

ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL DO TROÇO COSTEIRO QUARTEIRA-GARRÃO (LOULÉ)

Director Regional da Administração
da Região Hidrográfica do Algarve
Pedro Coelho



praia do Forte Novo, 1 Março de 2010, sob ondulação de tempestade

PROJETO DE EXECUÇÃO

Elaborado por
Sebastião Braz Teixeira

Faro, abril 2020

Alimentação artificial do troço costeiro Quarteira-Garrão (Loulé)

Sebastião Braz Teixeira

ÍNDICE GERAL

1. INTRODUÇÃO	4
2. CARACTERIZAÇÃO DA ZONA DE INTERVENÇÃO.....	6
2.1 Hidrodinâmica.....	6
2.1.1 Maré	6
2.1.2 Agitação marítima	6
2.2 Enquadramento geológico.....	7
3. EVOLUÇÃO DAS ANTERIORES INTERVENÇÕES DE ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL	12
3.1 A alimentação artificial das praias de Quarteira	12
3.2 A alimentação artificial da praia de Vale do Lobo	13
3.3 A alimentação artificial da praia do troço Forte Novo-Garrão.....	14
4. JUSTIFICAÇÃO E DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO DE INTERVENÇÃO	16
4.1 Granulometria da areia nativa da areia das praias do troço Quarteira-Garrão	18
5. MANCHA DE EMPRÉSTIMO	21
5.1 Avaliação da espessura da mancha de empréstimo	24
6. LONGEVIDADE DA INTERVENÇÃO	26
7. DESCRIÇÃO DOS TRABALHOS A EXECUTAR	27
7.1 Levantamentos topohidrográficos	27
7.1.1 Praia.....	27
7.1.2 Mancha de empréstimo.....	28
7.2 Colheita e análise de sedimentos	29
7.2.1 Praia.....	29
7.2.2 Mancha de empréstimo.....	30
7.3 Alimentação artificial da praia.....	31
7.3.1 Exploração da mancha de empréstimo.....	31
7.3.2 Enchimento da praia.....	31
8. CRONOGRAMA DOS TRABALHOS.....	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33

ÍNDICE DOS QUADROS

Quadro I -	Níveis característicos das marés em Lagos.....	6
Quadro II -	Valores médios dos parâmetros escalares da agitação marítima.....	6
Quadro III -	Características das intervenções de alimentação artificial de praia anteriormente executadas	12
Quadro IV -	Parâmetros morfodinâmicos da praia a submeter a alimentação artificial.....	20
Quadro V -	Anexo III da Portaria nº 1450/2007 de 12 de Novembro.....	21
Quadro VI -	Resultados das análises físico-químicas dos sedimentos da mancha de empréstimo	23
Quadro VII -	Coordenadas e profundidade dos locais das sondagens.....	25
Quadro VIII -	Cronograma dos trabalhos.....	32

ÍNDICE DAS FIGURAS

Figura 1 -	Localização da área de intervenção	4
Figura 2 -	Distribuição da frequência relativa (%) da altura significativa e do período de pico.....	7
Figura 3 -	Distribuição da frequência relativa (%) dos rumos da agitação marítima	7
Figura 4 -	O litoral de Quarteira em 20 julho 2007	8
Figura 5 -	Localização da área de estudo e morfologia do litoral	8
Figura 6 -	A praia e arriba do Forte Novo em 2 agosto 2006	9
Figura 7 -	Evolução das taxas de recuo do litoral entre Quarteira e o Garrão, entre 1958 e 2001	10
Figura 8 -	O enrocamento da piscina de Vale do Lobo	11
Figura 9 -	Localização dos perfis transversais levantados nas praias do litoral entre Quarteira e o Garrão	13
Figura 10 -	Evolução temporal da largura da praia de Quarteira entre 1966 e 2020	13
Figura 11 -	Evolução temporal da largura da praia de Vale do Lobo entre 1997 e 2020	14
Figura 12 -	Evolução espacial da crista da arriba no Forte Novo, entre 1972 e 2017	15
Figura 13 -	Efeito das intervenções no recuo das arribas do Forte Novo (1967-2017).....	15
Figura 14 -	Zonamento dos sectores a submeter a alimentação artificial	16
Figura 15 -	Perfis de enchimento representativos das zonas A, B e C.	17
Figura 16 -	Perfis de enchimento representativos das zonas D e E	18
Figura 17 -	Variação longilitoral do diâmetro médio das areias da face da praia do litoral sul do Algarve.....	19
Figura 18 -	Variação longilitoral do teor de carbonatos das areias das praias do Algarve sul.....	19
Figura 19 -	Variação longilitoral do declive médio das praias do Algarve meridional.....	20
Figura 20 -	Cartografia da zona submarina ao largo de Quarteira (adaptado de Teixeira <i>et al.</i> , 2019)	22
Figura 21 -	Localização da mancha de empréstimo e das amostras recolhidas para análise da qualidade	23
Figura 22 -	Localização da mancha de empréstimo a explorar no âmbito da presente intervenção	24
Figura 23 -	Localização dos pontos de execução de sondagens	26
Figura 24 -	Cones de dejeção depositados e preservados na base da arriba de Vale do Lobo	27
Figura 25 -	Implantação das áreas do litoral a submeter a levantamento topohidrográficos	28
Figura 26 -	Implantação das áreas ao largo a submeter a levantamento topohidrográficos	29
Figura 27 -	Localização dos pontos de colheita de areia na face da praia	30
Figura 28 -	Localização dos pontos de colheita de sedimentos na mancha de empréstimo	31

ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL DO TROÇO COSTEIRO

QUARTEIRA-GARRÃO (LOULÉ)

PROJETO DE EXECUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

O presente projeto integra-se no conjunto de intervenções constantes do Plano de Ordenamento da Orla Costeira Vilamoura-Vila Real de Santo António (RCM nº 103/2005 de 27 de Junho) que prevê a alimentação artificial das praias de Quarteira/Forte Novo a um ritmo de 200.000m³/biénio, durante o período de vigência do mesmo Plano, num total de 1Mm³, por década. O objetivo da intervenção prevista no POOC é assegurar de forma artificial a saturação da capacidade de transporte da ondulação, por forma a mitigar a erosão das arribas arenosas, que constituem atualmente a fonte primordial de sedimentos que alimenta e mantém as praias a nascente de Quarteira.

