

# **BASE DE DADOS DE AGITAÇÃO MARÍTIMA DA COSTA PORTUGUESA**

**Marta RIBEIRO**

*Estagiária de Informática, LNEC, Av. do Brasil, 1700-066, Lisboa, +351.21.8443756, mribeiro@lnec.pt*

**António GONÇALVES**

*Eng.º Informático, LNEC, Av. do Brasil, 1700-066, Lisboa, +351.21.8443446, agoncalves@lnec.pt*

**Rui CAPITÃO**

*Eng.º Civil, LNEC, Av. do Brasil, 1700-066, Lisboa, +351.21.8443688, rcapitao@lnec.pt*

**Conceição FORTES**

*Eng.ª Civil, LNEC, Av. do Brasil, 1700-066, Lisboa, +351.21.8443446, jfortes@lnec.pt*

**Resumo** - Nesta comunicação, descreve-se o sistema informático SeaWaves. Este sistema tem por objectivo efectuar a gestão e a análise de dados de agitação marítima (alturas, direcções e períodos de onda).

O sistema SeaWaves baseia-se numa arquitectura cliente-servidor. Os dados são mantidos num servidor central de gestão de base de dados e manipulados através de uma aplicação cliente. Este tipo de arquitectura permite a potenciais utilizadores aceder aos dados armazenados e proceder a diferentes tipos de análise em simultâneo.

Apresentam-se também nesta comunicação vários exemplos de utilização do sistema SeaWaves, que ilustram as suas potencialidades e limitações como ferramenta auxiliar dos estudos de engenharia costeira e portuária realizados no LNEC.

**Palavras-chave** – Base de dados, dados de agitação marítima, regimes de agitação marítima.

## 1 INTRODUÇÃO

Para a realização de estudos de agitação marítima e de dimensionamento de estruturas portuárias e costeiras, que se inserem no âmbito dos trabalhos de hidráulica marítima realizados no Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), é essencial o conhecimento do chamado regime (ou regimes) de agitação marítima na zona de implantação das obras de engenharia, isto é, em termos simples, o conjunto de características (alturas, períodos e direcções) das ondas marítimas representativo dessa zona. Tal regime, que pode ser *observado*, *médio* ou *de extremos*, deve ser definido a partir de um volume suficiente de dados de agitação marítima recolhidos no local (ou perto dele, utilizando-se metodologias de transferência de dados de agitação marítima devidamente validadas e calibradas) por equipamentos de medição adequados (por exemplo, bóias-ondógrafo, preferencialmente direccionais). Neste contexto, torna-se importante a utilização de um sistema de informação que possibilite aos potenciais utilizadores, coligir os dados de agitação marítima referentes a um certo local ou posição geográfica com vista à sua utilização em estudos de agitação marítima ou de dimensionamento.

Nesta comunicação, descreve-se um sistema, designado por SeaWaves, desenvolvido no LNEC a partir da estrutura de uma base de dados de agitação em Macau, designada por MacauWaves, já existente (Carvalho, 1993 e Mauro *et al.*, 2002). O sistema SeaWaves é, assim, uma aplicação informática destinada ao armazenamento e gestão de dados de agitação marítima observados na costa Portuguesa, mas que pode também ser utilizada para gestão de dados de outras costas marítimas.

O sistema SeaWaves (actualmente na sua versão 1.0) permite armazenar dados provenientes de registos de agitação marítima, nomeadamente os valores dos parâmetros *altura significativa* ( $H_s$ ), que corresponde à média do terço de ondas mais elevadas de um registo, *altura máxima* ( $H_{max}$ ), que é a máxima altura de onda de um registo, *direcção média* ( $\Theta$ ), que é a direcção média das ondas de um registo e *período médio* ( $T_z$ ), que é o período médio das ondas de zero ascendente de um registo. O sistema permite também armazenar os registos de elevações da superfície do mar - recolhidos de 3 em 3 horas por diferentes instrumentos de medição da agitação marítima em vários locais da costa portuguesa. Por fim, o sistema permite ainda registar o período a que se referem os dados recolhidos associando a cada registo o grupo data-hora.

