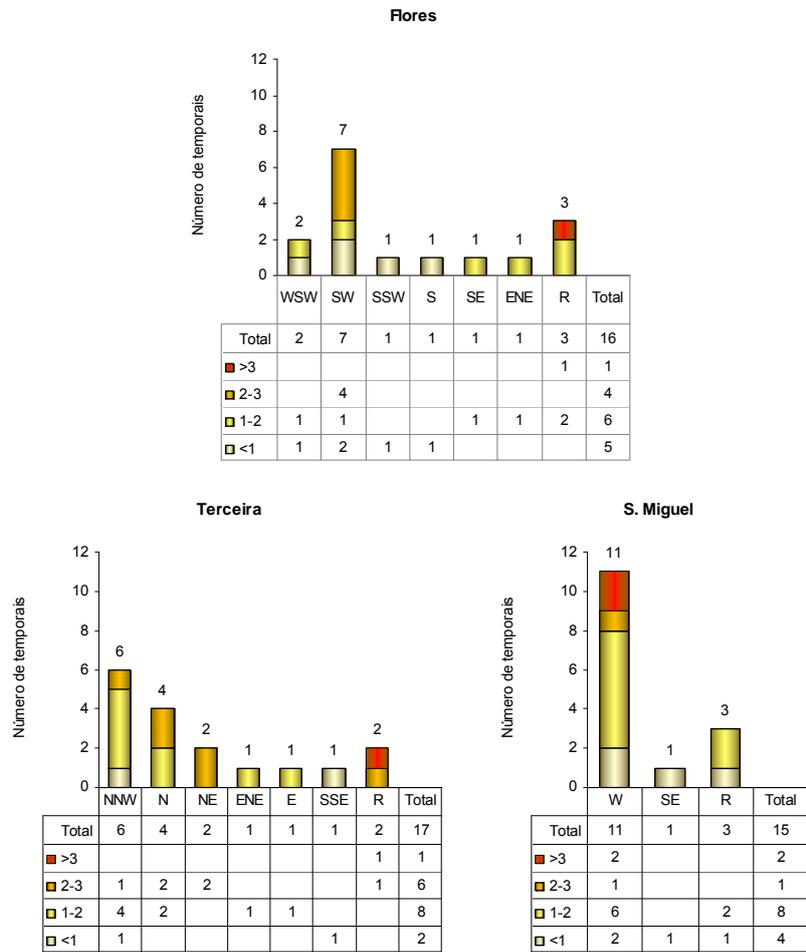
Na Figura 10 apresenta-se o conjunto dos temporais registados em cada uma das três estações, distribuídos por classes de direcção e duração (<1, 1-2, 2-3 e >3 dias).

Em todas as estações, a maioria dos temporais teve uma duração entre 1 e 2 dias.

Nas Flores, os temporais mais frequentes são de SW, com duração entre 2 e 3 dias. Na Terceira os temporais mais frequentes são de NNW com duração entre 1 e 2 dias. Em São Miguel, os temporais mais frequentes são provenientes de W, com duração entre 1 e 2 dias. Temporais com duração superior a três dias ocorreram apenas uma vez nas Flores e na Terceira, com direcção pouco definida, e por duas vezes em São Miguel, com direcção W.



**6<sup>as</sup> Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária**  
**Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009**



**Figura 10 – Ocorrência de temporais por classes de direcção e duração.**

Na tabela XIII apresenta-se a lista de todos os temporais registados em cada estação. A sombreado encontra-se os temporais mais severos ( $HM_{0max} > 7m$ ).

Da análise da informação constante na tabela, salienta-se o seguinte:

Nas Flores apenas foi registado um temporal com altura significativa máxima superior a 7m, em Fevereiro 2007.

Na Terceira, entre 2005 e 2008, registaram-se 4 temporais com altura significativa máxima superior a 7m. Os dois temporais mais severos ocorreram em Fevereiro 2005 e Abril 2008, com alturas significativas máximas de 8.6m e 8.8m, direcções de ENE e NE e durações de 1.3 dias e 2 dias, respectivamente. O temporal com maior duração (3.5 dias) ocorreu em Dezembro 2007, com 8m de altura significativa máxima. Este temporal apresentou uma direcção pouco definida, rodando de NNW para ENE, estando o período de maior intensidade associado à direcção N.