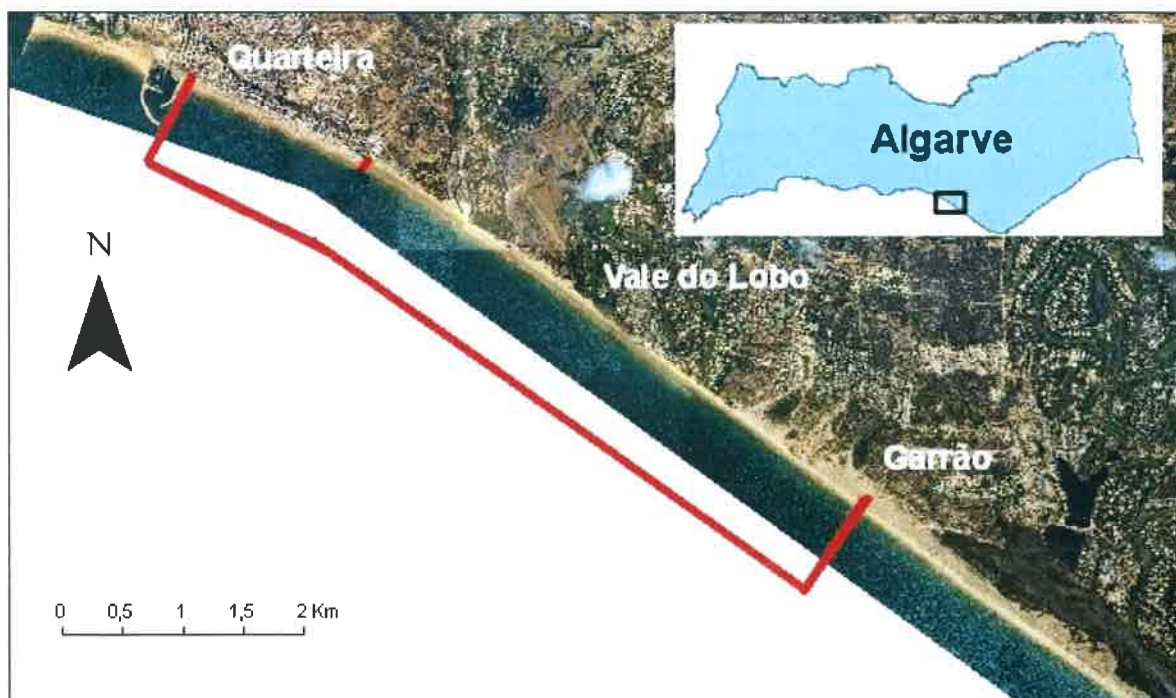


Figura 1 – Localização da área de intervenção.

No sentido de assegurar o cumprimento do plano de intervenções previstas no POOC, de assegurar a mitigação da erosão nas arribas de todo o troço entre Quarteira e o Garrão e de aproveitar as vantagens do efeito de escala, foi elaborado o presente projeto de execução que prevê a alimentação artificial da praia ao longo de um troço com uma frente de mar de cerca de 6.6km, entre o porto de Pesca de Quarteira e o Garrão (fig.1). A intervenção integra-se ainda no conjunto de intervenções de

prevenção e gestão do risco, com prioridade elevada constantes do Plano de Ação Litoral XXI (p. 62), elaborado pela Agência Portuguesa do Ambiente, I.P., em 2017.

No sentido de assegurar o cumprimento do plano de intervenções previstas nos referidos Planos foi elaborado o presente projeto de execução que prevê a alimentação artificial da praia ao longo de um troço com uma frente de mar de 6600m, entre as praias de Quarteira e o Garrão com as areias acumuladas em mancha de empréstimo depositada ao largo deste troço costeiro.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ZONA DE INTERVENÇÃO

2.1 HIDRODINÂMICA

2.1.1 Maré

O regime de maré na costa do sul do Algarve é do tipo semi-diurno, com amplitudes médias de cerca de 2m e amplitudes de águas-vivas que atingem mais de 3.5m (quadro I). Como se pode verificar dos níveis da máxima preia-mar diária, previstos nas tabelas de maré para o porto de Lagos, a cota da máxima preia-mar de águas vivas equinociais (MPMAVE) é de +3.9m, acima do Zero Hidrográfico. No entanto e face à informação constante das mesmas tabelas de maré, que alerta para o facto de “*dado que o plano do Zero Hidrográfico (Z.H.) foi fixado em relação a níveis médios adoptados há várias décadas, existe presentemente uma diferença sistemática de cerca de +10 centímetros entre as alturas de água e as alturas de maré previstas*”, deve adoptar-se a cota da máxima preia-mar de águas-vivas equinociais (MPMAVE) correspondente ao plano de +4.0m (ZH). A taxa de elevação recente do nível médio do mar (NMM) foi quantificada por Dias & Taborda (1988), com base nos registos do marégrafo de Lagos, entre 1908 e 1987, com valores médios de 1.5mm/ano, atribuída à expansão térmica do oceano.

