



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

Relatório / Nota Técnica:

SIGILOSO

RESERVADO

s/classificação

PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO DA HIDRODINÂMICA DAS DRAGAGENS DA ZONA SUPERIOR DA LAGOA DE ÓBIDOS

Nota Técnica 1 – Planeamento

Agência Portuguesa do Ambiente

Lisboa • junho 2021

I&D HIDRÁULICA E AMBIENTE

NOTA TÉCNICA **000/2021** – **DHA/NEC**

Título

PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO DA HIDRODINÂMICA DAS DRAGAGENS DA ZONA SUPERIOR DA LAGOA DE ÓBIDOS

Nota Técnica 1 – Planeamento

Autoria

DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E AMBIENTE

Ana Rodrigues Rilo

Técnica Superior, Núcleo de Estuários e Zonas Costeiras

Luís Portela

Investigador Auxiliar, Núcleo de Estuários e Zonas Costeiras

Paula Freire

Investigadora Auxiliar, Núcleo de Estuários e Zonas Costeiras

André B. Fortunato

Investigador Principal com Habilitação, Núcleo de Estuários e Zonas Costeiras

Alberto Azevedo

Investigador Auxiliar, Núcleo de Estuários e Zonas Costeiras

Copyright © Laboratório Nacional de Engenharia Civil, I. P.
Av. do Brasil 101 • 1700-066 Lisboa
e-mail: Inec@Inec.pt
www.Inec.pt

Nota Técnica xxx/2021

Proc. 0604/1201/22751

PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO DA HIDRODINÂMICA DAS DRAGAGENS DA ZONA SUPERIOR DA LAGOA DE ÓBIDOS

Nota Técnica 1 – Planeamento

Resumo

É descrito o planeamento do *Programa de Monitorização da Hidrodinâmica das Dragagens da Zona Superior da Lagoa de Óbidos*. No âmbito deste programa, prevê-se a execução de um conjunto de trabalhos de monitorização e a análise dos seus resultados, com o objetivo de acompanhar a evolução das condições hidrodinâmicas e morfológicas da Lagoa de Óbidos durante a realização de uma empreitada de dragagens na sua zona superior, nas fases de pré-obra, obra e pós-obra.

Palavras-chave: Hidrodinâmica / Níveis de maré / Levantamentos topo-hidrográficos

HYDRODYNAMIC MONITORING PROGRAMME OF THE DREDGING OF THE UPPER ZONE OF ÓBIDOS LAGOON

Technical Note 1 – Planning

Abstract

The planning of the *Hydrodynamic monitoring programme of the dredging of the upper zone of Óbidos lagoon* is described. Within the scope of this programme, a set of monitoring and data interpretation activities are foreseen, with the objective of assessing the hydrodynamic and morphosedimentary evolution of Óbidos lagoon before, during and after the execution of dredging works in the upper zone.

Keywords: Hydrodynamics / Tide levels / Topo-hydrographic surveys

Índice

1	Introdução	1
	1.1 Enquadramento.....	1
2	Desenvolvimento dos trabalhos	3
	2.1 Organização das tarefas	3
	2.2 Tarefa 1. Situação de referência.....	4
	2.3 Tarefa 2. Monitorização	4
	2.3.1 Dados e parâmetros a monitorizar	4
	2.3.2 Níveis de maré no interior da lagoa.....	4
	2.3.3 Topo-hidrografia.....	5
	2.3.4 Fotografia aérea vertical e imagens de satélite	5
	2.4 Tarefa 3. Interpretação e recomendações.....	5
3	Considerações finais	7

Índice de figuras

Figura 1.1 – a) Localização da Lagoa de Óbidos no contexto da costa ocidental portuguesa; b) Lagoa de Óbidos. Créditos: World Imagery - Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community.....	1
Figura 2.1 – Programação do plano de monitorização	3

1 | Introdução

1.1 Enquadramento

A Lagoa de Óbidos localiza-se na costa ocidental portuguesa (39°25'N, 09°13'W; Figura 1.1a) entre o promontório da Nazaré e o Cabo Carvoeiro, a sul da localidade de Foz do Arelho (Figura 1.1b). Do ponto de vista administrativo pertence ao concelho de Caldas da Rainha (a norte) e ao concelho de Óbidos (a sul).

A lagoa tem uma forma alongada, de orientação geral NW-SE, e a sua ligação ao mar é feita através de um canal de maré divagante (vulgarmente conhecido por “aberta”) que corta o cordão litoral arenoso. Apresenta uma área de 6,9 km² e uma profundidade média de 3 m.