Em São Miguel registaram-se 3 temporais com altura significativa máxima superior a 7m, todos com direcção de W. O temporal mais severo ocorreu em Março 2006 ( $HM_{0max} = 8.9m$ ) e duração de 1.9 dias. O temporal com maior duração (3.9 dias) ocorreu também em Março de 2006 ( $HM_{0max} = 7.9m$ ).



**6<sup>as</sup> Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária**  
**Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009**

**Flores**

Data	HM0max (m)	Dir	Duração (dias)	Tmed (s)
24-Set-06	6.0	SW	0.9	8.5
29-Nov-06	4.8	S	0.6	8.0
13-Dez-06	4.6	SSW	0.8	7.0
02-Jan-07	4.8	SW	0.9	8.2
23-Jan-07	6.1	ESE / R	4.3	7.6
09-Fev-07	5.3	SW	2.1	8.1
13-Fev-07	6.2	SW	2.1	8.7
17-Fev-07	5.6	WSW	1.0	7.7
20-Fev-07	7.0	SW	2.0	9.3
26-Fev-07	4.9	SW	1.4	7.8
03-Dez-07	6.1	SSW / R	1.6	7.9
17-Jan-08	5.8	SW / R	1.3	7.5
10-Fev-08	6.1	WSW	0.9	8.3
08-Abr-08	5.9	ENE	1.6	8.0
16-Nov-08	6.0	SE	1.9	7.4
28-Dez-08	6.4	SW	2.0	8.1

**Terceira**

Data	HM0max (m)	Dir	Duração (dias)	Tmed (s)
26-Fev-05	8.6	ENE	1.3	8.4
25-Mar-05	5.9	NNW	1.6	9.2
26-Out-05	5.4	N	1.3	9.0
18-Nov-05	4.8	NNW	1.5	7.6
17-Fev-06	4.8	N	2.0	9.3
09-Abr-06	5.8	NE	2.8	7.7
16-Out-06	4.9	N	1.1	7.4
15-Nov-06	4.9	N	2.1	8.2
23-Nov-06	5.8	NNW	2.0	8.8
27-Nov-06	4.9	NNW	0.9	9.4
29-Nov-06	4.8	SSE	0.6	7.3
15-Dez-06	4.6	E / R	2.3	6.7
23-Jan-07	7.4	E	1.8	8.0
06-Jun-07	6.8	NNW	1.6	7.5
17-Dez-07	8.0	NNE / R	3.5	8.3
02-Jan-08	6.3	NNW	1.6	9.5
08-Abr-08	8.8	NE	2.0	8.6

**S. Miguel**

Data	HM0max (m)	Dir	Duração (dias)	Tmed (s)
01-Nov-05	5.0	W	1.8	7.9
12-Dez-05	4.8	SE / R	1.0	7.4
27-Fev-06	6.0	W	1.4	9.2
15-Mar-06	8.9	W	1.9	9.0
22-Mar-06	7.9	W	3.9	8.6
25-Set-06	6.2	W	1.1	9.0
24-Out-06	4.6	W	0.6	7.9
24-Nov-06	5.9	W	3.0	7.9
29-Nov-06	5.5	SSW / R	0.8	7.5
24-Jan-07	4.9	SE	0.8	7.5
14-Fev-07	5.2	W	1.8	8.2
21-Fev-07	7.1	W	2.1	9.8
04-Dez-07	4.6	WSW / R	1.5	8.4
17-Dez-07	4.7	W	1.4	7.8
11-Fev-08	5.9	W	0.9	8.6

**Tabela XIII – Temporais registados na bóia das Flores, Terceira e São Miguel.**

Todos os temporais foram registados ente os meses de Outubro e Abril, à excepção de um temporal registado na Terceira em Junho de 2007, com direcção de NNW e altura significativa máxima de 6.8m. Os períodos médios dos temporais não ultrapassaram os 10s. A variabilidade de direcções pode, por exemplo, ser observada na Terceira, em Novembro de 2006, em que 3 temporais consecutivos de N e NNW são seguidos por um temporal de SSE.

Na Tabela XIV apresentam-se os temporais para os quais existem simultaneamente registos das três estações (o símbolo “-“ indica que o critério de temporal não foi verificado).

Da análise da informação constante na tabela XIV, verifica-se o seguinte:



## 6<sup>as</sup> Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009

Os temporais que são registados apenas nas Flores, são os de fraca intensidade provenientes de SW (e também WSW e SSW). Quando provenientes de SW, mas de maior intensidade, fazem-se sentir em S. Miguel, com direcção predominante de W, e várias horas depois do seu início nas Flores (a diferença horária entre o início dos temporais registados nas Flores e São Miguel foi de 6, 18, 12 e 15h).