Com base nos dados armazenados, o sistema SeaWaves permite ao utilizador, de forma interactiva e amigável, filtrar e visualizar os dados. Como exemplo desta funcionalidade, saliente-se a possibilidade de selecção de todos os registos referentes a um dado local, a posterior obtenção de registos cujas alturas significativas apresentem valores acima de um determinado nível (por exemplo, um nível de definição de temporal) e, dessa selecção, a obtenção dos registos com direcções provenientes dum determinado sector.

No âmbito dos trabalhos de investigação científica em curso no LNEC, o sistema SeaWaves terá, nomeadamente, utilização, como base de dados necessária à realização dos seguintes tipos de estudos:

- Estudos de agitação marítima;
- Estudos de propagação da agitação marítima desde o largo até à costa;
- Estudos da dinâmica sedimentar e evolução morfológica de zonas costeiras;

- Projecto e concepção de estruturas marítimas ao longo da costa (estruturas portuárias, ou estruturas de protecção da costa);
- Projecto e concepção de navios (engenharia naval);
- Estudos das condições de operação de navios ou desembarques na costa;
- Estudos de aproveitamento da energia das ondas (centrais de produção de energia);
- Estudos de impacto ambiental.

Para todos estes tipos de estudos, é necessário o conhecimento de dados de agitação marítima (alturas, direcções e períodos) na posição e/ou local em que se pretende efectuar o estudo, o que justificou a necessidade de desenvolver um sistema de informação específico como o SeaWaves.

Nas secções seguintes descrevem-se os aspectos relevantes do sistema SeaWaves e apresentam-se exemplos de aplicação do mesmo a um caso de estudo.

## 2 REQUISITOS DE UM SISTEMA PARA GESTÃO DE DADOS DE AGITAÇÃO MARÍTIMA

### 2.1 Funcionalidades

Um sistema como o SeaWaves deve permitir efectuar uma compilação tão completa quanto possível dos dados de agitação marítima obtidos ao longo do tempo em diversos locais e, neste caso ao longo da costa continental Portuguesa. O sistema deve proporcionar aos utilizadores realizar de forma rápida e eficaz, a análise e o processamento dos dados previamente recolhidos, por exemplo através da geração automática de relatórios com estatísticas, histogramas ou outros gráficos de interesse.

Na sua actual versão (SeaWaves 1.0), o sistema permite associar aos dados de agitação marítima recolhidos, não só o local de recolha, mas também as características dos equipamentos de recolha e das entidades envolvidas quer na recolha quer no tratamento dos dados.

Actualmente, o SeaWaves comporta unicamente dados de agitação marítima obtidos a partir de bóias-ondógrafo. Porém, a estrutura estabelecida nesta aplicação possibilita a introdução de outros tipos de dados, nomeadamente dados de reconstituição da agitação marítima (hindcast) e dados visuais (observações de navio ou faróis).

Do ponto de vista do utilizador, a arquitectura adoptada (apresentada na secção seguinte) permite o acesso de vários utilizadores aos dados armazenados e proceder a diferentes tipos de análise em simultâneo. No entanto, o sistema SeaWaves incorpora um controlo de acessos para garantir que apenas os utilizadores autorizados acedam aos dados armazenados. Na prática, existem dois tipos de utilizadores: i) os *utilizadores comuns*, que têm apenas privilégios para realizar análise sobre os dados; ii) os *administradores*, que, para além de poderem fazer o mesmo que os utilizadores comuns, têm privilégios para poder criar novos utilizadores ou eliminar utilizadores existentes. Para aceder ao SeaWaves, cada utilizador tem obrigatoriamente que possuir um par (nome/palavra-chave) registado no sistema.

## 2.2 Arquitectura

O sistema SeaWaves baseia-se numa arquitectura cliente-servidor em que os dados são mantidos num servidor de gestão de base de dados e manipulados pelos utilizadores através de uma aplicação cliente.

A aplicação cliente é instalada no posto de trabalho de cada utilizador e permite, através da sua interface gráfica, manipular os dados de agitação marítima (alturas, direcções e períodos de onda, etc.) existentes no servidor central. Depois de obtidos os dados, a sua análise é realizada unicamente mediante utilização dos recursos computacionais locais. A principal vantagem desta arquitectura é que o processamento computacional mais intenso é feito localmente (no posto de trabalho do utilizador) permitindo o acesso ao servidor da base de dados de um maior número de utilizadores. Outra vantagem desta arquitectura advém do facto de os utilizadores poderem partilhar os dados de agitação marítima. Desta forma, os dados podem ser importados uma única vez; os erros são mais facilmente detectados e corrigidos; a comunicação e discussão de resultados das análises são também facilitadas; etc.. Na prática, estas são as vantagens da não duplicação dos dados e da existência de uma única fonte de dados.

