



## **COLMATAÇÃO DE FALHAS EM DADOS DE AGITAÇÃO MARÍTIMA. O CASO DE FARO**

*Rui Capitão<sup>1</sup>, Francisco Sancho<sup>2</sup>, Nuno Alenquer<sup>2</sup>, Bárbara Proença<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Núcleo de Portos e Estruturas Marítimas, Departamento de Hidráulica e Ambiente, LNEC  
Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa

<sup>2</sup> Núcleo de Estuários e Zonas Costeiras, Departamento de Hidráulica e Ambiente, LNEC  
Av. do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa  
[rcapitao@lneec.pt](mailto:rcapitao@lneec.pt), [fsancho@lneec.pt](mailto:fsancho@lneec.pt), [nmalenquer@lneec.pt](mailto:nmalenquer@lneec.pt), [bproenca@lneec.pt](mailto:bproenca@lneec.pt)

Considera-se um conjunto de 10 anos de dados de parâmetros de agitação marítima provenientes da bóia de Faro, do Instituto Hidrográfico. Mau grado, esta colecção apresenta um razoável número de falhas ao longo desses dez anos, com variadas extensões, que se pretendem colmatar. Adoptaram-se duas formas distintas de tratamento do problema, uma mediante utilização de uma metodologia de colmatação com base em valores adjacentes da série existente (pequenas falhas), e outra mediante substituição dos valores em falta com observações colhidas em bóia-ondógrafo próxima (bóia-ondógrafo de Cádiz, dos Puertos del Estado, à cota -450 m Z.H.), após adequada validação dessas observações.

Nesta comunicação dá-se conta da análise e processamento das séries temporais iniciais e descrevem-se os métodos utilizados para a colmatação dos registos em falha. Assim, faz-se uma descrição estatística dos dados brutos, constituída pelas séries temporais e histogramas dos parâmetros mais relevantes, procede-se à identificação dos registos em falha e descrevem-se e comparam-se métodos de colmatação de falhas das séries temporais.

Para o presente conjunto de dados, conclui-se que a metodologia mais apropriada para a colmatação de falhas superiores a um dia é a que resulta da utilização de dados de uma bóia próxima.

## **INTRODUÇÃO**

É habitual a dificuldade com que os investigadores e projectistas se deparam no estabelecimento de um regime de agitação marítima quando existem falhas não despidiendas nos dados de base de agitação marítima. Para que o regime seja fiável, é necessário, embora não bastante, que os dados sejam em número suficientemente grande e que, existindo falhas, estas ocorram em número e em extensão suficientemente pequenos. Ora, na prática, nem sempre isto acontece.

No âmbito do projecto SANDEX, cujo objectivo é estudar os impactos e a evolução morfodinâmica da extracção de areias na plataforma continental portuguesa, é necessário, para efeitos da utilização de um modelo de evolução da linha de costa, conhecer as características da agitação marítima na zona de estudo, junto à costa do Vale do Lobo, Faro, à cota -10 m Z.H., consubstanciado através de séries temporais completas dos parâmetros de agitação marítima. Foi, por isso, adquirido ao Instituto Hidrográfico (IH) uma série temporal dos parâmetros espectrais mais relevantes: altura significativa,  $H_m0$ , período médio,  $T_{02}$  e direcção,  $ThTp$ , associada ao pico do espectro, ao longo do período referido.

O conhecimento do regime geral observado é essencial para estudos de transporte sólido que, por sua vez, são de particular importância para estudos ambientais costeiros, como, por exemplo, estudos de evolução de praias, objectivo parcelar deste projecto.

O estabelecimento dos regimes gerais de agitação marítima ao largo de Faro e na praia de Vale do Lobo consiste essencialmente em gráficos de séries cronológicas dos referidos parâmetros, correspondentes histogramas simples e conjuntos e relações empíricas entre algumas destas variáveis, quando conveniente. Dada a profundidade associada à posição da bóia (93 m), o regime aí obtido será considerado como regime ao largo.



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

Em Filipe *et al.* (1999) havia sido já determinado um regime geral de agitação marítima referente ao mesmo local, para um período de quase dez anos (de 1988 a 1996). Por não ser esse o objectivo do projecto, neste trabalho não será efectuada a complementação desse regime anterior com o actual regime.

### DADOS DISPONÍVEIS NO LOCAL DE ESTUDO

As fontes de obtenção de dados para este estudo são os ficheiros em formato digital enviados pelo IH para este projecto, relativos a Faro. Neste período de 10 anos, ocorrem, no entanto, bastantes falhas, indicadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Faro - Bóia direccional. Distribuição mensal do número de falhas de registos tri-horários (8 por dia) no período 1998 a 2007.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1998	2	1	10	2	116	31	10	5	20	16	42	127
1999	66	54	85	5	4	7	1	6	8	13	6	11
2000	23	4	101	20	34	6	15	6	0	10	5	74
2001	0	10	22	1	0	9	62	14	10	32	13	33
2002	6	0	16	1	1	5	15	37	34	12	10	20
2003	0	70	21	15	10	10	8	3	0	9	1	7
2004	1	56	24	39	38	139	59	25	77	9	122	73
2005	9	14	7	16	44	7	21	7	11	7	11	28
2006	29	4	14	8	9	6	38	248	11	20	12	187
2007	29	3	3	6	6	43	47	13	5	11	4	23

Como se vê, em vários casos, há interrupção dos dados, com dias ou partes de dia em falta. Vê-se, por exemplo, que em Dezembro de 1998 e em Dezembro de 2006, é maior o número de falhas do que o número de registos válidos. Nestas condições, as conclusões obtidas a partir de dados incompletos devem ser encaradas com reservas.

Os dados de agitação marítima analisados neste trabalho referem-se a registos de 20 minutos, obtidos de 3 em 3 horas<sup>1</sup>, obtidos através de tratamento com o método espectral. Os valores dos parâmetros obtidos são, assim, medidas estatísticas representativas do conjunto de ondas medidas pela bóia-ondógrafo durante esse período.