Um temporal de SE com altura máxima de 6m foi também registado apenas nas Flores. Uma possível explicação para que não tenha sido registado na Terceira e em São Miguel, as quais se encontram relativamente expostas a esta direcção, pode dever-se a uma geração local devido a ventos fortes.

Em Abril de 2008 foi observado nas Flores um temporal de ENE, com 5.9m. Cerca de 3h depois foi sentido na Terceira com direcção NE e altura significativa máxima de 8.8m.

- Os temporais que são registados apenas na Terceira são provenientes de N. O temporal de Dezembro 2006, com fraca intensidade e direcção pouco definida (variando entre NNE e SE) foi também observado apenas na Terceira. Quando provenientes de NNW podem eventualmente fazer-se sentir em São Miguel, como aconteceu com os temporais de Novembro 2006 e Dezembro 2007.

No temporal de Novembro de 2006, o primeiro registo na Terceira antecipa o de São Miguel em 6h, sugerindo que se trata do mesmo temporal, e que devido à sua direcção de NNW foi registado mais cedo na Terceira.

No caso do temporal de Dezembro 2007, foi registado primeiro em São Miguel com uma diferença de 9h, mas a sua duração foi superior na Terceira. Ambos os temporais apresentaram uma direcção pouco definida: em São Miguel rodou de WSW para WNW e na Terceira de NNW para ENE. A análise da evolução do temporal nas duas estações, mostrou que em São Miguel deixou de se verificar o critério de temporal no período em que na Terceira a ondulação registou ondas com direcção N.

Quando provenientes de NE e forte intensidade fazem sentir-se na Terceira e nas Flores, embora com menor intensidade nas Flores. O temporal de Abril de 2008, referido anteriormente, é exemplo disso.

- Relativamente a São Miguel, todos os temporais aí registados (à excepção de um, de fraca intensidade e duração) são os que também se fazem sentir na Terceira ou nas Flores, dependendo da sua direcção predominante.
- Foram apenas identificadas duas situações de temporal que se registaram simultaneamente nas Flores, Terceira e em São Miguel: em Novembro de 2006 e em Janeiro de 2007.

Em Novembro de 2006, o temporal foi registado nas Flores com altura significativa máxima de 4.8m, direcção S e com duração de 0.6 dias. Na Terceira, o temporal inicia-se aproximadamente 3 horas depois, e com direcção SSE. Cerca de 9h depois de ser observado nas Flores, fez-se sentir em São Miguel, inicialmente com direcção S, rodando depois para SW. Nas três estações foram registadas durações e alturas máximas semelhantes. Tendo sido primeiro verificado nas Flores e apresentando direcções provenientes de S, sugere-se que este temporal esteja associado a padrões de circulação atmosférica de rápida variabilidade.

Em Janeiro de 2007, foi registado nas Flores um temporal com direcção a variar entre E e SE, registando um máximo de 6.1m. Na Terceira, cerca de 6h depois, começou a ser registado com direcção de E, apresentando uma altura significativa máxima de 7.4m. Em São Miguel, cerca de 15h depois de ser registado nas Flores, foi observado um temporal com direcção de SE e um máximo de 4.9m. A diferença de alturas entre Terceira e São Miguel pode ser



**6<sup>as</sup> Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária**  
**Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009**

explicada pelo facto da bóia em São Miguel estar relativamente protegida de ondas com direcção Este. No entanto, a duração do temporal foi maior nas Flores do que nas restantes estações. Registaram-se 4.3 dias de duração nas Flores, na Terceira 1.8 dias e em São Miguel 0.8 dias. Sugere-se que a diferença entre a duração do temporal nas Flores e nas outras estações se deva também a padrões de circulação atmosférica de rápida variabilidade.