A Figura 1 apresenta a arquitectura do sistema SeaWaves tal como foi descrita acima. Nesta figura, podem identificar-se as duas componentes da arquitectura, ou seja, o servidor de gestão de base de dados (SeaWaves database) e a aplicação cliente (SeaWaves application), neste caso aplicada a 3 utilizadores (user).

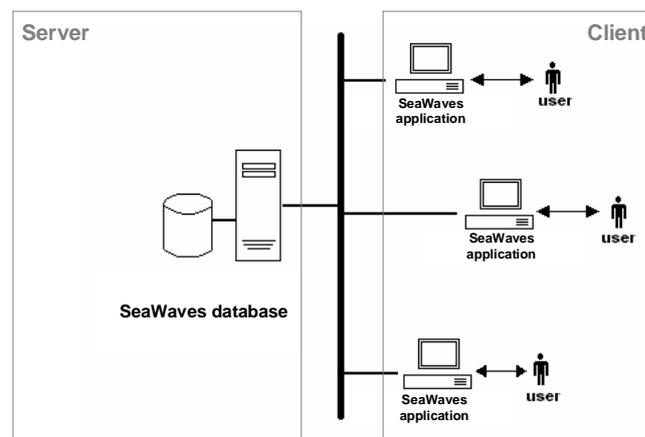


Figura 1 – Arquitectura do sistema SeaWaves

## 2.3 Tecnologias

Como foi referido na secção anterior, o sistema SeaWaves é basicamente constituído por duas componentes: o sistema de gestão de base de dados e a aplicação cliente. Para implementar cada uma destas componentes existe mais do que uma solução tecnológica. No desenvolvimento deste sistema tentou-se utilizar tecnologia de utilização livre de modo a diminuir os custos de implementação.

Assim, no caso do servidor de gestão de base de dados, utiliza-se o *MySQL* ([www.mysql.com](http://www.mysql.com)), ver Widenius e Axmark (2003). Apesar de este servidor ser disponibilizado num regime de código

aberto e utilização livre (*Open Source*) o seu desempenho mostra-se suficiente para a gestão do grande volume de dados de agitação marítima. Na prática, prevê-se que as operações mais realizadas sejam a filtragem e selecção de dados, e só esporadicamente a actualização de dados – adição, alteração, eliminação (operações mais intensas do ponto de vista computacional).

Quanto à aplicação cliente, optou-se pelo seu desenvolvimento em Microsoft™ Visual Basic, ver Halvorson (1998), o que permite integrar a aplicação com ferramentas de grande produtividade, já conhecidas dos potenciais utilizadores, como é o caso do Microsoft™ Office. De facto, os relatórios e gráficos produzidos na análise dos resultados são obtidos usando o Microsoft™ Excel, o qual tem de ser previamente instalado no posto de trabalho do utilizador.

### 3 ESTRUTURA DA BASE DE DADOS

Em geral, em Portugal, e em especial no LNEC, os dados de agitação marítima são obtidos pelo Instituto Hidrográfico e disponibilizados de duas formas: em papel e/ou em formato electrónico (ficheiros do tipo ASCII). Neste último caso, os dados podem ser facilmente importados para o sistema SeaWaves. Actualmente, é apenas possível a importação de dados a partir de ficheiros de texto.

No sistema SeaWaves, os dados armazenados permitem descrever a agitação marítima ao longo do tempo para determinadas zonas geográficas. Assim, os dados de agitação marítima são caracterizados pelos atributos Hs, Hmax, Direcção e Tz já referidos e ainda por um grupo de coordenadas  $(x,y,z,t)$ , em que  $x$ , e  $y$  são as coordenadas geográficas do local de recolha,  $z$  é a profundidade e  $t$  identifica o instante temporal da recolha dos dados. A cada registo de atributos de agitação marítima estão ainda associados os atributos referentes às entidades responsáveis pelo tratamento e pela recolha dos dados de agitação marítima referentes a cada local, bem como os métodos utilizados para esses tratamento e recolha (*e.g. Método directo, Método de Tucker-Draper*, etc., como métodos de tratamento, e *bóia-ondógrafo, Simatha*, etc., como métodos de recolha). A Figura 2 representa a organização, estrutura de relacionamentos e atributos da base de dados do sistema SeaWaves. Nesta figura, os símbolos "1" e "\*" significam, respectivamente, unicidade e multiplicidade de relações entre entidades.