Do ponto de vista morfológico e sedimentar distinguem-se duas zonas diferentes na lagoa, uma inferior e outra superior.

A zona inferior estende-se desde a embocadura até cerca de 2 km para montante, caracterizando-se por intensa variabilidade morfológica que resulta da ação das marés e da agitação marítima e pela preponderância de sedimentos arenosos.

A zona superior compreende a área mais interior da lagoa, que se prolonga pelos dois braços principais, o Braço da Barrosa (margem direita), o Braço do Bom Sucesso (margem esquerda) e a foz do rio Real na zona central (Figura 1.1b). Nesta zona superior, o sedimento superficial evidencia um aumento da fração fina, silto-argilosa.



Figura 1.1 – a) Localização da Lagoa de Óbidos no contexto da costa ocidental portuguesa; b) Lagoa de Óbidos.
Créditos: World Imagery - Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Com o objetivo de contrariar o progressivo assoreamento da Lagoa de Óbidos e de melhorar a sua qualidade ambiental, a Agência Portuguesa do Ambiente, I.P. (APA) tem vindo a executar intervenções na lagoa, de forma faseada, com base num Plano de Gestão Ambiental elaborado pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil, I.P. (LNEC). Após a intervenção na zona inferior realizada em 2015, vão agora iniciar-se dragagens na zona superior.

Na sequência da emissão da Declaração de Impacte Ambiental (DIA) e da Decisão de Conformidade Ambiental do Projeto de Execução (DCAPE) das Dragagens da Zona Superior da Lagoa de Óbidos, torna-se necessário proceder à monitorização da hidrodinâmica do funcionamento da lagoa nas áreas de afetação direta e indireta, nas fases de pré-obra, obra e pós-obra.

Para o efeito, a APA celebrou com o LNEC, em 15 de março de 2021, um contrato interadministrativo de cooperação relativo à monitorização da hidrodinâmica das dragagens da zona superior da Lagoa de Óbidos

A presente nota técnica descreve o planeamento referente a esse programa de monitorização.

O programa de monitorização tem os seguintes objetivos:

- a) acompanhar a evolução da lagoa, nomeadamente através da monitorização da evolução da morfologia das zonas emersas e imersas, da topo-hidrografia e posição dos canais e das bacias, da barra e do cordão dunar frontal e da faixa costeira adjacente à lagoa na zona de deposição dos sedimentos;
- b) avaliar os padrões de sedimentação ao longo da execução do projeto, de forma a estimar os volumes das dragagens de manutenção;
- c) identificar a existência e/ou a tendência para a alteração do equilíbrio lagunar, detetando atempadamente situações críticas de assoreamento e antecipando a necessidade de intervenções corretivas;
- d) definir ações ou medidas a tomar, no imediato ou no futuro, de forma a que os fatores geradores de impactes negativos sejam minimizados ou atempadamente corrigidos.

2 | Desenvolvimento dos trabalhos

2.1 Organização das tarefas

O estudo encontra-se organizado em 3 tarefas principais: *Tarefa 1 – Caracterização da situação de referência*, na fase de pré-obra; *Tarefa 2 - Monitorização*, que inclui a aquisição de níveis de maré no interior da lagoa, de dados topo-hidrográficos e de fotografias aéreas e imagens de satélite; *Tarefa 3 – Análise dos resultados, interpretação e recomendações*,

O programa de monitorização tem como objeto a zona superior da Lagoa de Óbidos, diretamente afetada, mas também o restante corpo lagunar, a barra e o cordão litoral, e a faixa costeira adjacente à lagoa na zona de deposição dos sedimentos dragados. O período de execução do programa de monitorização totaliza 2 anos e 4 meses (850 dias), iniciando-se dois meses antes do início da execução da obra (que se prevê possa durar 12 meses) e terminando 14 meses após a conclusão desta (Figura 2.1).

	PRÉ-OBRA	OBRA						PÓS-OBRA						
Tarefas / Bimestre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
T1 Situação de referência														
T2 Monitorização														
<i>Níveis de maré</i>														
<i>Levantamentos topo hidrográficos</i>														
<i>Fotografia aérea vertical</i>														
<i>Imagens de satélite</i>														
T3 Interpretação e recomendações														

Figura 2.1 – Programação do plano de monitorização

Tendo em conta a extensão do programa de monitorização e a sua divisão em fases de pré-obra, obra e pós-obra, serão produzidos os seguintes entregáveis:

- Nota técnica 1 – Planeamento;
- Relatório 1 – Fase de pré-obra (um mês após a sua conclusão);
- Relatório 2 – Fase de obra (um mês após a sua conclusão);
- Relatório 3 – Fase de pós-obra.