Em situações de temporal, a bóia efectuou medições em contínuo. Estas não serão consideradas no presente trabalho, a não ser como substitutas em falhas que haja nos grupos data-hora mais próximos, correspondentes aos oito registos tri-horários diários (0, 3, ..., 21 h).

Os dados foram obtidos com bóia-ondógrafo direccional DATAWELL Waverider estacionada na posição de coordenadas 36° 54' 17" N e 07° 53' 54" W, à profundidade -93 m Z.H.<sup>2</sup>, Figura 1. A informação sobre a declinação magnética (6° 15' W em 1985, decrescendo cerca de 11' por ano), segundo a carta hidrográfica nº 8, "Albufeira ao Rio Guadiana", escala 1/150 000, do IH, permite a passagem daquelas direcções a direcções referidas ao Norte verdadeiro.

<sup>1</sup> Da análise dos dados, verificou-se que, após certos períodos de funcionamento, associados a períodos de medição contínua, o registo do grupo data-hora associado aos registos de agitação marítima apresentava um pequeno desacerto em relação à hora exacta habitual nas medições tri-horárias de cada dia (0, 3, 6, ..., 21 h). Este pequeno problema foi resolvido considerando que havia ocorrência de uma falha de registo sempre que o desacerto entre o seu grupo data-hora excedia 2 minutos.

<sup>2</sup> Note-se que a profundidade no local onde se encontra a bóia permite considerá-la como fundeada "ao largo" para a grande maioria dos períodos de onda ( $T < 11$  s) registados, pelo que o regime geral observado nesta bóia não precisará de ser transferido para o largo.

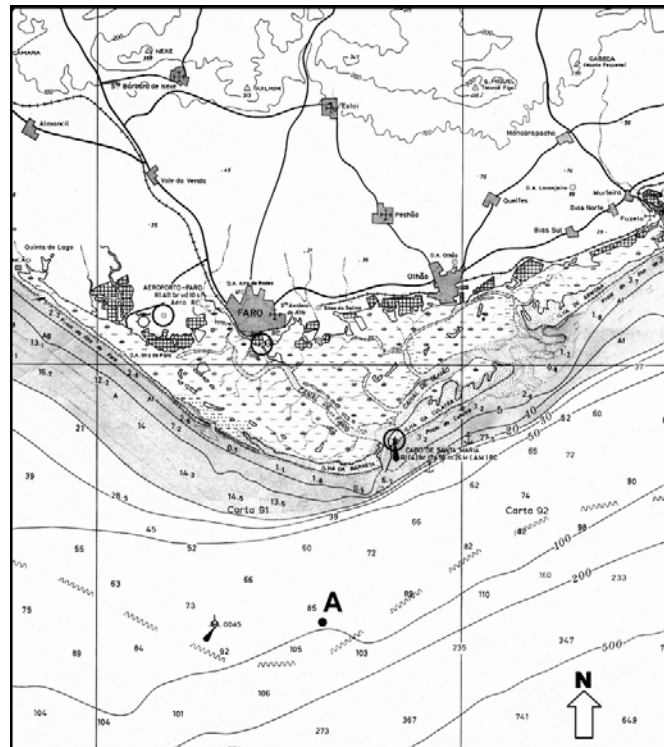


Figura 1 – Localização da bóia-ondógrafo em Faro, posição A –  $36^{\circ} 54' 17''$  N,  $07^{\circ} 53' 54''$  W, prof: 93 m.

Das referências indicadas, extraíram-se os valores tri-horários de data-hora, altura significativa,  $Hm_0$ , período médio, T02, e direcção média associada ao pico do espectro, ThTp.

Outro conjunto de dados que, no decurso do projecto, foi possível dispor, refere-se aos dados de agitação marítima colhidos por bóia-ondógrafo dos *Puertos del Estado* Espanhol. Trata-se de uma bóia-ondógrafo não direccional até 2003-05-01 e, posteriormente, de uma bóia-ondógrafo direccional SeaWatch, estacionadas na posição de coordenadas  $36^{\circ} 28.6' N$ ,  $6^{\circ} 57.8' W$ , à profundidade -450 m Z.H., a cerca de 95 km de distância da bóia de Faro, Figura 2.



Figura 2 – Localização relativa das bóias-ondógrafo de Faro e Cádiz (Google Earth®, 2009).

Estes dados, ao largo, podem servir para complementar os dados existentes em Faro, mediante colmatação das falhas de Faro. Porém, antes dessa colmatação, é necessário aferir se o regime de agitação marítima em Cádiz é ou não idêntico ao de Faro.

## REGIME GERAL OBSERVADO NA BÓIA DE FARO

Apesar das falhas já referenciadas, é possível definir um regime geral de agitação marítima na bóia de Faro que, pelas razões já aduzidas, é equiparável ao regime ao largo. Assim, apresenta-se de seguida um conjunto de figuras que descrevem esse regime geral observado da agitação, mediante análise estatística dos parâmetros obtidos dos 10 anos de dados considerados. Da Figura 3 à Figura 5 mostram-se, respectivamente, os histogramas marginais de Hm0, T02 e ThTp.

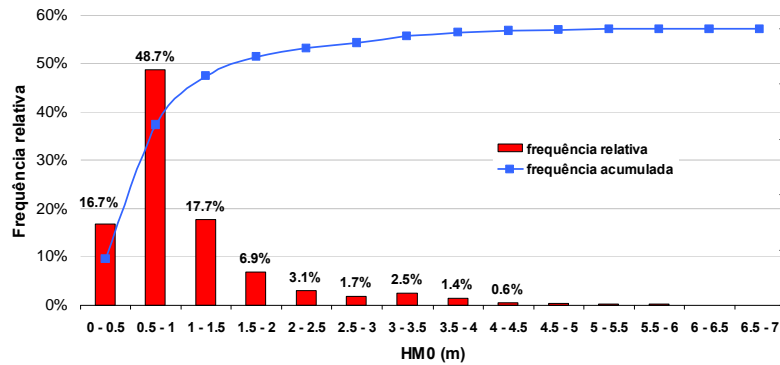


Figura 3 – Histograma da altura Hm0.