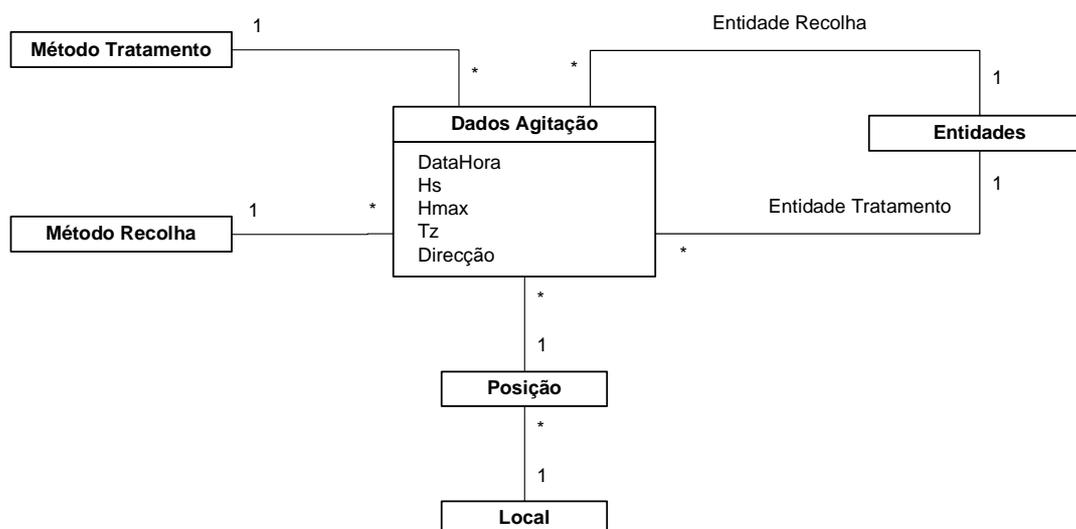


Figura 2 – Modelo de entidades e relacionamentos da base do sistema SeaWaves

## 4 CASOS DE UTILIZAÇÃO

Do ponto de vista do utilizador, interessa identificar os casos de utilização disponibilizados pelo sistema. Os casos de utilização representam as acções ou operações disponíveis que os utilizadores podem executar com a aplicação disponibilizada. Assim, no sistema SeaWaves é possível identificar os seguintes casos de utilização (no futuro outros podem ser adicionados):

- **Autenticação** – quando o utilizador acede ao sistema é-lhe pedida a sua identificação (nome de utilizador e palavra-chave) para autenticação. A autenticação consiste na validação do nome e da respectiva palavra-chave – só após a validação, o utilizador tem acesso às outras funcionalidades descritas abaixo como casos de utilização.
- **Gestão de utilizadores** – é um conjunto de operações que permite aos administradores gerirem os utilizadores e as suas permissões de acesso aos dados.
- **Importação de dados** – esta operação permite importar dados existentes em ficheiros. Os conteúdos destes ficheiros são os atributos dos dados de agitação marítima na ordem definida pelo manual de utilização do sistema SeaWaves.
- **Exportação de dados** – a operação de exportação permite obter os dados existentes no sistema SeaWaves na forma tabular, em ficheiro.
- **Navegação** – é um conjunto de acções que permite ao utilizador filtrar os dados que pretende visualizar. Na prática, através de uma interface gráfica, o utilizador define determinadas condições (definindo o valor de determinados atributos) obtendo os dados de agitação marítima que correspondem a esses atributos. A navegação (filtragem e visualização) é o conjunto de acções mais executado, uma vez que a geração de relatórios ou gráficos é feita para subconjuntos de dados.
- **Gestão de dados** – em complemento à importação de dados a partir de ficheiros, existe um conjunto de operações que possibilita inserir um registo de dados de agitação marítima (definindo cada um dos seus atributos). Também é possível seleccionar (ver *Navegação*) e eliminar registos ou alterar os seus atributos.
- **Imprimir dados** – após a selecção (ver *Navegação*) dos dados pretendidos, é possível gerar e imprimir relatórios com os dados, sob a forma de tabelas.
- **Gráficos** - após a selecção (ver *Navegação*) dos dados pretendidos, é também possível gerar gráficos com os dados seleccionados.

