

# A QUALIDADE AO SERVIÇO DAS MARÉS

---

---

**Pedro Miguel Leito dos Santos**

Provas submetidas à obtenção do grau de Mestre em Qualidade,  
Ambiente e Segurança

Julho de 2013



Instituto Superior de Educação e Ciências



# **INSTITUTO SUPERIOR DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS**

Provas para a obtenção do grau de Mestre em Qualidade, Ambiente e  
Segurança

## **A QUALIDADE AO SERVIÇO DAS MARÉS**

Autor: **Pedro Miguel Leito dos Santos**

Orientador: **Mestre Luís Saleiro**

Co-Orientador: **Mestre João Ruivo**

Julho de 2013

(Versão Final)



*Dedico este trabalho ao meu pai e avós, que mesmo não estando entre nós, fizeram com que as saudades que sinto por eles, transformassem em forças, os momentos de maior fraqueza e desespero na conclusão desta dissertação.*



## **AGRADECIMENTOS**

Aos professores do ISEC, que lecionaram durante o 3º Curso de GIQAS, que me dotaram das ferramentas necessárias para a elaboração deste trabalho.

Ao meu Orientador Mestre Luís Saleiro, pela dedicação, competência, empenho e paciência dedicados ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Ao meu Co-Orientador Mestre João Ruivo, pela mesma dedicação, competência, empenho e paciência dedicados ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Aos colegas do ISEC, pelas horas de estudo, amizade e parceria.

Ao amigo Vitor Gonçalves, pelos constantes incentivos e apoios, desde o início do curso.

Aos meus familiares e amigos, pelo apoio e presença nos momentos mais difíceis. Estas pessoas contribuíram na leitura do trabalho e nas sugestões apresentadas. Também este apoio foi fundamental.

Finalmente, agradeço a todas as pessoas que de forma direta ou indireta deram a sua contribuição, mas que não são aqui mencionadas, mas que estarão sempre presentes na minha memória



## RESUMO

O estudo das marés na Costa Portuguesa é uma das missões mais importantes do Instituto Hidrográfico, pois associado ao trabalho realizado no âmbito da Hidrografia constitui uma informação vital para a segurança da Navegação. Tem-se vindo a assistir a um interesse crescente por esta matéria por parte da comunidade científica e dos agentes responsáveis por obras portuárias. Na base do estudo das marés está a aquisição de dados, bem como o seu controlo de qualidade. Face aos constantes avanços tecnológicos os procedimentos a adotar estão em contínua reformulação e são exigidas técnicas de validação sempre mais sofisticadas. Este trabalho visa criar Normas Técnicas e Procedimentos de Trabalho na Equipa multidisciplinar de manutenção do Instituto Hidrográfico, que tem como campo de trabalho a implementação de projetos e manutenção de equipamentos maregráficos. Como o Instituto Hidrográfico tem a sua Tabela de Marés certificada, este trabalho pretende mostrar, que com a criação destas Normas e Procedimentos, conseguimos melhorar a qualidade dos trabalhos a executar, através da implementação de Procedimentos de melhoria contínua que visam o aumento da qualidade dos dados pelos equipamentos instalados. Deixaremos de ter apenas uma Tabela de Marés certificada, para passarmos a ter também um processo a montante, todo ele assente em regras uniformes de execução que nos mostrará um aumento da qualidade dos dados obtidos e assim uma melhoria do produto final, que será a Tabela de Marés anual. A estrutura do trabalho inicia-se na identificação da empresa (Instituto Hidrográfico), identificação do Gabinete Técnico (Serviço ao qual pertence a Equipa multidisciplinar de manutenção), normas e procedimentos de trabalho a aplicar, identificação dos locais onde os dados irão ser adquiridos (Porto da Nazaré e Peniche) e equipamentos de estudo, controle e calibrações dos equipamentos, dados obtidos antes e depois e análise destes para conclusão final. Podemos concluir que o objetivo final será demonstrar que, ao colocarmos a qualidade ao serviço da instalação e manutenção, esta será refletida, numa melhor qualidade dos dados e numa melhor previsão da maré a obter.