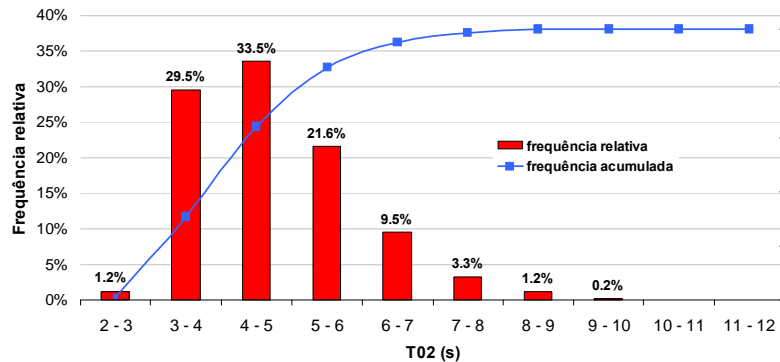


Figura 4 – Histograma do período T02.

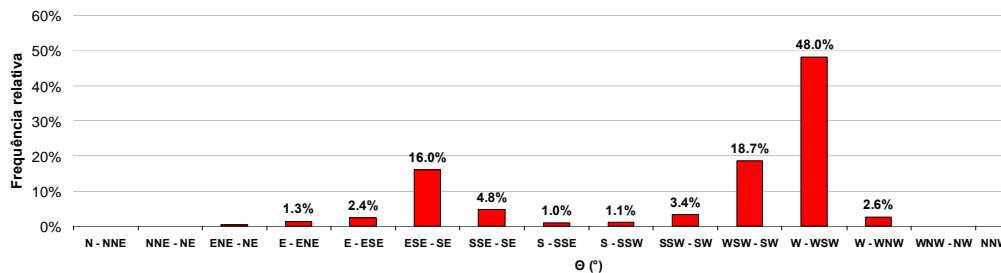


Figura 5 – Histograma e distribuição da frequência relativa da direcção ThTp por sectores.

Em traços gerais, o regime geral observado é caracterizado por uma agitação com cerca de 50 % de ocorrências de alturas significativas entre 0.5 e 1.0 m, períodos médios com cerca de 65 % de ocorrências entre 3 e 5 s, e duas direcções de incidência predominantes: cerca de 70 % da agitação provém do sector oeste a sudoeste (origem Atlântica), enquanto aproximadamente 20 % provém do sector leste-sudeste a sul-sudeste (origem Mediterrânica).

## COLMATAÇÃO DE FALHAS

Como se disse, os 10 anos de dados considerados neste trabalho apresentam vários tipos de falhas de registos, desde falhas isoladas de um único registo, até blocos de falhas com a duração de um ou vários dias, ou até mesmo blocos de falhas de duração superior a um mês. O Quadro 1 mostra a distribuição mensal e anual dos registos em falha.

Uma vez que para tarefas ulteriores do projecto é necessário dispor de séries cronológicas completas, é forçoso adoptar critérios de colmatação das falhas. Assim, seguiram-se neste trabalho duas formas distintas de tratamento do problema: mediante colmatação com dados adjacentes e mediante colmatação com valores de observações colhidas em local próximo.

### COLMATAÇÃO COM DADOS ADJACENTES

Dadas as características temporais das falhas, achou-se conveniente tratar o problema de forma distinta consoante os blocos de falhas tenham duração inferior ou igual a um dia, ou superior a um dia.

Para os blocos em falha com duração inferior ou igual a um dia, os valores em falta foram obtidos por interpolação com polinómios cúbicos de Hermite. Este procedimento foi adoptado para todos os parâmetros excepto para a direcção ThTp. Para este caso, o procedimento adoptado foi o de assumir como direcção constante do bloco em falha a direcção do último registo que o antecede.

Para os blocos em falha com duração superior a um dia, os valores em falta foram colmatados mediante o estabelecimento de blocos característicos, resultantes do cálculo da média de cada registo, ponto-a-ponto, na restante série temporal. Isto é, cada valor (ou conjunto de valores) em falta em determinado data (“ano-mês-dia-hora”) é substituído pela média dos valores registados no “mês-dia-hora” dos anos com dados existentes.

Para este tipo de falhas, a reconstituição numérica, com modelos de agitação, dos blocos em falta, poderia ser também um método viável. Porém, alguns testes efectuados com esse método revelaram resultados insatisfatórios, o que se deveu ao facto de o modelo WaveWatch-III (Tolman, 2002) utilizado (<http://polar.ncep.noaa.gov/waves/validation.html>) apresentar uma fraca resolução da geometria/batimetria da costa sul de Portugal Continental.

Assim, na colmatação com bloco característico, os parâmetros de altura e período de onda em falta são simplesmente colmatados mediante cálculo da média aritmética simples, para cada registo em falta dentro do bloco, dos valores dos registos correspondentes nos restantes anos (quando há). Para a direcção de pico média, o cálculo dos valores em falta envolveu uma tarefa adicional prévia de transformação de coordenadas polares em cartesianas, dado que aquela é uma função circular.

Na Figura 6 pode observar-se, como exemplo, o modo como o método referido nesta secção se ajusta, para Hm0, num pequeno espaço de tempo que contém dois blocos de falhas. Os resultados são razoáveis, embora não totalmente satisfatórios, em particular, neste exemplo, para o bloco entre 21 e 24 de Novembro.