**Quadro I – Níveis característicos das marés em Lagos (m-ZH)
 (“Roteiro da Costa de Portugal” - Instituto Hidrográfico, 1990)**

Local	NMM	PM máx	Valores médios		BM min	Valores médios	
			PMAV	PMAM		BMAV	BMAM
Lagos	2.00	3.78	3.33	2.60	0.18	1.40	0.70

2.1.2 Agitação Marítima

No litoral sul do Algarve existem actualmente duas séries de dados de registos das condições de agitação marítima, obtidos por bóias ondógrafos fundeadas ao largo de Faro. Uma, mais antiga, que cobre o intervalo entre 1976 e 1980 (Pessanha & Pires, 1981) e outra, com registos recolhidos entre 1986 e 2000 (Costa *et al.*, 2001). Apesar do intervalo relativamente longo de aquisição de dados, as séries de registo contêm, apenas, respectivamente, 59% e 64% de registos válidos. No Quadro II estão inscritos os valores médios dos parâmetros escalares da agitação marítima da série mais longa e na figura 7 representam-se os histogramas de frequências dos mesmos parâmetros. Os registos válidos obtidos nas bóias resultam tipicamente de observações durante um intervalo de tempo de 20 minutos.

Quadro II – Valores médios dos parâmetros escalares da agitação marítima obtidos em bóias ondógrafos fundeadas ao largo de Faro

	Hs (m)	T0 (s)	Tp (s)	Período de dados	Ref ^a
Média anual	0.93	4.8	8.5	Set 1976-Jul 1980	1
Média anual	1.0	4.7	8.2	Set 1986-Dez 2000	2

(1) Pessanha & Pires (1981); (2) Costa *et al.* (2001).

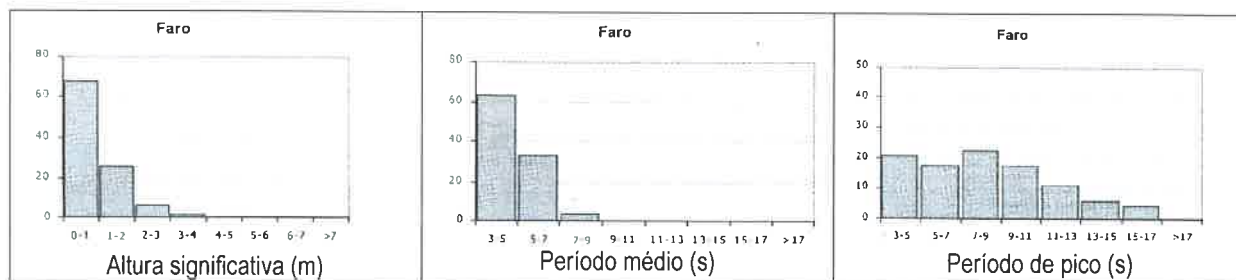


Figura 2 – Distribuição da frequência relativa (%) da altura significativa, do período médio e do período de pico, obtida na bóia fundeada ao largo de Faro, no período 1986-2000 (Costa *et al.*, 2001).

Relativamente ao rumo da ondulação, o regime de agitação marítima sentido no litoral sul do Algarve é marcadamente bimodal (fig. 3), refletindo a sua posição charneira sujeita à influência atlântica e mediterrânica. A agitação marítima predominante é gerada no oceano Atlântico, atingindo o Algarve com rumos de W ou SW, que em conjunto apresentam cerca de três quartos das ocorrências. Os rumos de E e SE, representam cerca de um quarto da agitação marítima e estão associados ao vento de leste, gerado na zona do Estreito de Gibraltar (Pires, 1989). A agitação marítima proveniente do quadrante sul é relativamente rara, com uma frequência anual de cerca de 2%.

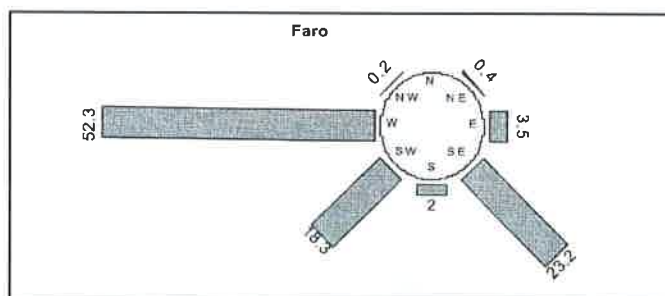


Figura 3 – Distribuição da frequência relativa (%) dos rumos da agitação marítima obtida na bóia fundeada ao largo de Faro, no período 1986-2000 (Costa *et al.*, 2001).

2.2.ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO

A área de intervenção localiza-se no litoral de Quarteira (fig. 4) e faz parte de célula de circulação sedimentar, que se estende desde Olhos de Água (Albufeira) até ao Cabo de Santa Maria (Faro), em que o sentido do transporte se processa de oeste para leste. Essa célula é alimentada e mantida, sobretudo, à custa das areias produzidas pela erosão das arribas arenosas e, secundariamente, pelos sedimentos transportados pelas linhas de água que drenam para o litoral. A introdução intermitente de areias no sistema assegura a permanência de um areal contínuo ao longo de todo este troço costeiro, interrompido de forma episódica ou perene, nas fozes das linhas de água que ali desagüam ou nas barras de maré do sistema de ilhas-barreira da Ria Formosa.

A geomorfologia do litoral de Quarteira, entre a praia de Vilamoura e o Garrão, é relativamente uniforme, consistindo numa sequência de segmentos suportados por arribas talhadas em formações detríticas atribuídas ao Plio-Quaternário (Manupella, 1992), sucessivamente, de poente para nascente:

Forte Novo, Trafal, Vale de Lobo e Garrão, interrompidas por barreiras arenosas que encerram as fozes das linhas de água que drenam para o litoral: as ribeiras de Almargem e Carcavai (fig. 5).



Figura 4 - O litoral de Quarteira, em 20 de Julho de 2007.