A seguir, nas secções 4.1, 4.2 e 4.3, apresentam-se exemplos de utilização do SeaWaves na determinação de *regimes-de-agitação-marítima-tipo* em que se podem identificar as operações disponibilizadas pelo sistema. Notar que o conteúdo destas secções tem apenas um carácter informativo e exemplificativo da aplicação SeaWaves e não pretende mostrar a totalidade das acções e cuidados necessários a empreender num estudo de agitação marítima concreto.

#### 4.1 Exemplo de aplicação do SeaWaves na determinação do regime geral no Caniçal

Na maioria dos estudos de engenharia costeira ou portuária num determinado local, é necessário conhecer as características da agitação marítima (alturas, direcções e períodos) e os resultados de medições ou observações nesse local durante um determinado período de tempo. A compilação desses dados permitirá definir o chamado *regime geral de agitação marítima* observado no local. Com a ajuda da aplicação SeaWaves, este procedimento é simples.

Assim, por exemplo, para obter o regime de agitação marítima com base em dados observados numa bóia-ondógrafo estacionada em frente ao Caniçal, na Ilha da Madeira, as etapas principais conducentes à determinação deste tipo de regime de agitação são as seguintes:

- a) Iniciar a aplicação SeaWaves;
- b) Seleccionar todos os dados referentes ao local Caniçal. Para isso:
  - o Seleccionar o campo **Location** e atribuir: MADEIRA
  - o Seleccionar o campo **Position** e atribuir: MA/CANICAL
  - o Seleccionar o campo **Method for data collection** e atribuir: ALL
  - o Seleccionar o campo **Method for data Treatment** e atribuir: ALL
  - o Seleccionar o campo **Entity for data collection** e atribuir: ALL
  - o Seleccionar o campo **Entity for data Treatment** e atribuir: ALL
- c) Clicar em **Show** para visualizar o resultado da consulta, ver Figura 3. Deste modo, são visualizados todos os dados referentes ao local CANICAL introduzidos na base de dados;
- d) Clicar em **Chart View** para visualizar, em modo gráfico, o resultado da consulta, sob a forma de um histograma de ocorrências de Hs e Hmax, por exemplo, Figura 4. Idênticas figuras podem ser obtidas para os parâmetros Tz e  $\Theta$ . Este modo gráfico permite analisar e tirar conclusões de forma fácil e rápida sobre o regime de agitação marítima na zona do Caniçal;
- e) Se for necessário imprimir os resultados, premir o botão **Print**;
- f) Se for necessário guardar os resultados em ficheiro, premir o botão **Save As** e indicar o nome desse ficheiro.

Location	Position	Year	Month	Day	Hour	Hs	Hmax	Tz	Direction
MADEIRA	MA/CANICAL	1999	01	03	03	0.56	1.01	4.30	112
MADEIRA	MA/CANICAL	1999	01	03	00	0.57	1.01	4.70	115
MADEIRA	MA/CANICAL	1999	01	02	21	0.53	0.97	4.70	111
MADEIRA	MA/CANICAL	1998	01	02	15	0.64	0.98	5.10	109
MADEIRA	MA/CANICAL	1998	01	02	18	0.52	1.00	4.40	108
MADEIRA	MA/CANICAL	1998	01	02	21	0.53	0.97	4.70	111
MADEIRA	MA/CANICAL	1998	01	02	00	0.57	1.01	4.70	115

Figura 3 – Resultado da consulta de todos os dados existentes no Caniçal, sob a forma de tabela.