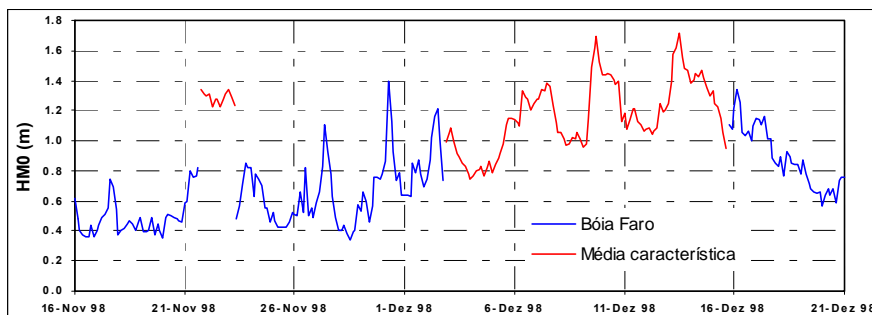


Figura 6 – Colmatação de Hm0 com média característica de blocos de falhas de duração superior a 1 dia.



### COLMATAÇÃO COM VALORES DE OBSERVAÇÕES COLHIDAS EM LOCAL PRÓXIMO

Este método parece, à partida, o mais adequado ao local. Trata-se da utilização de dados colhidos em bóia-ondógrafo numa zona relativamente próxima do local da bóia de Faro, mais concretamente na bóia de Cádiz. Estes dados, postos à disposição do LNEC pelos Puertos del Estado, Espanha, referem-se ao período de 1996 a 2008, que abarca o período em análise neste trabalho, de 1998-01-01 a 2007-12-31.

Neste trabalho, a verificação da adequabilidade dos dados de Cádiz como substitutos dos dados em falta na bóia de Faro, consistiu em comparar valores dos parâmetros fundamentais dos respectivos registos, Hm0, T02 e ThTp, referentes aos registos em que há simultaneidade nos dois locais. Essa comparação pode ser quantificada mediante a adopção de testes estatísticos standard. Notar que, devido ao facto de haver muito poucos valores de direcção em Cádiz (somente posteriormente a Maio de 2003), as comparações associadas à variável correspondente (ThTp) têm pouco valor estatístico.

Assim, os dados a comparar são os dados simultâneos obtidos nas seguintes locais:

- Bóia de Faro (-F): Instituto Hidrográfico (2008), 36° 54' 17" N, 07° 53' 54" W, prof -93 m Z.H., de 1998-01-01 a 2007-12-31. Bóia Waverider / WAREC.
- Bóia do Golfo de Cádiz (-C): Puertos del Estado (2009), 36° 28.6' N, 6° 57.8' W, profundidade -450 m Z.H., de Agosto de 1996 a Fevereiro de 2009. Bóia SeaWatch.

Para que estas comparações possam ser efectuadas, os dados existentes foram organizados de modo a que só dados simultâneos fossem considerados. Efectivamente, as amostras não são totalmente simultâneas, uma vez que os períodos de medição são diferentes, as falhas não são coincidentes, as horas dos registos são por vezes distintas, etc. Uma vez que os períodos de falhas numa e noutra amostra são variáveis e geralmente não coincidem, houve que homogeneizar as amostras, considerando apenas registos referentes a intervalos de 3 horas igualmente espaçados e simultâneos. Obviamente que este procedimento implica a perda de alguns registos. Notar que dois dos trechos referentes à bóia de Cádiz, de 1998-10-01 a 1998-12-31 e de 2003-09-27 a 2003-11-16, contêm dados obviamente errados, pelo que não foram também considerados nesta análise.

Os testes têm como objectivo verificar se os valores das amostras de Faro e Cádiz podem ser considerados como pertencentes à mesma população, i.e., se partilham a mesma distribuição. Para isso, podem ser considerados vários testes (Benjamin and Cornell, 1970 e Carvalho *et al.*, 2002).

Neste trabalho usam-se testes visuais, que consistem em comparar visualmente a evolução das séries temporais dos parâmetros Hm0, T02 e ThTp de ambas as amostras, e são efectuados cálculos de coeficientes de correlação e de determinação entre as séries de ambos os locais.

É importante notar que para usar estes testes, é necessário admitir que cada amostra, referente a um dado trecho, é estacionária, isto é, tem a mesma distribuição no período de tempo a que o trecho se refere (Fisz, 1963). Isto pode ser plausível para períodos relativamente curtos, especialmente se não houver variações significativas do estado de mar, mas não é lícito admitir que isso aconteça quando os períodos são longos ou para períodos claramente identificativos de temporais (Carvalho *et al.*, 2002).

Os testes visuais são efectuados mediante observação visual das duas séries (Figuras 7 a 9), identificando concordâncias e discordâncias. Em geral verifica-se uma razoável concordância entre as duas séries nos trechos considerados. Verifica-se que, qualitativamente:

- Para Hm0, a concordância é boa;
- Para T02, a concordância é boa;
- Para ThTp, a concordância é sofrível.



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

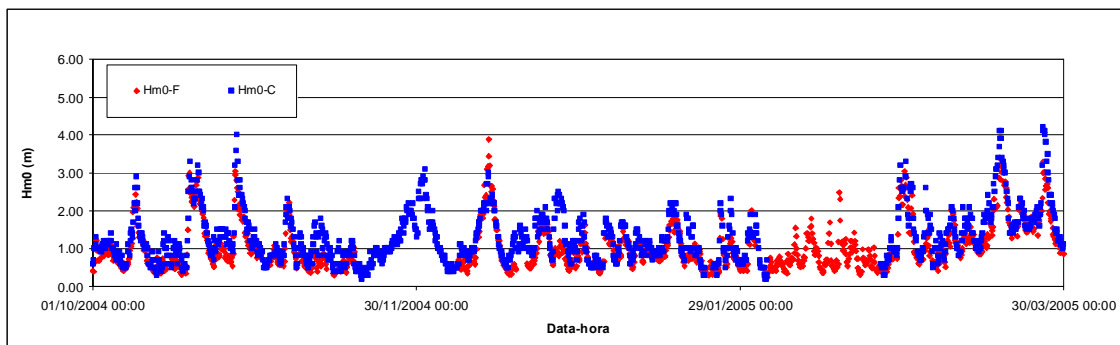


Figura 7 – Trecho de dados de Hm0 provenientes da bóia de Cádiz (Hm0-C) juntamente com os dados de Hm0 existentes na bóia de Faro (Hm0-F).