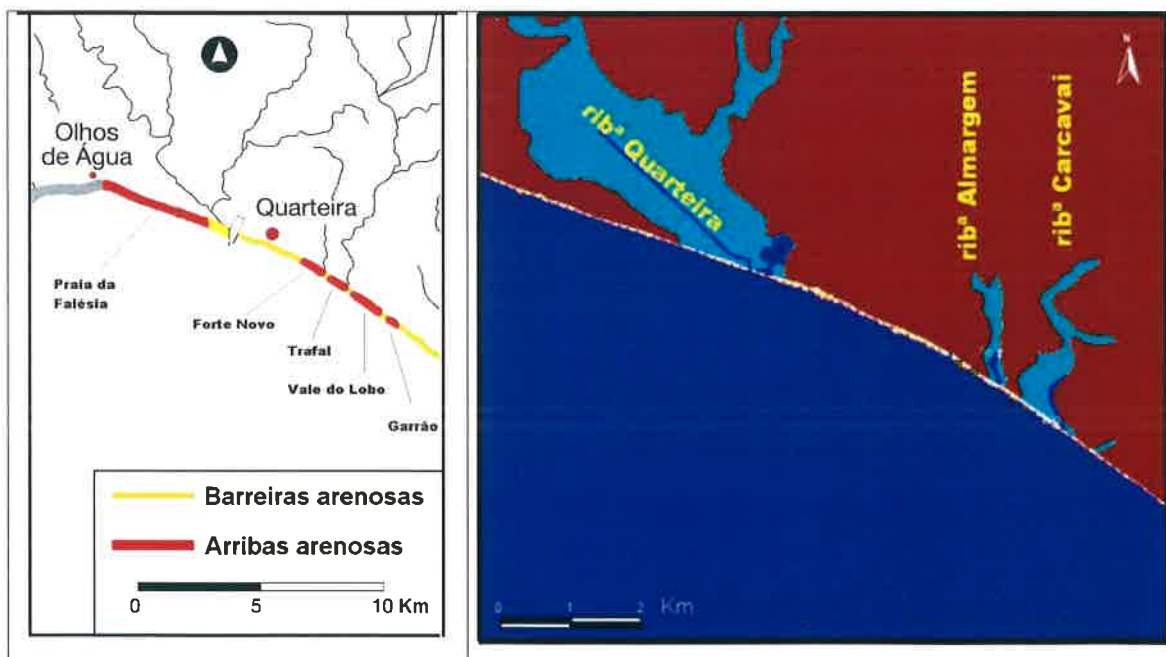


Figura 5 – Localização da área de intervenção e morfologia do litoral.

Através da comparação de documentos cartográficos e fotográficos, Marques (1997) concluiu que, desde meados do século XIX até à década de 1950, as taxas de recuo das arribas atingiram valores da ordem de 0.16-0.28m/ano. Com base num conjunto de indicadores arqueológicos, geomorfológicos e

sedimentológicos, identificados na zona submarina, suportados por cerca de duas dezenas de datações radiocarbono, Teixeira (2005) pode comprovar a existência de um regime transgressivo ou retrogradante, dominante no litoral de Quarteira desde há, pelo menos, 9000 anos. Durante este período o litoral sofreu migração total de 2 a 3 Km, e mais de 600m nos últimos 2000 anos. Os dados disponíveis atestam a persistência de um regime retrogradante no litoral estudado, instalado há mais de nove milénios. Não havendo quaisquer indícios que sugiram que esta tendência de erosão seja alterada, a mesma deverá ser considerada em todos os instrumentos de ordenamento e nas práticas de gestão do litoral.



Figura 6 - A praia e arriba do Forte Novo, em 2 agosto de 2006. Note-se, na zona imersa, as ruínas do forte, destruído, no final da década de 1970, em consequência do recuo da arriba. No lado direito da foto, o plano de água da lagoa costeira de Almagem.

No início da década de 1970 a construção dos molhes de acesso à marina de Vilamoura desencadeou processo de alteração da dinâmica sedimentar com reflexos diretos na intensidade da erosão sentida no litoral de Quarteira. A magnitude da erosão no litoral de Quarteira foi avaliada por diversos autores (veja-se, por exemplo, Marques, 1991, 1997; Correia *et al.*, 1995; Oliveira *et al.*, 2003, Oliveira, 2005) que, mediante comparação fotográfica e restituição fotogramétrica, concluíram que, anteriormente à execução das obras de engenharia costeira de Vilamoura/Quarteira, as taxas de recuo das arribas atingiram valores da ordem de 0.20-0.80m/ano, havendo sofrido aumento imediatamente após a construção daquele conjunto de estruturas de retenção. A construção dos molhes da Marina de Vilamoura, assim como do campo de esporões de Quarteira, induziu incremento da erosão a sotamar das obras, gerando uma onda de erosão, que se propagou no sentido do transporte longilitoral (de oeste para leste). De acordo com os resultados publicados na bibliografia (Consulmar, 1995; Marques, 1997; Hidroprojecto, 1998), o pico de erosão (a crista da onda de erosão) foi sentido nas arribas do

Forte Novo (fig. 6) a partir de 1974, imediatamente após a construção das estruturas, passou na zona do Trafal durante a década de 1980, varreu o litoral de Vale de Lobo entre 1983 e 1990 e atingiu o Garrão entre 1990 e 1993, reduzindo progressivamente a sua intensidade de poente para nascente. A evolução temporal das taxas de recuo da totalidade do troço costeiro entre Quarteira e o Garrão nas últimas décadas (fig. 7) mostra claramente o efeito do incremento da erosão associado à construção das obras marítimas.