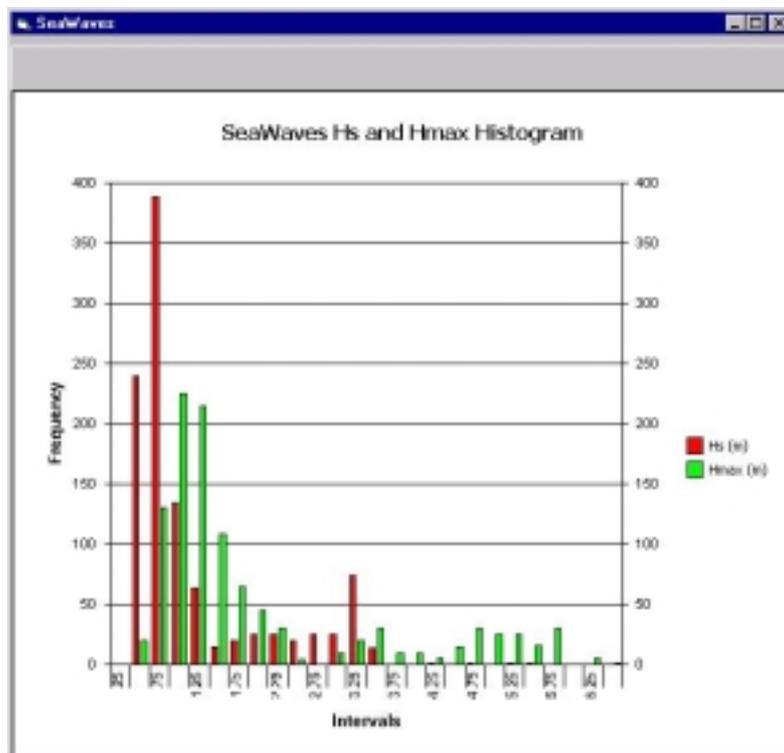


Figura 4 – Histogramas de Hs e Hmax obtidos com base na consulta de todos os dados existentes no Caniçal (modo gráfico).

## 4.2 Exemplo de aplicação do SeaWaves na determinação do regime de extremos no Caniçal

Neste tipo de problemas, com interesse, nomeadamente, para o dimensionamento estrutural de estruturas marítimas e portuárias, é habitual pretender-se à obtenção de um regime de agitação marítima com base numa amostra de extremos de alturas de onda (normalmente, de Hs ou de Hmax) realizada com base na análise de valores extremos (geralmente, máximos anuais ou máximos de temporais independentes). A este tipo de regime chama-se *regime de extremos de agitação marítima*. Para este trabalho, a título de exemplo, vai determinar-se uma amostra de extremos construída a partir dos dados observados na bóia do Caniçal.

Para a determinação do regime de extremos num dado local utilizando o chamado *Método dos Máximos Anuais* (Maximum Yearly Method), é necessário determinar o valor máximo da altura significativa de onda em cada ano de observação, com associação dos respectivos valores de altura máxima, período médio e direcção de onda. Com estes valores, é construída uma tabela, a qual possibilitará a definição da amostra de extremos necessária à determinação do regime de extremos de agitação marítima no Caniçal.

Com a aplicação SeaWaves, as etapas principais conducentes à determinação da amostra de extremos necessária a este tipo de regime de agitação são as seguintes:

- a) Iniciar a aplicação SeaWaves;
- b) Seleccionar os dados referentes ao local CANIÇAL. Para isso:
  - o Seleccionar o campo **Location** e atribuir: MADEIRA
  - o Seleccionar o campo **Position** e atribuir: MA/CANICAL
- c) Realizar a seguinte selecção, para cada ano de observação:

c.1) Seleccionar

<b>From:</b>		<b>Until:</b>	
Year:	<b>1998;</b>	Year:	<b>1998;</b>
Month:	<b>JAN;</b>	Month:	<b>DEZ;</b>
Day:	<b>01;</b>	Day:	<b>31;</b>
Hour:	<b>00:00</b>	Hour:	<b>23:59</b>

Deste modo, são seleccionados todos os dados de agitação marítima referentes ao ano de 1998.

- c.2) Seleccionar o valor máximo de Hs nesse ano. Se este for superior à altura de definição de temporal estabelecida previamente para o local em consideração (p. ex., considera-se, por norma, que há condições de temporal na costa oeste portuguesa quando Hs é superior a 5 m). Neste exemplo, considera-se que há temporal na Madeira quando Hs é superior a 3.5 m. Assim:

**Hs(m):**            **From:** 3.5

Na Figura 5 surgem então os dados de agitação marítima correspondentes ao ano de 1998, no Caniçal, cuja altura significativa (Hs) é superior a 3.5 m.