Data	Flores		Terceira		S. Miguel	
	HM0max (m)	Dir	HM0max (m)	Dir	HM0max (m)	Dir
Dez-06	4.6	SSW	-	-	-	-
Jan-07	4.8	SW	-	-	-	-
Fev-07	5.3	SW	-	-	-	-
Fev-07	5.6	WSW	-	-	-	-
Fev-07	4.9	SW	-	-	-	-
Jan-08	5.8	SW / R	-	-	-	-
Nov-08	6.0	SE	-	-	-	-
Out-06	-	-	4.9	N	-	-
Nov-06	-	-	4.9	N	-	-
Dez-06	-	-	4.6	E / R	-	-
Jan-08	-	-	6.3	NNW	-	-
Out-06	-	-	-	-	4.6	W
Abr-08	5.9	ENE	8.8	NE	-	-
Set-06	6.0	SW	-	-	6.2	W
Fev-07	6.2	SW	-	-	5.2	W
Fev-07	7.0	SW	-	-	7.1	W
Fev-08	6.1	WSW	-	-	5.9	W
Nov-06	-	-	5.8	NNW	5.9	W
Dez-07	-	-	8.0	NNE / R	4.7	W / R
Nov-06	4.8	S	4.8	SSE	5.5	SSW / R
Jan-07	6.1	ESE / R	7.4	E	4.9	SE

**Tabela XIV – Temporais registados nas estações das Flores, Terceira e São Miguel com dados em simultâneo nas 3 estações, agrupados por direcção.**

Saliente-se que eventuais comparações entre os resultados apresentados para cada estação devem ser efectuadas com alguma cautela, pois não só os períodos de observação são diferentes, como existem falhas importantes em cada uma delas. Por outro lado há ainda que ter em conta localização geográfica das bóias face à proximidade de cada uma das ilhas e possíveis efeitos de sombra.

#### 4. Considerações finais

Com a realização deste trabalho pretendeu-se contribuir para o conhecimento do clima de agitação marítima no Arquipélago dos Açores. Utilizando os dados provenientes das estações ondógrafo das Flores, Terceira e São Miguel, desde o seu início até ao final de 2008, foram caracterizadas as condições médias globais e sazonais e as condições extremas da agitação marítima em cada um daqueles três locais.

Nas Flores, verificou-se que os estados de mar predominantes são provenientes de WSW, com alturas significativas entre 1 e 2m e períodos de pico entre 11 e 13s. Devido à localização da bóia, verificou-se apenas uma pequena percentagem de ocorrência de estados de mar com direcções entre WNW e NNE, com alturas significativas inferiores a 2m e períodos de pico inferiores a 11s.



## 6<sup>as</sup> Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009

Relativamente à Terceira, verificou-se que os estados de mar predominantes são provenientes de NNW, com alturas significativas entre 1 e 2m e períodos de pico entre 11 e 13s. Atendendo à localização da bóia, verificou-se apenas uma pequena percentagem de ocorrência (inferior a 2%) de estados de mar com direcções entre WNW e SSW, na sua maioria com alturas significativas inferiores a 2m e períodos de pico inferiores a 11s.

Quanto a São Miguel, os estados de mar predominantes são provenientes de W, com alturas significativas entre 1 e 2m e períodos de pico entre 9 e 11s. Devido à localização da bóia, ocorrências com direcções entre NW e E são praticamente inexistentes.

Foram encontradas algumas diferenças na distribuição da direcção média entre as estações das Flores e de São Miguel, nomeadamente, uma predominância de SW nas Flores não verificada em São Miguel. Sendo que ambas se encontram expostas ao SW e protegidas de N, atribui-se aquele resultado a diferenças nos padrões de circulação atmosférica nas ilhas do Grupo Ocidental e Oriental. Este resultado comprova, tal como seria de esperar atendendo à distância, existir diferenças no campo da ondulação entre o Grupo Ocidental e Oriental.

A partir da análise dos dados da estação de São Miguel foi identificado um regime de ondas característico dos meses de Verão. Nesta estação verificou-se uma percentagem significativa de ocorrências provenientes de S, com alturas inferiores a 1m e períodos entre os 13 e 15s, durante os meses de Verão. Este regime de ondas parece estar relacionado com um fenómeno conhecido nos Açores como "inchas". Este fenómeno é também verificado no Havai e está associado a ondulações geradas por tempestades a Sul do Equador durante os meses de Inverno do Hemisfério Sul e que se propagam com pouca atenuação fora da sua área de geração. A futura análise dos dados da estação de Santa Maria trará certamente um contributo para a clarificação deste assunto. Sugere-se ainda que os Grupos Central e Ocidental também possam ser afectados por este regime de ondas, remetendo-se para trabalho futuro a sua verificação.