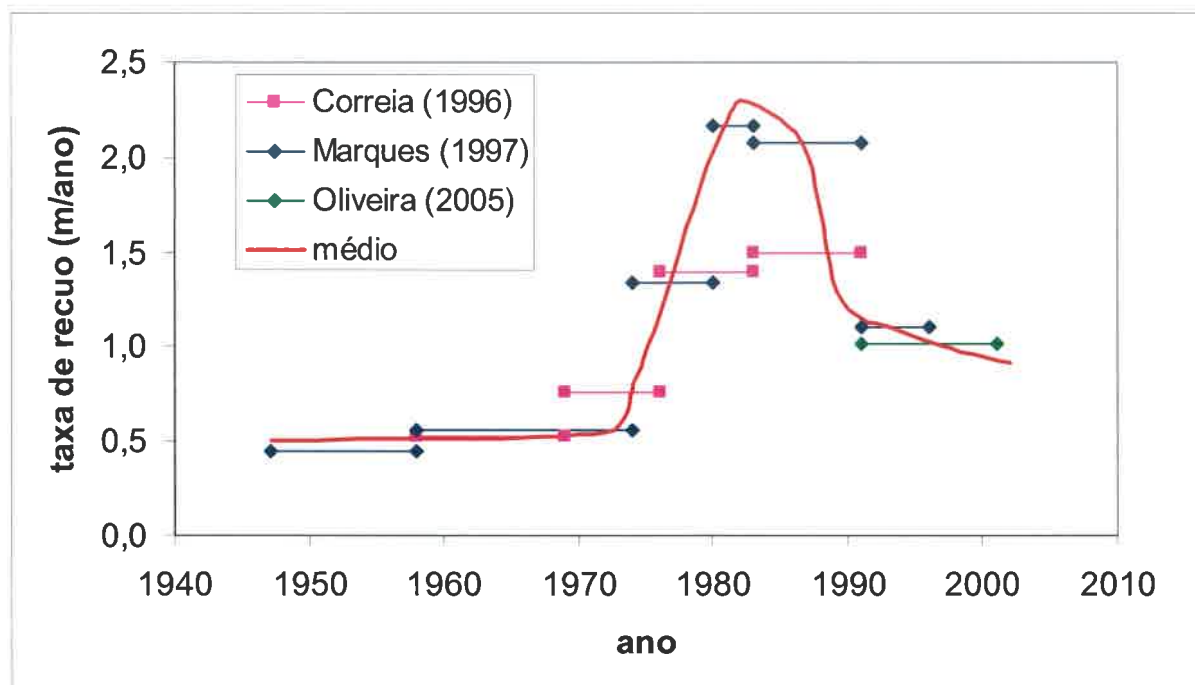


Figura 7 – Evolução das taxas de recuo do litoral entre Quarteira e o Garrão, entre 1958 e 2001.

O início da ocupação turística de Vale do Lobo data de 1963. Na altura, a Direção Geral dos Serviços Hidráulicos expôs as suas reservas em relação à zona em que se viria a implantar o empreendimento, em que o lote mais setentrional (lote 010) se situaria a cerca de 35m da crista arriba, recomendando explicitamente "...as edificações da beirada do mar deverão prudentemente implantar-se mais para terra...". Estas recomendações, sem carácter vinculativo, não foram tomadas em consideração e o empreendimento obteve licença para construção em 1969. Os primeiros conflitos entre a ocupação e a erosão costeira datam do início da década de 1980, quando o recuo da arriba pôs em risco a manutenção da piscina construída na zona central. Para fazer face a este problema do empreendimento, em 1984/85 foi construída uma obra de enrocamento, que ainda se mantém, apesar do recuo da arriba adjacente (fig. 8). Em 1998, face à situação de ruptura eminente, decorrente do recuo das arribas, a, então, Direção Regional do Ambiente do Algarve (DRAA) enviou ofício aos proprietários dos lotes 009 e 010 alertando para a situação de risco e recomendando a suspensão de utilização das respetivas moradias. As mesmas foram demolidas em 2004 pela DRAOTA.



Figura 8 – O enrocamento da piscina de Vale do Lobo.

3. EVOLUÇÃO DAS ANTERIORES INTERVENÇÕES DE ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL

No troço em causa foram já executadas quatro intervenções de alimentação artificial. As primeiras, na praia de Vale do Lobo e Quarteira, em 1998, e a terceira, na praia de Vale do Lobo, em 2006 (quadro III). Em 2010 foi executada uma intervenção de maior envergadura, envolvendo uma frente de mar de 5km, entre Quarteira e o Garrão. Em todos os casos, a mancha de empréstimo utilizada, localiza-se ao largo, onde existe depósito de areia granulometricamente compatível com a areia nativa existente nas praias. As características mais relevantes dessas intervenções, executadas com dragas de sucção/repulsão estão inscritas no Quadro III.

Quadro III – Características das intervenções de alimentação artificial da praia anteriormente executadas

data	1998	1998	2006	2010
local	Vale do Lobo	Quarteira	Vale do Lobo	Forte Novo-Garrão
Volume (m ³)	700.000	280.000	370.000	1.250.000
Frente de mar alimentada (m)	1400	900	700	5000
Densidade de enchimento (m ³ /m.l.)	500	300	336	250
Aumento da largura da praia (m)	40	35	30	30-45
Longevidade (ano)	5.5(*)	15.0	4.6(*)	13.7 (previsão) (*)

(*) Resultados extraídos de Teixeira (2019).

O comportamento da evolução destas intervenções foi acompanhado desde outubro de 1997, mediante a execução periódica de perfis transversais (fig.9), iniciado pela DRAOT Algarve, mantido pela CCDDR Algarve e, atualmente a cargo da APA/ARH Algarve.

3.1 A ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL DAS PRAIAS DE QUARTEIRA

A partir da recolha da topografia disponível desde 1966 foi avaliada a largura da praia (entre um, ponto fixo e a curva do nível médio do mar (+2m relativo ao Zero Hidrográfico) de Quarteira baseado no perfil transversal identificado na figura 9. Os resultados, ilustrados na figura 10, mostram que a praia de Quarteira reduziu a sua largura em mais de 10m após a construção do campo de esporões, em 1972-1974, mantendo-se relativamente estável até ao final da década de 1990, quando foi objeto de alimentação artificial. Esta intervenção teve longevidade relativamente significativa (15 anos) mas estava esgotada em 2013. A inexistência do efeito protetor da recarga de areia nas praias de Quarteira foi evidente no inverno de 2018, aquando da incidência de tempestade Emma, responsável por danos significativos na Vila de Quarteira.