2.2 Tarefa 1. Situação de referência

O estabelecimento da situação de referência terá por base o levantamento topo-hidrográfico inicial das zonas inferior, média e superior da lagoa e faixa costeira adjacente na área de deposição dos sedimentos, incluindo o cordão litoral, embocadura e margens adjacentes da lagoa, abrangendo a totalidade do Domínio Público Hídrico, que será fornecido pela APA.

2.3 Tarefa 2. Monitorização

2.3.1 Dados e parâmetros a monitorizar

O programa de monitorização inclui a medição e/ou aquisição dos seguintes dados e parâmetros:

1. Níveis de maré no interior da lagoa;
2. Topo-hidrografia;
3. Fotografia aérea vertical e imagens de satélite.

Por forma possibilitar uma análise comparativa da evolução da lagoa e costa adjacente ao longo do período de monitorização serão compilados documentos históricos e cartográficos, que se encontrem disponíveis, nomeadamente os relativos às campanhas de monitorização realizadas pelo LNEC no passado. Ainda, durante a execução do estudo serão compilados os dados de agitação marítima medidos pela bóia ondógrafo do Instituto Hidrográfico, situada na Nazaré (Boia Monican02 - CSA88/2), cujos dados são públicos. Esta recolha ficará condicionada à disponibilização dos referidos dados na página respetiva (<https://monican.hidrografico.pt/boias.nazare>). Serão também coligidos elementos sobre o nível do mar através de marégrafos próximos (e.g., Cascais, Peniche, Nazaré) e/ou sistemas de previsão oceanográficos.

A equipa do LNEC efetuará visitas ao local quando tal se justificar para acompanhamento do estudo de monitorização.

2.3.2 Níveis de maré no interior da lagoa

Será obtida uma série temporal dos níveis de maré no interior da lagoa por forma a possibilitar a compreensão da evolução da hidrodinâmica de maré tendo em conta as alterações da configuração batimétrica devida às dragagens.

A medição dos níveis de maré será efetuada através da instalação de um marégrafo junto à ponte-cais da Foz do Arelho, local anteriormente usado em campanhas realizadas em 2000 e 2004 e na monitorização das dragagens da zona inferior da lagoa em 2015 e 2016. A medição dos níveis da superfície livre será efetuada em contínuo, com aquisição minuto a minuto e disponibilização em tempo quase-real, prevendo-se que a aquisição seja efetuada de forma contínua durante 24 meses. Estes dados serão tratados por forma a pôr em evidência as alterações à maré oceânica que ocorrem no interior da lagoa, nomeadamente a sua atenuação e a sua deformação.

2.3.3 Topo-hidrografia

De forma a permitir a avaliação da evolução morfosedimentar dos fundos e margens da lagoa, decorrente das dragagens a realizar, serão obtidos três levantamentos topo-hidrográficos durante o período de execução do programa de monitorização.

O primeiro levantamento corresponde ao período pré-obra, anterior à execução das dragagens, e será fornecido pela APA ao LNEC. Este levantamento contemplará as zonas inferior, média e superior da lagoa e a faixa costeira adjacente na zona de deposição dos sedimentos e ainda o cordão litoral, embocadura e as margens adjacentes da lagoa, abrangendo a totalidade do Domínio Público Hídrico.

O segundo levantamento corresponde ao período imediatamente após as dragagens e será executado pelo adjudicatário da empreitada e validado pela APA que o fornecerá ao LNEC. O levantamento contemplará a globalidade da lagoa, incluindo a zona imersa até à cota +4,0m (ZH), embocadura (assegurando a cobertura entre a zona inferior e a zona costeira), cordão dunar frontal e zona de deposição dos sedimentos.

Um ano após o final da obra, será executado um levantamento da zona superior da lagoa da responsabilidade do LNEC. Este levantamento deverá ocorrer sensivelmente na mesma época do ano que os anteriores, por forma a possibilitar uma análise comparativa da evolução da zona intervencionada ao longo do período da monitorização, e após conclusão das dragagens.