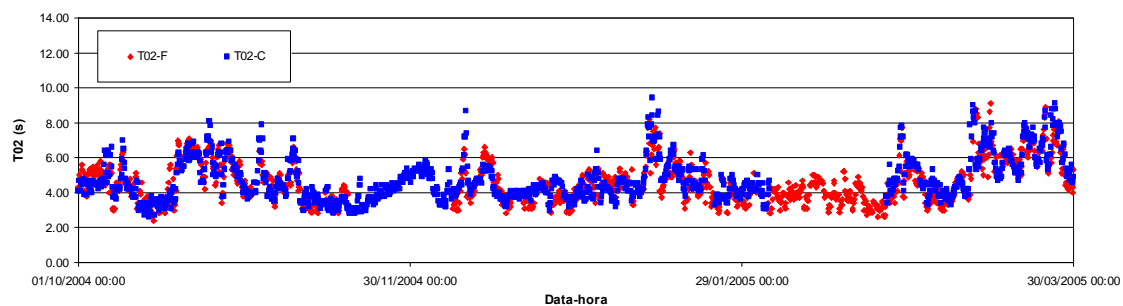


Figura 8 – Trecho de dados de T02 provenientes da bóia de Cádiz (T02-C) juntamente com os dados de T02 existentes na bóia de Faro (T02-F).

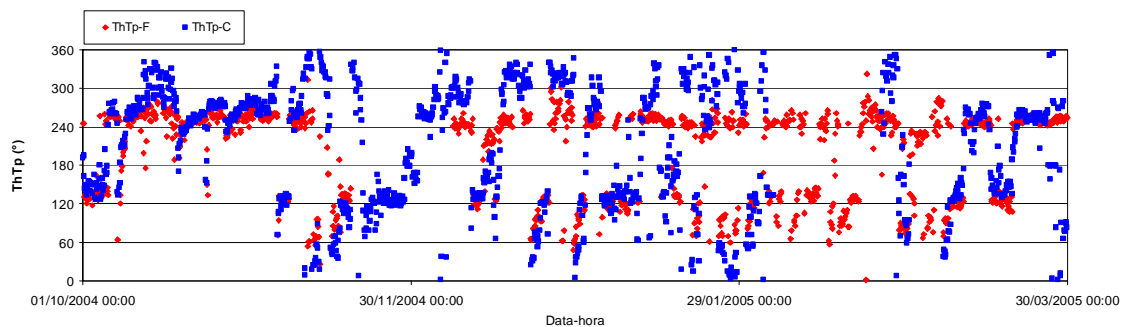


Figura 9 – Trecho de dados de ThTp (ou  $\Theta_p$ ) provenientes da bóia de Cádiz (ThTp-C) juntamente com os dados de ThTp (ou  $\Theta_p$ ) existentes na bóia de Faro (ThTp-F).

Quadro 2 – Coeficientes de a) correlação e de b) determinação entre as séries temporais de Faro e de Cádiz.

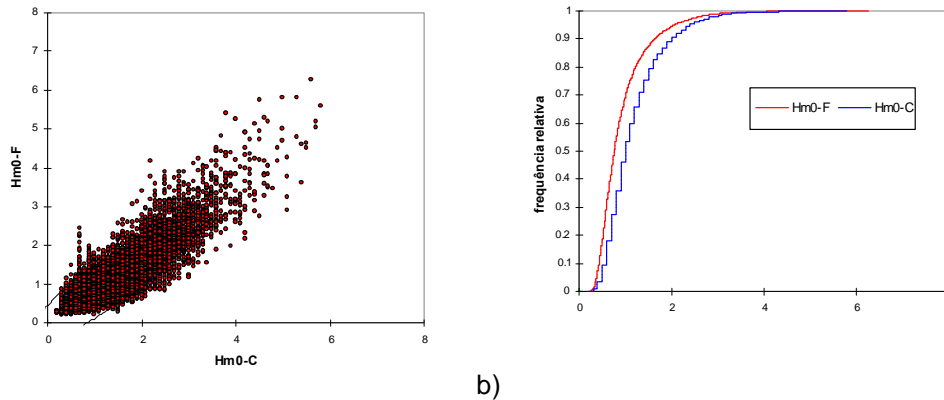
Coeficiente	Hm0-C	T02-C	ThTp-C
Hm0-F	0.875	-	-
T02-F	-	0.777	-
ThTp-F	-	-	0.732

a)

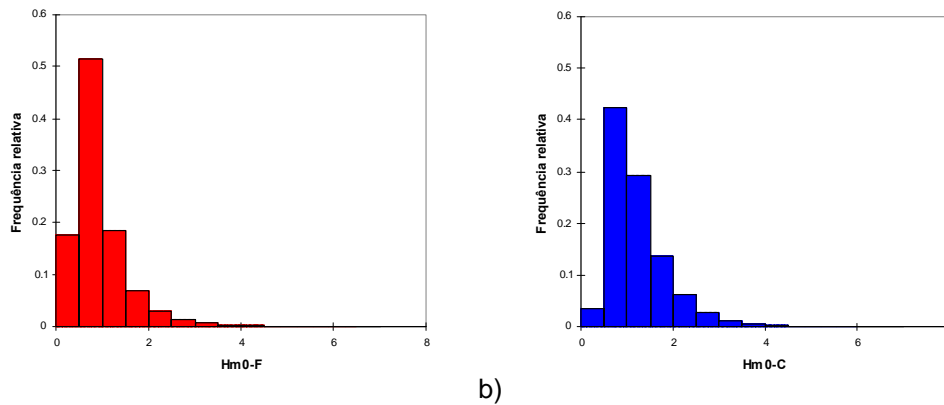
Coeficiente	Hm0-C	T02-C	ThTp-C
Hm0-F	0.766	-	-
T02-F	-	0.603	-
ThTp-F	-	-	0.536

b)