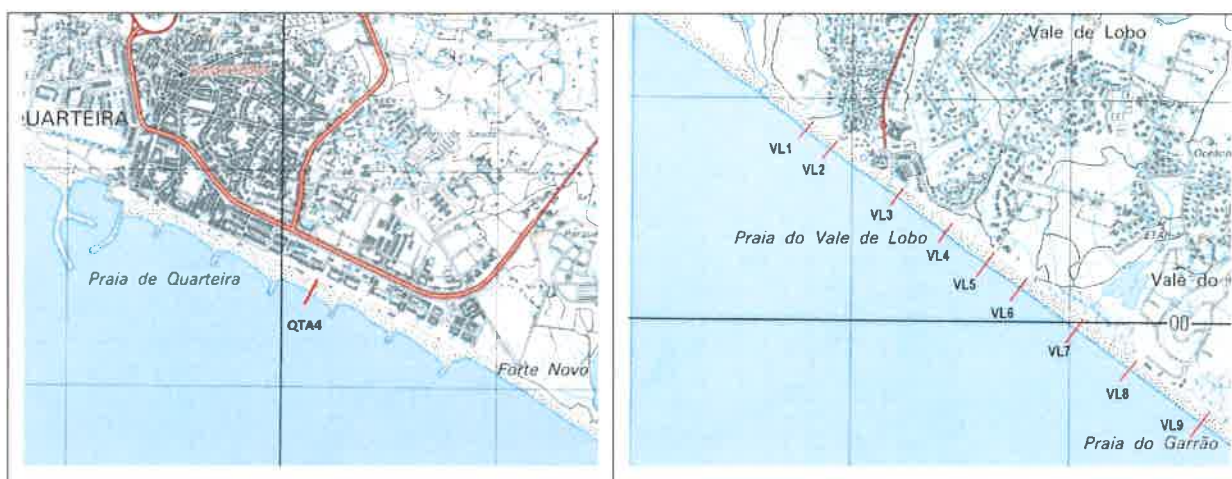


Figura 9 – Localização dos perfis transversais levantados nas praias do litoral entre Quarteira (QR4), Vale do Lobo e o Garrão. (VL1 a VL6 – Praia de Vale do Lobo; VL7 a VL9 – Praia do Garrão). Base cartográfica –Carta Militar de Portugal nº 606 e 610 (2006)– escala 1/25.000.

Quarteira

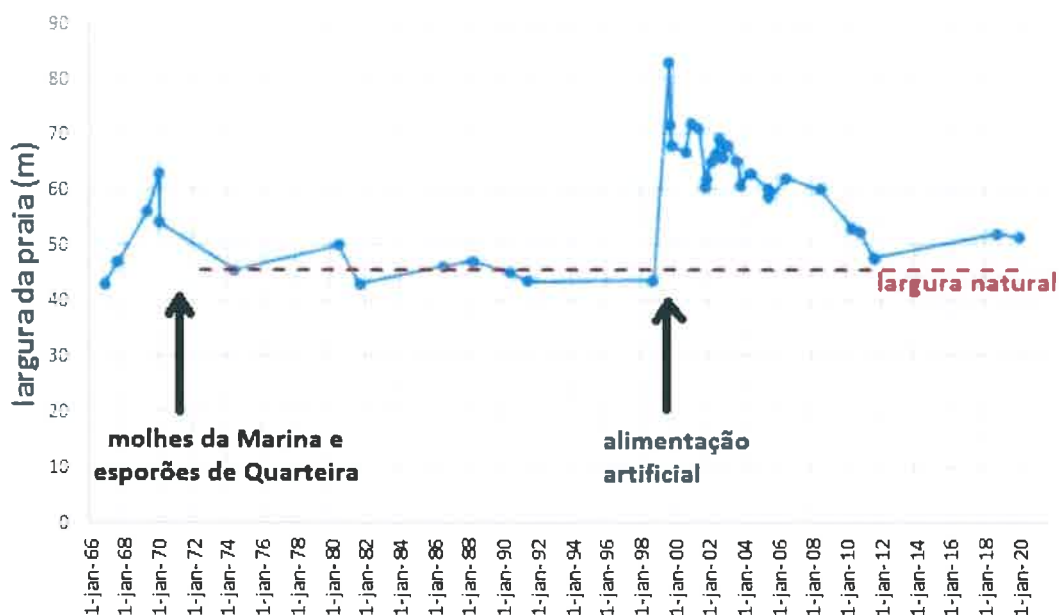


Figura 10 – Evolução temporal da largura da praia de Quarteira entre 1966 e 2020. Baseado em levantamentos topográficos executados pela Direção Geral de Portos (1966-1998) e Direção Regional do Ambiente do Algarve (1999-2005), Câmara Municipal de Loulé (1971-2008) e Agência Portuguesa do Ambiente (2010-2020).

3.2 A ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL DA PRAIA DE VALE DO LOBO

Os resultados do controle da evolução do enchimento da praia de Vale do Lobo (fig.11) permitiram avaliar que, na sequência das intervenções, entre 1998 e 2019 a praia libertou volume médio de areia

de 97.000 m³/ano (Teixeira, 2019), valor que deve ser entendido como referencial para o caudal residual do transporte longilitoral, dirigido para nascente.

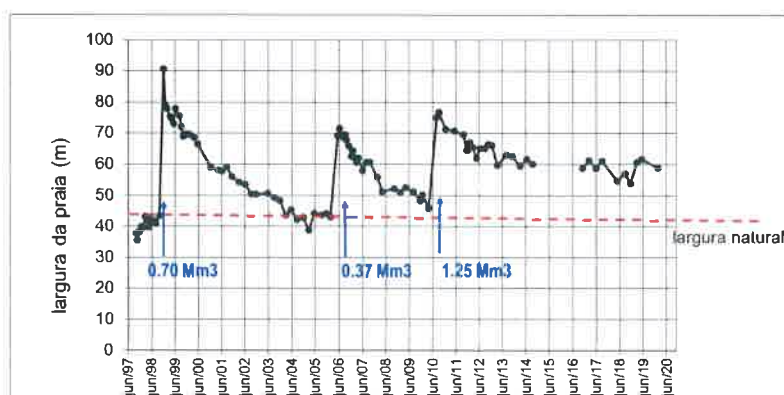


Figura 11 – Evolução temporal da largura da praia de Vale de Lobo entre outubro de 1997 e fevereiro de 2020, baseada nos resultados de seis perfis transversais (VL1 a VL6). A largura corresponde à distância entre a base da arriba e a curva do nível médio do mar (+2m ZH). A largura média representada a tracejado corresponde à largura natural da praia sem o efeito da alimentação artificial.