**Palavras – Chave:** Maré; Marégrafo; Tabela de Marés, Qualidade, Fiabilidade

## **ABSTRACT**

The tide study in the Portuguese coast is one of the most important missions of the Hydrographic Institute, associated to the work done in the area of the Hydrography is a vital information for the navigation safety. The scientific community and the agents responsible for harbor construction have a growing interest on this matter as well. The obtained data and its quality control are the basis of the tide study. Due to permanent technologic developments the procedures are in constant formulation and the validation technics are every day more sophisticated. This work aims the creation of Technical Rules and Working Procedures for the Maintenance Multidisciplinary Team of the Hydrographic Institute, which work is the project implementation and the maintenance of tide equipment. As the Hydrographic Institute has a certified Tide Chart, this work wants to demonstrate that the quality of the work to be done can be improved with the establishment of these Rules and Procedures, by implementing improved procedures which will raise the quality of the data thanks to the installed equipment. Besides the certified Tide Chart we will have as well a upstream procedure based in constant rules of execution that will certainly bring us an increase in the quality of the obtained data and consequently an improvement in our final product, which is the annual Tide Chart. The working structure starts with the company identification (Hydrographic Institute), the Technical Bureau identification (belonging to the Maintenance Multidisciplinary Team), working rules and procedures to apply, identification of the places where the data will be taken (Nazaré and Peniche harbor) and study equipment, equipment control and its calibration, data obtained before and after and its analysis for the final conclusions. According to the above mentioned, we can conclude that our final aim will be to demonstrate that if we have a high level on maintenance and installation we will have a better quality of data and as a consequence better forecast of the tide we want to obtain.

**Key-Words:** Tide; Tide Equipment; Tide Chart, Quality, Reliability

## ÍNDICE

<b>Capítulo I – Introdução</b>	1
1.1 Apresentação da Estrutura do Estudo	1
<b>Capítulo II – Contextualização Geral do Tema</b>	3
2.1 Maré	3
2.1.1 Introdução à Medição Nível de Maré	4
2.1.2 Observação e Leitura de Marés	5
2.1.3 Níveis de Maré e Planos de Referência	7
2.2 Rede Maregráfica Portugal Continental e Ilhas	9
2.2.1 Diagrama Rede Maregráfica Nacional	10
2.3 Tratamento dos Dados de Maré	12
2.4 Nivelamentos Geométricos dos Marégrafos	13
<b>Capítulo III – A Instituição e seus objetivos</b>	15
A Instituição (Instituto Hidrográfico)	15
3.1. Estrutura Organizativa da Divisão DA/SE/EMM	16
3.2 Manutenção executada pela equipa EMM e seus objetivos	17
<b>Capítulo IV – Equipamentos em Análise</b>	21
4.1 Equipamento Sensor de Pressão Hidroestático	21
4.2 Equipamento Radar Vega	23
4.3 Estação Maregráfica Completa	24
4.3.1 Definição de estação maregráfica	24

4.3.1.1 Estação Maregráfica – Tipo 1	25
4.3.1.2 Estação Maregráfica – Tipo 2	25
4.4 Estações maregráficas principais	26
4.5 Estações maregráficas em estudo para a Dissertação	27
<b>Capítulo V – Documentos para Controle da Qualidade das Estações</b>	29
5.1 Relatório de Missão das Estações Maregráficas	29
5.2 Folha Campo	30
5.2.1 Elaboração da Folha de Campo em cada Missão	30
5.3 Calibrações/Aferições dos Sensores	31
5.3.1 Critérios Calibração	31
5.3.2 Certificados de Calibração	32
5.4 Documento para registo do Nivelamento das Estações Maregráficas	33
5.5 Relatório de Observador da Estação	34
5.6 Procedimentos e Normas para a Rede Maregráfica Nacional	34
5.6.1 Procedimento de Trabalho-Lançamento de Marégrafos de Campanha	35
5.6.2 Procedimento de Trabalho-Controle de Funcionamento de Marégrafo de Flutuador	35
5.6.3 Procedimento de configuração do equipamento Thales	35
<b>Capítulo VI – Introdução ao Tratamento de dados</b>	37
6.1. Nível Médio, Maré e Análise Harmónica	37
6.1.1 Princípios e Fenómeno da Maré	37
6.1.2 Generalidades sobre Marés	37
6.2 Nível Médio	40