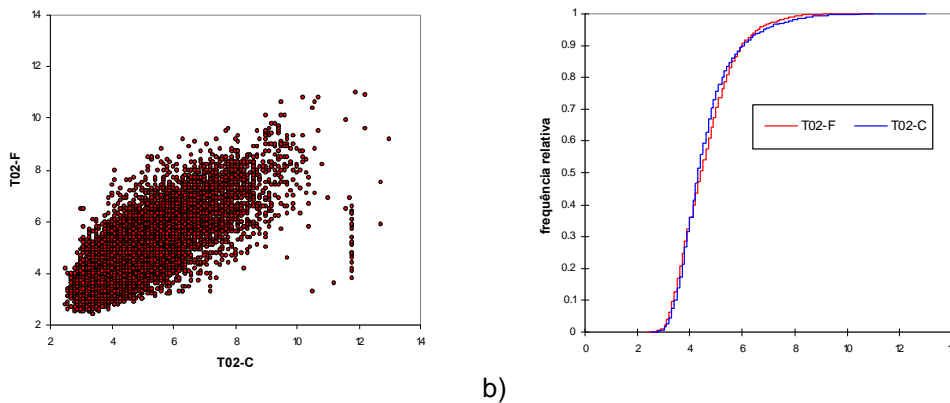
Para verificar a correlação entre os pares de valores (Hm0-F / Hm0-C), (T02-F / T02-C) e (ThTp-F / ThTp-C) foram calculados os coeficientes de correlação de Pearson (que corresponde ao clássico coeficiente de correlação linear) e os correspondentes coeficientes de determinação, de modo a ter uma indicação de como a variabilidade de uma variável é ou não explicada pela outra. Os valores a que se chegou, considerando todos os registos válidos, podem ser observados no Quadro 2. Da Figura 10 à Figura 15 mostram-se os respectivos gráficos (dispersão, histogramas e funções de distribuição aproximadas).



a) b)  
 Figura 10 – a) Dispersão de pontos e b) Funções de distribuição de Hm0 de Faro (Hm0-F) e Cádiz (Hm0-C).



a) b)  
 Figura 11 –a) Histograma de Hm0 em Faro (Hm0-F), b) Histograma de Hm0 em Cádiz (Hm0-C).



a) b)  
 Figura 12 – a) Dispersão de pontos e b) Funções de distribuição de T02 de Faro (T02-F) e Cádiz (T02-C).

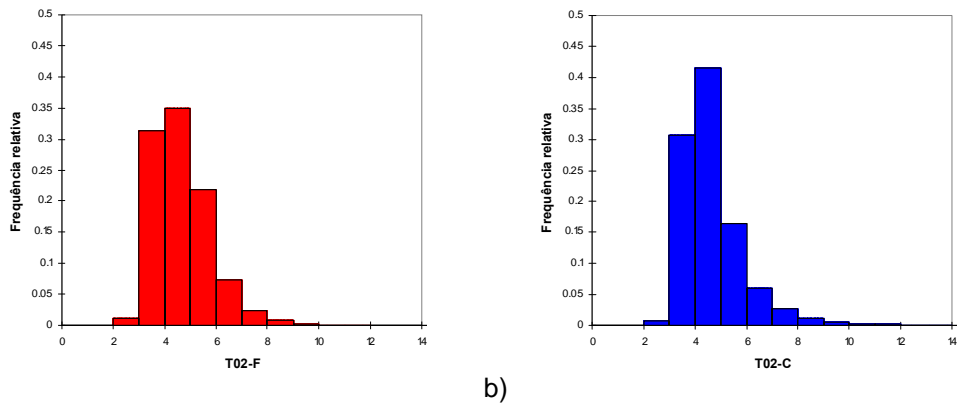


Figura 13 – a) Histograma de T02 em Faro (T02-F), b) Histograma de T02 em Cádiz (T02-C).

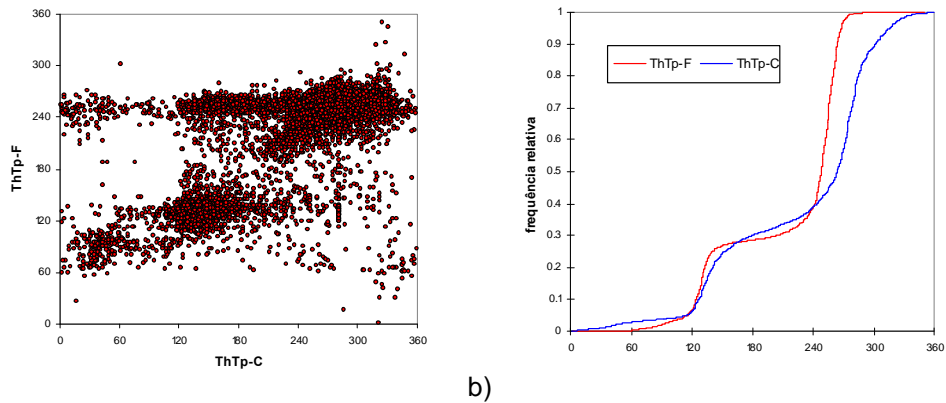


Figura 14 – a) Dispersão de pontos e b) Funções de distribuição de ThTp de Faro (ThTp-F) e Cádiz (ThTp-C).

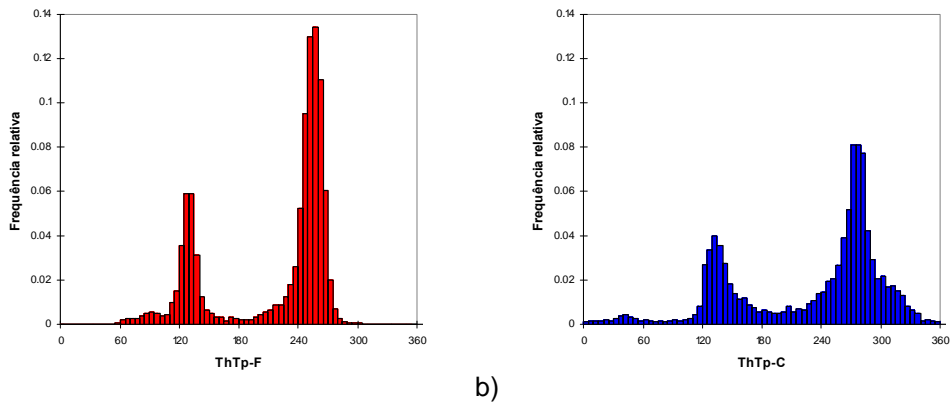


Figura 15 – Comparação das séries temporais de ThTp de Faro e Cádiz. a) histograma de ThTp em Faro (ThTp-F), b) histograma de T02 em Cádiz (ThTp-C).