3.3 A ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL DAS PRAIAS DO TROÇO FORTE NOVO - GARRÃO

A intervenção de alimentação artificial do troço costeiro entre o Forte Novo e o Garrão executada em 2010 teve como principal objetivo reduzir significativamente o efeito da ondulação na erosão das arribas arenosas, atenuando o risco para toda a ocupação existente neste troço costeiro. Analisando a evolução das arribas, nomeadamente o traçado da crista de arriba, verifica-se que desde 2010 o recuo das arribas reduziu drasticamente, para valores muito próximos do zero. A figura 12 reproduz a evolução do traçado da crista da arriba no Forte Novo, desde 1972 a 2017 e a figura 13 sintetiza a magnitude do recuo das arribas do Forte Novo no mesmo período. Os resultados atestam que a alimentação artificial realizada em 2010 foi claramente eficaz, cumprindo o objetivo de redução muito significativa da erosão das arribas e consequente redução do risco para a ocupação implantada no topo dessas vertentes.



Figura 12 – Evolução espacial da crista da arriba no Forte Novo, entre 1972 e 2017 (base ortofoto de 2014)



Figura 13 – Efeito das intervenções no recuo das arribas do Forte Novo (1967-2017)

4. JUSTIFICAÇÃO E DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO DE INTERVENÇÃO

Perante os elementos apresentados e discutidos no ponto anterior foi estudada uma solução de intervenção global que contemple a alimentação artificial em todo o troço suportado por arribas entre Quarteira e o Garrão, numa extensão de 6600m (fig. 14), por forma a permitir a estabilidade de todo o troço, manter a mitigação da erosão das arribas e assegurar a ausência de efeitos negativos no sistema de ilhas barreira da Ria Formosa.

Tendo em consideração que a taxa de saturação da capacidade de transporte da agitação marítima aumenta para sotamar (para leste) e tendo presente o efeito de recarga diferida no mesmo sentido, optou-se por uma solução de alimentação artificial com largura de enchimento decrescente para leste. A área de intervenção foi dividida em 5 sectores. O primeiro setor (A) corresponde ao troço contido entre o Porto de Pesca e os molhes de Quarteira, com uma extensão de 1600m. Os restantes setores (B, C, D, e E), correspondem aos sectores entre o Forte Novo e o Garrão, cada um com 1200m de extensão, conforme ilustrado na figura 14.

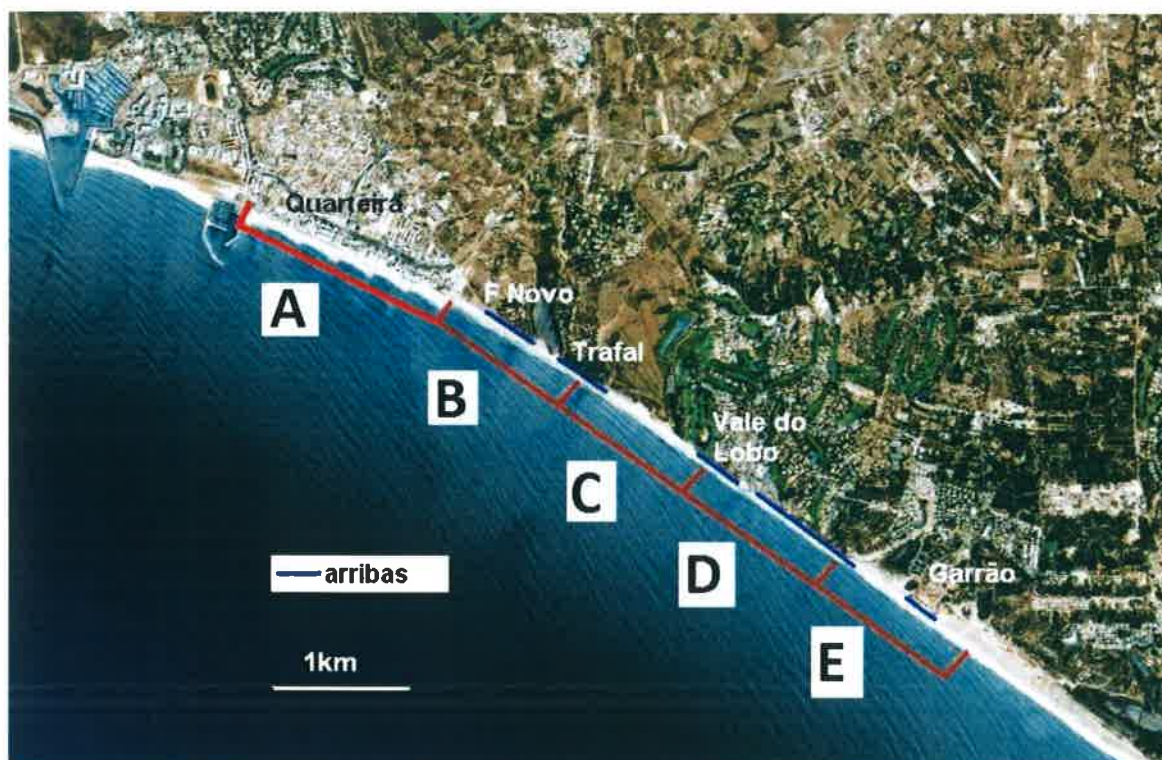


Figura 14 – Zonamento dos sectores a submeter a alimentação artificial.