6.3 Análise em Frequência	43
6.4 Análise Harmónica	43
6.5 Dados Obtidos e Graficados	44
6.5.1 Dados Iniciais Radar /Sensor Pressão de Peniche com Previsões	44
6.5.2 Dados de Peniche	45
6.5.3 Dados Radar Vega (1º Semestre de 2012) - Nazaré e Peniche	46
6.5.4 Dados Radar Vega (2º Semestre de 2012) - Nazaré e Peniche	47
<b>Capítulo VII – Conclusão Final</b>	49
7.1 Conclusões Finais em Função dos Dados Obtidos	49
<b>Bibliografia</b>	53
<b>ANEXO 1 – Estações Maregráficas em estudo</b>	55
Anexo 1.1 – Primeira Estação de Testes Instalada em Peniche	56
Anexo 1.2 – Estação Maregráfica Principal de Peniche	64
Anexo 1.3 – Estação Maregráfica Principal da Nazaré	75
<b>ANEXOS A – Documentos Elaborados para Controle e Registo da Qualidade</b>	85
Anexo A1 – Relatório de Missão	86
Anexo A2 – Folha de Campo	91
Anexo A3 – Folha de Leitura de Nivelamentos	94
Anexo A4 – Folha Esquemática de Nivelamentos	96
Anexo A5 – Relatório do Observador	98

<b>ANEXOS B – Procedimentos Elaborados no Âmbito da Qualidade para Equipamentos Maregráficos. Rede Maregrafia Nacional</b>	<b>101</b>
Anexo B1 – Lançamento de Marégrafos de Campanha	102
Anexo B2 – Marégrafo de Flutuador	143
Anexo B3 – Equipamento Maregráfico Thales	149
<b>ANEXOS C – Configurações, Programas e Certificados de Calibração</b>	<b>163</b>
Anexo C1 – Configuração do Equipamento Radar Vega	164
Anexo C2 – Programa em Matlab para Tratamento de Dados Obtidos	166
Anexo C3 – Certificados de Calibração	173

## ÍNDICE de FIGURAS

<b>Figura 1 -</b>	Abrigo Maregráfico Permanente	4
<b>Figura 2 -</b>	Exemplo gráfico da curva de maré de um porto	6
<b>Figura 3 -</b>	Níveis de maré e Planos de referência	7
<b>Figura 4 -</b>	Rede Maregráfica Açores	9
<b>Figura 5 -</b>	Rede Maregráfica Madeira	9
<b>Figura 6 -</b>	Rede Maregráfica Nacional	10
<b>Figura 7-</b>	Fluxograma do Controlo da Qualidade	11
<b>Figura 8 -</b>	Nivelamento de sensor de pressão	14
<b>Figura 9 -</b>	Capa Tabela Marés	14
<b>Figura 10 -</b>	Estrutura Organizativa	16
<b>Figura 11-</b>	Sensor pressão	22
<b>Figura 12 -</b>	Sensor instalado dentro de água	22
<b>Figura 13 -</b>	Radar VEGA	23
<b>Figura 14 -</b>	Logger de controlo	23
<b>Figura 15 -</b>	Estação Permanente	25
<b>Figura 16 -</b>	Estação Temporária	25
<b>Figura 17-</b>	Análise em frequência dos dados de maré	38
<b>Figura 18 -</b>	Visualização gráfica dos vectores representativos de cada constituinte para vários períodos de dados	39
<b>Figura 19 -</b>	Nível médio do mar determinado através do filtro de Doodson	42
<b>Figura 20 -</b>	1º serie de dados com previsões/observações/desvios	44

<b>Figura 21 -</b>	1º serie de dados Radar/Druck	45
<b>Figura 22 -</b>	Dados do Radar Vega no 1º semestre de 2012	46
<b>Figura 23 -</b>	Dados do Radar Vega no 2º semestre de 2012	47

## ÍNDICE de TABELAS

<b>Tabela 1 -</b>	Plano de Manutenção Preventiva 2012 (Rede Maregráfica Nacional)	18
<b>Tabela 2 -</b>	Intervenções efetuadas em 2012	19
<b>Tabela 3 -</b>	Equipamentos Instalados, nas Estações de Testes	33