Os dados dos levantamentos topo-hidrográficos serão tratados de forma a obter um modelo digital de terreno de cada um para posterior comparação e análise, incluindo a identificação das áreas de erosão e deposição, cálculo de volumes e determinação de taxas de evolução.

2.3.4 Fotografia aérea vertical e imagens de satélite

Com o objetivo de acompanhar a evolução dos canais e outros elementos morfológicos da lagoa, em complemento dos levantamentos topo-hidrográficos, será executado um levantamento por fotografia aérea vertical da totalidade da superfície da lagoa, em condições de baixa-mar, após a execução da obra, com recurso a drone e câmara de alta resolução, para obtenção de ortofotomapas (RGB e infravermelho) e modelo digital do terreno.

Adicionalmente, a monitorização da evolução morfológica durante e após a obra será efetuada com recurso a imagens Sentinel-2 disponíveis. A análise destes elementos permitirá avaliar a evolução geral da lagoa e da posição dos seus principais elementos morfológicos.

2.4 Tarefa 3. Interpretação e recomendações

A análise e interpretação dos resultados será realizada tendo por base os dados obtidos durante o presente programa de monitorização, coadjuvados pelos dados de trabalhos anteriores (documentos históricos) e o conhecimento da equipa do LNEC sobre o sistema em causa. Esta tarefa compreende a análise e interpretação da evolução da hidrodinâmica e morfologia da lagoa decorrente das intervenções de dragagem e a elaboração de recomendações para ações futuras.

Esta tarefa prevê que os resultados obtidos durante o programa de monitorização sejam reunidos numa base de dados a constituir no âmbito do estudo (que incluirá os dados relativos à agitação marítima da boia ondógrafo do Instituto Hidrográficos na área da Nazaré, caso estejam disponíveis). Adicionalmente os resultados obtidos ao longo do programa de monitorização deverão ser comparados com os resultados de simulações matemáticas da hidrodinâmica e do transporte sedimentar anteriormente realizadas pelo LNEC.

O impacto das intervenções na lagoa será também avaliado através da análise do quociente entre as amplitudes de maré na lagoa e no oceano, de forma a obter indicações sobre o estado de assoreamento dos canais da embocadura. Será ainda analisada a diferença de duração entre a enchente e a vazante ao longo do tempo por forma a obter indicações sobre o grau de assoreamento dos canais e impacto das intervenções.

A evolução morfológica será avaliada através da análise da evolução e configuração da morfologia dos canais, margens, barra e cordão dunar frontal, coadjuvada pela evolução dos volumes e padrões de sedimentação. Os resultados desta análise serão interpretados tendo em conta o desenvolvimento das intervenções, nomeadamente locais e volumes dragados e forçamento hidrodinâmico (maré e agitação marítima) durante o período em análise, de forma a possibilitar a identificação de impactos negativos da obra no equilíbrio da lagoa. Caso se verifiquem tais impactos, serão recomendadas ações ou medidas de correção ou minimização.

Tendo em conta a evolução da lagoa durante o período de monitorização serão definidas e recomendadas ações que se considerem adequadas nomeadamente sobre possíveis dragagens de manutenção e continuidade do programa de monitorização.

3 | Considerações finais

Na presente nota técnica apresentou-se o planeamento e metodologia geral do *Programa de Monitorização da Hidrodinâmica das Dragagens da Zona Superior da Lagoa de Óbidos*, incluindo o cronograma das tarefas e sua descrição e ainda o mapa de entregáveis previstos ao longo do estudo. O programa de monitorização inclui a obtenção de níveis de maré no interior da lagoa, o levantamento da topo-hidrografia em diferentes fases da intervenção, a obtenção de uma imagem aérea vertical e de várias imagens de satélite, e ainda a compilação de dados históricos e cartográficos. A análise e interpretação destes resultados visa permitir acompanhar a evolução das condições hidrodinâmicas e da morfologia do sistema lagunar durante a obra de dragagem prevista, identificar possíveis impactos negativos e, se necessário, propor medidas de mitigação apropriadas.

Lisboa, LNEC, junho de 2021

VISTO

A Diretora do Departamento de Hidráulica e
Ambiente

Helena Alegre

AUTORIA

Ana Rilo
Técnica Superior

Luís Portela
Investigador Auxiliar
Chefe do Núcleo de Estuários e Zonas Costeiras

Paula Freire
Investigadora Auxiliar

André Fortunato
Investigador Principal com Habilitação

Alberto Azevedo
Investigador Auxiliar