A análise das condições extremas revela que, na estação das Flores os temporais mais frequentes e severos foram provenientes de SW, e em São Miguel de W. Na Terceira, os temporais mais frequentes foram provenientes de NNW, e os mais severos provenientes de direcções entre N e E. A maioria dos temporais registados tiveram uma duração entre 1 e 2 dias; temporais com duração superior a três dias ocorreram excepcionalmente. No período em análise todos os eventos extremos foram registados entre os meses de Outubro e Abril, à excepção de um temporal registado na Terceira em Junho de 2007.

A análise dos eventos extremos em que existem simultaneamente registos das três estações está de acordo com a localização de cada bóia relativamente a efeitos de sombra e também sugere variabilidade espacial nos limites do Arquipélago que é atribuída a diferenças nos padrões de circulação atmosférica.

Segundo os dados apresentados no Weratlas, a agitação marítima predominante no arquipélago dos Açores é de NW e W, seguindo-se, com menor frequência SW e NE. No entanto, outros regimes, tais como ondulações de Este e Sul, apesar de ocorrerem com magnitude e frequência menores, parecem também ser importantes para completar a descrição do clima de agitação marítima dos Açores.

Note-se que os resultados obtidos estão fortemente influenciados pela localização geográfica das estações e face à proximidade de cada uma das ilhas. Assim, chama-se a atenção para o facto de os resultados apresentados neste artigo serem apenas representativos para a área de medição e para áreas com a mesma exposição meteo-oceanográfica. Quaisquer extrapolações para locais afastados da posição das bóias devem ser verificados recorrendo a modelos matemáticos adequados.



## 6<sup>as</sup> Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009

Por último refira-se que, para além do interesse para a monitorização da agitação marítima, considera-se que é de primordial importância a manutenção da rede de estações ondógrafo, para que no futuro, a existência de séries temporais mais longas possa contribuir para uma melhor caracterização da agitação marítima nos Açores.

### 5. Agradecimentos

A concretização da rede de bóias ondógrafo dos Açores só foi possível com o contributo de várias pessoas e instituições públicas e privadas, designadamente as envolvidas no financiamento, nas parcerias científicas, nas operações de mar e na disponibilidade de meios para a sua realização. Os projectos CLIMAAT e CLIMARCOST foram financiados por verbas FEDER-INTERREG\_IIIB, Açores, Madeira e Canárias (MAC/2.3/A3;03/MAC/2.3/A5;05/MAC/2.3/A1) bem como pelo Orçamento da Região Autónoma dos Açores através da Direcção Regional da Ciência e Tecnologia e Fundo Regional de Coesão do Governo Regional dos Açores. Os projectos contam com o apoio da Marinha Portuguesa, através das Capitánias dos Portos dos Açores, com o importante apoio logístico das Administrações Portuárias dos Açores, com a colaboração das comunidades piscatória e marítima, operadores marítimos privados e rádios locais, designadamente os Transportes GRACIOSENCES, Transportes "PARECE", GRACIPESCAS, Rádio Graciosa e Rádio Montanha.

### 6. Referências

Andrade, C., R.M. Trigo, M.C. Freitas, M.C. Gallego, P. Borges and A.M. Ramos (2008). - *Comparing historic records of storm frequency and the North Atlantic Oscillation (NAO) chronology for the Azores region- The Holocene*, 2008; 18; 745.

Azevedo, E. B & V. Gonçalo (2005). - *O Projecto CLIMAAT e o seu Contributo para a Monitorização e Caracterização da Agitação Marítima no Arquipélago dos Açores - 4<sup>as</sup> Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária*, Angra do Heroísmo, 20 e 21 de Outubro de 2005.

Azevedo, E.B. (2001) – *“Condicionantes Dinâmicas do Clima do Arquipélago dos Açores, Elementos Para o seu Estudo” – Açoreana . Boletim da Sociedade de Estudos Açoreanos “Afonso Chaves”* 9 (3): 309-317

Barreraa, C., E.B. Azevedo, M.J. Ruedaa, M.D. Geladoc and O. Llinása (2008) - *Real-time monitoring network in the Macaronesian region as a contribution to the Coastal Ocean Observations Panel (COOP)*. Journal of Operational Oceanography. Vol. 1. Issue 1(March 2008)

Pontes, M. T., G. A. Athanassoulis, S. Barstow, L. Cavaleri, B. Holmes, D. Mollison and H. Oliveira Pires (1996) -. *WERATLAS – Atlas of Wave Energy Resource in Europe*, Lisbon, INETI

Vitousek, S.and Fletcher, C.H. (2008). - *Maximum annually recurring wave heights in Hawai'i-* Pacific Science. 62(4):541-553