Location	Position	Year	Month	Day	Hour	Hs	Hmax	Tz	Direction
MADEIRA	MA/CANICAL	1998	08	16	19	3.75	6.15	7.00	209

Location: MADEIRA Position: MA/CANICAL

Date: From: 1998 JAN 01 00 until: 1998 DEZ 31 23

Hs (m): From: 3.5 until: [ ]

Hmax (m): From: [ ] until: [ ]

Tz (s): From: [ ] until: [ ]

Direction(°): From: [ ] until: [ ]

Method for data collection: ALL Entity for data collection: ALL

Method for data Treatment: ALL Entity for data Treatment: ALL

Buttons: Save As, Print, Chart View, Report View, Clean, Show

Figura 5 – Resultado da consulta por ano dos dados de agitação marítima no Caniçal.

- c.3) Se for necessário imprimir o resultado, premir o botão **Print**;
- c.4) Se for necessário guardar os resultados em ficheiro, premir o botão **Save As** e indicar o nome desse ficheiro.
- d) Voltar a c) para a determinação do valor máximo de Hs no novo ano.
- e) Construir, com os valores máximos de altura significativa correspondentes a cada ano de observação, um quadro do seguinte tipo:

Quadro 1 – Valor máximo de Hs de cada ano, no Caniçal.

Ano	Hs (m)	Hmax (m)	Tz (s)	Direcção (°)
1998	3.5	6.15	7	209
1999	4.66	5.44	4.6	113
2000	5.23	6.26	4.1	193
2001	5.33	6.15	7	209
2002	4.17	5.38	6.8	214

A análise de extremos poderá ser realizada a partir de uma amostra de extremos de Hs retirada deste quadro. Notar, porém, que esta amostra, de tamanho 5, retirada deste exemplo, é claramente insuficiente para a determinação de valores extremos de agitação marítima com vista ao dimensionamento de uma obra marítima. Neste trabalho, recorde-se, surge apenas como exemplo de aplicação.

### 4.3 Exemplo de aplicação do SeaWaves na determinação do regime médio no Caniçal

Um outro tipo de problema usual em engenharia costeira, com interesse, por exemplo, em estudos de morfodinâmica de praias, é o chamado *regime médio de agitação marítima*. Este regime é produzido a partir do cálculo de médias, por mês, dos parâmetros Hs, Hmax, Tz e Direcção. Assim, para o conjunto de dados num dado local, seleccionam-se os valores de Hs, Hmax, Tz e Direcção correspondentes aos diversos meses do ano (Janeiro, por exemplo), com os quais se efectuam as respectivas médias (e desvios-padrão, se necessário). Obtêm-se assim os valores médios de Hs, Hmax, Tz e Direcção para todos os meses. O conjunto das médias dos parâmetros Hs, Hmax, Tz e Direcção para os doze meses constitui o regime médio de um dado local.

Com a aplicação SeaWaves apresentam-se de seguida as etapas necessárias para a determinação do regime médio no Caniçal, por exemplo:

- a) Iniciar a aplicação SeaWaves;
- b) Seleccionar os dados referentes ao local CANIÇAL. Para isso:
  - Seleccionar o campo **Location** e atribuir: MADEIRA
  - Seleccionar o campo **Position** e atribuir: MA/CANICAL
- c) Seleccionar os dados referentes a cada mês de observação no Caniçal:
  - Seleccionar o campo **Month** e atribuir: JAN (por exemplo). Surgem então os dados no Caniçal correspondentes ao mês de Janeiro, Figura 6. Procede-se de modo idêntico para os restantes meses.
  - Se for necessário imprimir o resultado, premir o botão **Print**.
- d) Guardar em ficheiro os resultados atrás obtidos. Para isso, premir o botão **Save As** e indicar o um nome para esse ficheiro.
- e) Voltar a c) para efectuar novos cálculos para um novo mês.

The screenshot shows a software window titled 'Wave Data'. It contains a table with columns: Location, Position, Year, Month, Day, Hour, Hs, Hmax, Tz, and Direction. The table lists several data points for 'MADEIRA' at 'MA/CANICAL' in 1999. Below the table are various input fields for filtering data, including dropdown menus for Location (MADEIRA) and Position (MA/CANICAL), date ranges (From/Until) for Year, Month, Day, and Hour, and numerical input fields for Hs (m), Hmax (m), Tz (s), and Direction (\*). There are also dropdown menus for 'Method for data collection' and 'Method for data Treatment', both set to 'ALL'. At the bottom, there are buttons for 'Save As', 'Print', 'Chart View', 'Report View', 'Clear', and 'Exit'.