Os valores dos coeficientes de correlação e de determinação, apesar de não serem excelentes, são razoáveis, principalmente para as séries de alturas e períodos de onda. A correlação entre direcções é pior, o que era de esperar.

Assim, dada a necessidade premente de colmatar as falhas existentes, dos dois métodos aqui analisados escolheu-se este último método por dar mais garantias, pelo que é com base nos dados de Cádiz que se constrói o regime geral final na bóia de Faro. Na Figura 16 mostra-se, como exemplo, um troço, de 2004-01-04 a 2004-10-30, com a série temporal de Hm0 de Faro, colmatada com dados de Cádiz. Na Figura 17 pode observar-se um pormenor dessa colmatação, referente ao período de 2004-07-22 a 2004-10-30.

Finalmente, na Figura 18, na Figura 19 e na Figura 20, mostram-se, respectivamente, os histogramas finais (todos os dados, de Janeiro de 1998 a Dezembro de 2007) das séries de parâmetros Hm0, T02 e ThTp (direcção) após efectuada a referida colmatação. Refira-se ainda que para os anos anteriores a Maio de 2003 não se efectuou nenhuma colmatação das direcções em falta, restando alguns registos por colmatar.

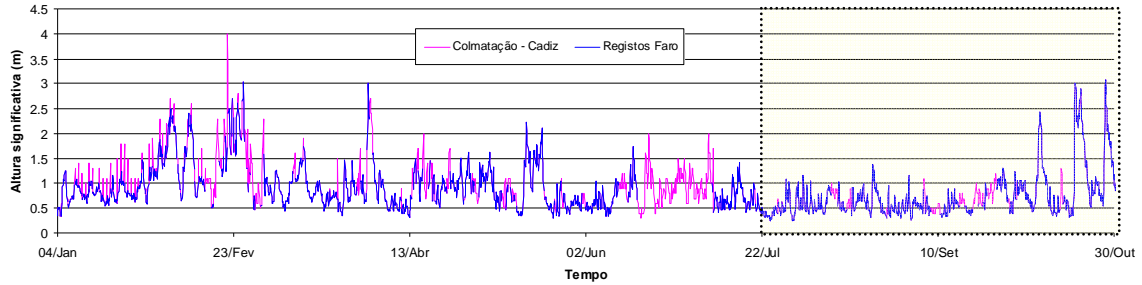


Figura 16 – Exemplo de um troço, de 2004-01-04 a 2004-10-30, com a série temporal de Hm0 de Faro colmatada com dados de Cádiz. Ver pormenor (sombreado a amarelo) na figura a seguir.

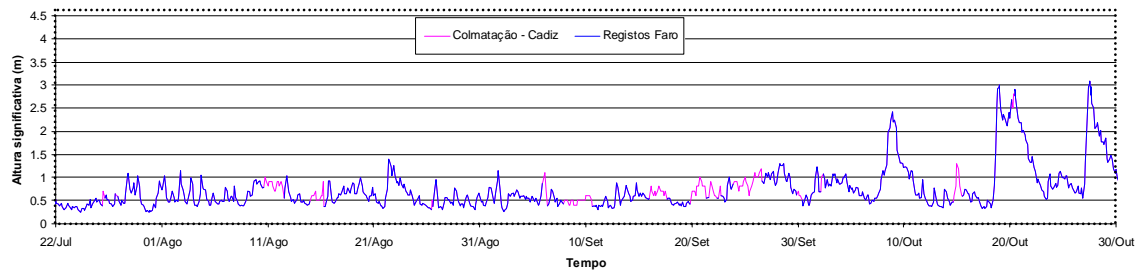


Figura 17 – Troço, de 2004-07-22 a 2004-10-30, com a série temporal de Hm0 de Faro colmatada com dados de Cádiz.

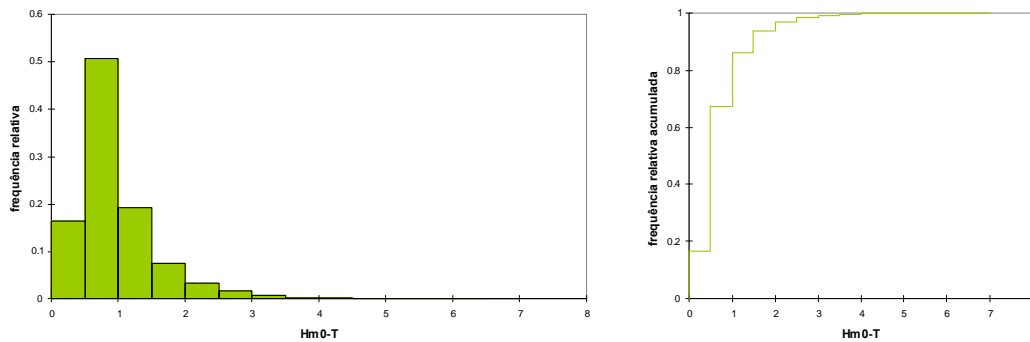


Figura 18 – Histogramas finais de Hm0 – série colmatada.