Figura 6 – Resultado da consulta dos dados de agitação marítima no Caniçal, no mês de Janeiro.

Após a produção dos ficheiros construídos de acordo com as alíneas a) a d), para cada mês do ano, deverá ser feita a importação para a aplicação Excel. Nessa aplicação, efectuar a média mensal dos parâmetros Hs, Hmax, Tz e Direcção. Para o caso do campo Direcção, o cálculo da média não é trivial: utiliza-se, para esse efeito, não a fórmula habitual de cálculo de média aritmética, mas antes uma fórmula de cálculo de média circular adaptada ao tipo de parâmetro. O resultado final para os parâmetros Hs, Hmax e Tz é apresentado no quadro seguinte.

Quadro 2 - Médias mensais de Hs, Hmax e Tz no Caniçal.

Mês	Hs (m)	Hmax (m)	Tz (s)
Janeiro	0.556	0.960	4.767
Fevereiro	0.695	1.184	4.633
Março	0.648	1.155	4.960
Abril	0.323	0.540	6.020
Mai	1.220	2.083	5.680
Junho	1.021	1.816	5.913
Julho	2.699	4.489	6.008
Agosto	2.737	4.677	6.733
Setembro	0.943	1.598	5.113
Outubro	0.577	1.002	4.137
Novembro	0.795	1.319	4.343
Dezembro	0.576	0.978	4.697

O regime médio de agitação marítima no Caniçal poderá ser definido a partir dos resultados constantes desta tabela.

## 5 CONCLUSÕES

Nesta comunicação descreveu-se o sistema informático SeaWaves que se destina ao armazenamento e à gestão dos dados de agitação marítima existentes no LNEC referentes a vários locais da costa portuguesa. O sistema baseia-se numa solução do tipo cliente-servidor. Os dados são mantidos num servidor de gestão de base de dados e manipulados pelos utilizadores através de uma aplicação cliente com interface gráfica específico.

O sistema SeaWaves foi aplicado na determinação de elementos (amostras de dados) necessários à determinação de diferentes regimes de agitação marítima, usualmente pedidos em estudos de engenharia portuária e costeira. Desta utilização do sistema constatou-se a facilidade da selecção de dados de agitação marítima e da geração de relatórios com listas ou gráficos de estatísticas.

Como trabalho futuro de modo a tornar mais versátil o sistema SeaWaves, será necessário:

- Acrescentar funções de cálculo externas para os regimes observado, médio e de extremos, evitando a necessidade de recorrer à aplicação Microsoft™ Excel;
- Acrescentar novos formatos de importação e exportação de dados;
- Acrescentar mensagens de ajuda quando se efectuam determinadas operações;
- Permitir o acoplamento da base de dados de agitação marítima existente com outra base dados (ANOSOM) referente à observação sistemática de obras marítimas em curso no LNEC;
- Permitir a escolha do idioma da aplicação (Inglês, Português e Francês).

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos técnicos experimentadores Franklin Carvalho e Branca Branco pelo apoio na revisão do texto. Este trabalho insere-se no âmbito dos programas de investigação programada do LNEC, PIP 2001-2004, nomeadamente *Modelação da agitação marítima e correntes e Tecnologias avançadas de tratamento de informação em hidráulica e ambiente*.

## BIBLIOGRAFIA

SOUSA, Rui Mauro; SANTOS, Maria A. - MacauWaves V2.0. User´s Manual. Report 340/02 – GHI. Lisboa: LNEC, Dezembro 2002.

CARVALHO, Manuel Mendes de – Valores Extremos de Agitação Marítima. Relatório 259/93 – NPP. Lisboa: LNEC, Novembro 1993.

HALVORSON, Michael - Microsoft Visual Basic Professional passo a passo. Lisboa: McGraw-Hill, 1998. ISBN 972-773-031-0. 634p.

WIDENIUS, Michael; AXMARK, David – MySQL Reference Manual. Disponível na Internet: <http://www.mysql.com/doc/en/index.html>, 2003.