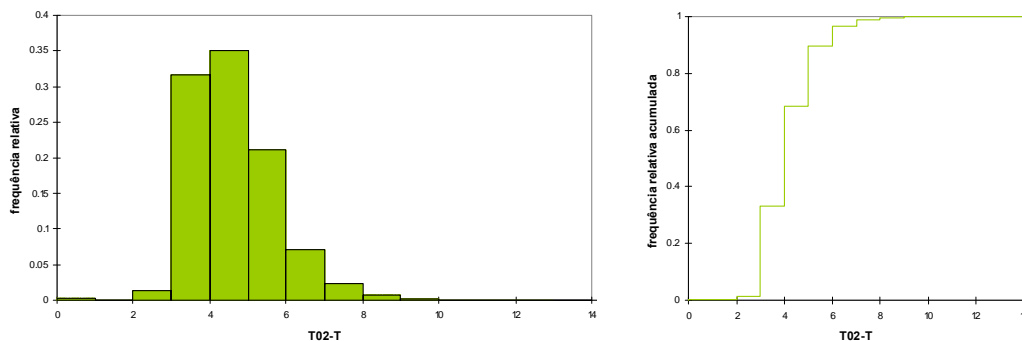


Figura 19 – Histogramas finais de T02 – série colmatada.

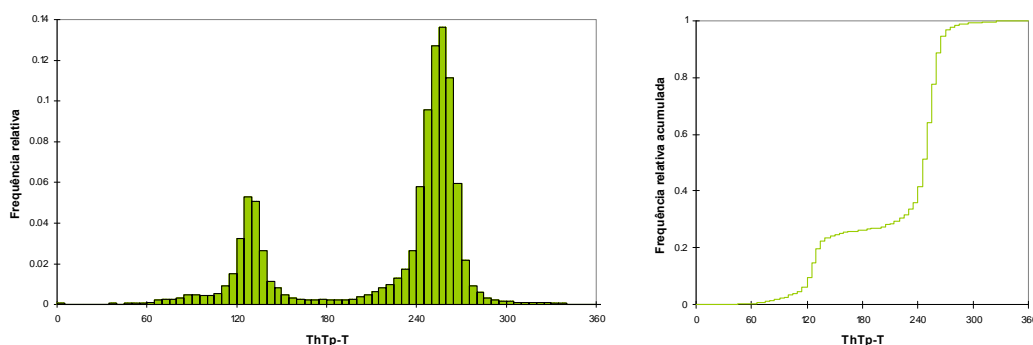


Figura 20 – Histograma finais de ThTp – série colmatada.

## CONCLUSÕES

Nesta comunicação descreveram-se os procedimentos de análise e processamento dos 10 anos de dados originais da bóia de Faro e descreveram-se os métodos utilizados para a colmatagem das falhas existentes nesse conjunto de dados.

Foram abordados vários métodos de colmatagem. Todos eles não estão imunes a críticas, dado que implicam a adopção de critérios muito subjectivos. A alternativa “opção-zero”, que consiste simplesmente em não adoptar nenhum método de colmatagem e considerar apenas os dados efectivamente medidos, pode ser por vezes a escolha mais certa, mas quando há necessidade de dispor de séries completas, não é seguramente a solução. Neste caso, os métodos de colmatagem apresentados podem ter grande utilidade.

Qualquer que seja o método de colmatagem, é sempre necessário aferir se a correlação entre dados observados e os dados “estranhos”, medidos ou estimados, é ou não suficiente. Por exemplo, verificou-se que, para este local, e para o período em análise, a colmatagem com modelos de reconstituição da agitação marítima WW3 não é satisfatória, dado que, nesse modelo, a costa sul de Portugal Continental é representada com uma resolução muito grosseira.

Finalmente, o método de colmatagem que se revelou mais adequado e correcto foi o que considerou dados de uma bóia próxima (Cádiz) nas falhas existentes, depois de verificada a sua adaptabilidade e correlação com os dados existentes.

Como nota final, chama-se a atenção para as seguintes notas:

- A colmatagem com o bloco característico tem a limitação de fornecer apenas um comportamento médio da propriedade que representa – origina descontinuidades nos extremos e não expressa o detalhe que poderá advir de um acontecimento particularmente intenso de temporal, por exemplo, antes diluindo o seu efeito na variabilidade temporal ocorrida ao longo dos 10 anos da série.
- Os testes de comparação das amostras de Faro e Cádiz foram efectuados considerando a totalidade dos valores nos dois locais, para os quais se verifica simultaneidade de medições. Embora estes testes constituam uma boa indicação sobre a adequabilidade da colmatagem, a maneira mais correcta de os realizar consiste em considerar trechos de registos, de curta duração, contendo estados de mar estacionários. Este processo, a realizar para cada trecho é moroso e ainda não está concluído.
- Nessas condições, será viável realizar testes mais interessantes, o que permitirá comparar melhor as distribuições das amostras de Faro e de Cádiz. Destaca-se o teste de Kolmogorov-Smirnov.



## REFERÊNCIAS

- Benjamin, J.R.; Cornell, C.A (1970). Probability, statistics and decision for civil engineers, McGraw-Hill, New York.
- Carvalho, M.M.; Capitão, R.; Fortes, C.J.E.M.; Coli, A. (2002). *The Oporto oil refinery monobuoy at Leixões. Sea wave transfer verification*. Report No. 217/02-NPP. August 2002.
- Filipe, A.; Carvalho, M.M.; Capitão, R. (1999). *Regime Geral Observado da agitação Marítima no Algarve*. Relatório 205/99-NPP. Lisboa, Setembro de 1999.
- Fisz, M. (1963). Probability theory and mathematical statistics, John Wiley and Sons, New York.
- Tolman, H.L. (2002). User manual and system documentation of WAVEWATCH-III version 2.22. NOAA / NWS / NCEP / MMAB Technical Note 222, 133 pp.

## AGRADECIMENTOS

São devidos agradecimentos à FCT pelo financiamento no âmbito do projecto PTDC/ECM/70428/2006 "SANDEX - Extracção de areias na plataforma continental portuguesa: impactos e evolução morfodinâmica" e aos "Puertos del Estado", Espanha, pela cedência, a título gratuito, dos dados da agitação marítima referentes à bóia de Cádiz.

Os autores agradecem ainda a disponibilização e discussão dos resultados do modelo Wavewatch-III efectuados pelo Doutor Xavier Bertin para o local do estudo.