Com base nos levantamentos topohidrográficos disponíveis, executados em 2018 e 2019, foram construídos os perfis tipo de enchimento das praias (fig. 15, 16), assumindo inclinação da face da praia de 6.5° (1/9), igual à inclinação média das praias nativas, e um declive de 1/40 a 1/50 na praia submarina. Para estes perfis foram calculadas as densidades de enchimento (m³/m.l.) e estimados os volumes necessários para a alimentação artificial das praias. Como valor limite de enchimento considerou-se um incremento de largura de 45m.

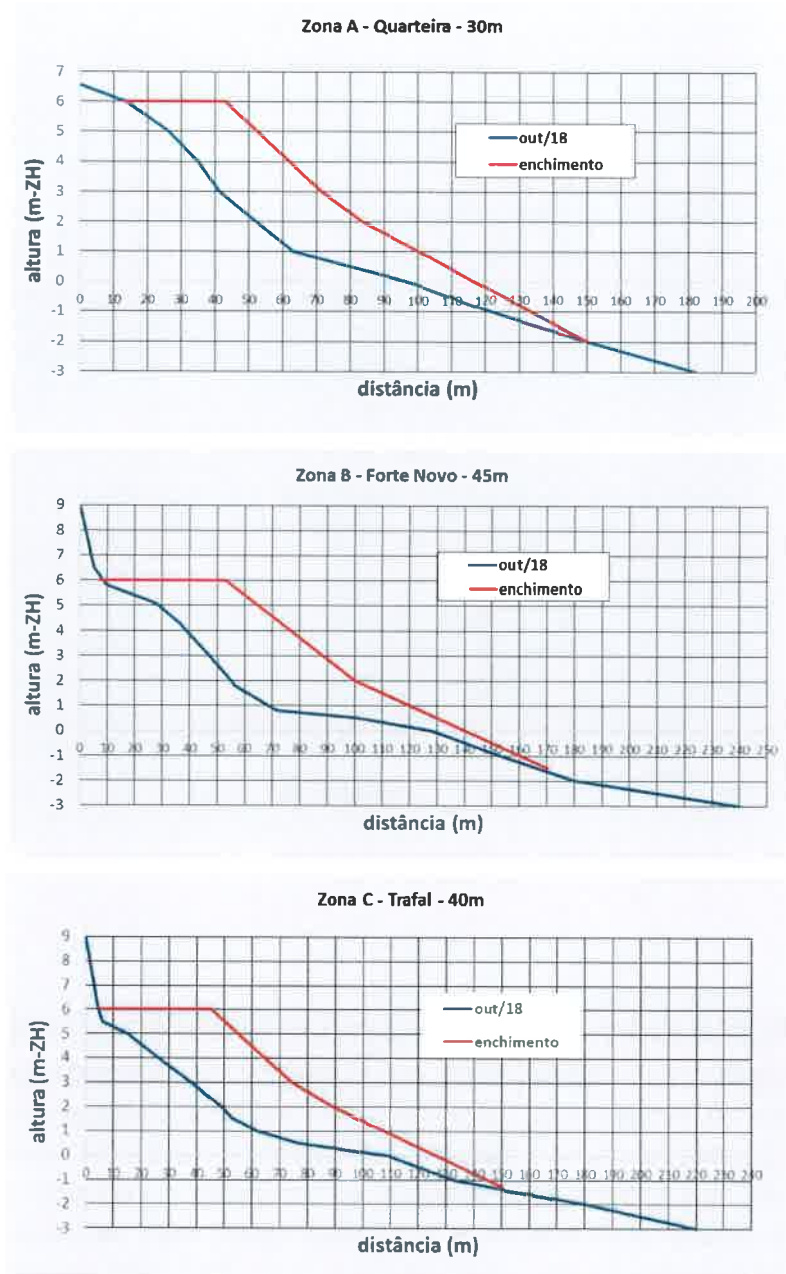


Figura 15 – Perfis de enchimento representativos das zonas A, B e C, com a respetiva dimensão do enchimento da praia.

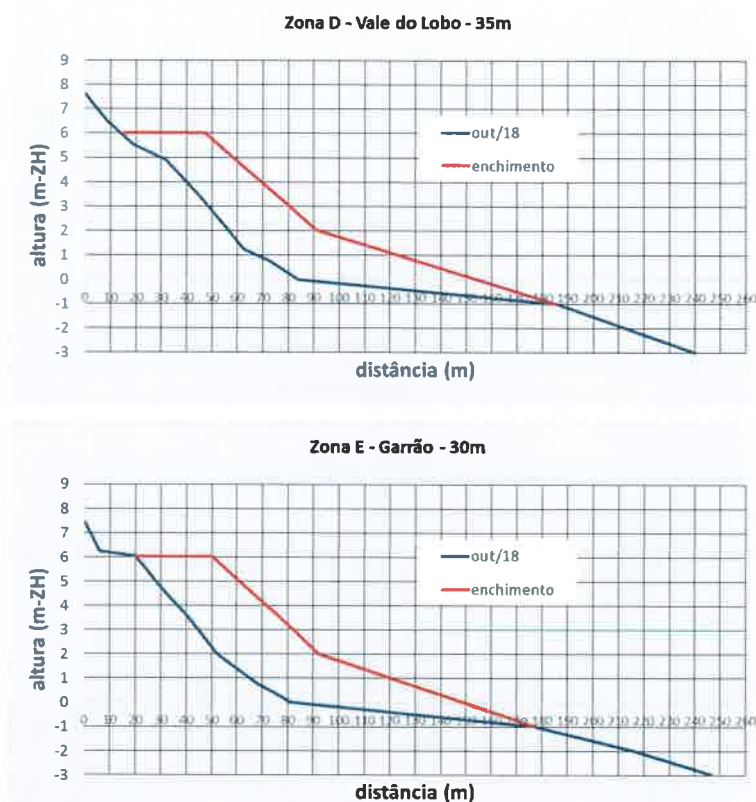


Figura 16 – Perfis de enchimento representativos das zonas D e E. com a respetiva dimensão do enchimento da praia

4.1 GRANULOMETRIA NATIVA DA AREIA DAS PRAIAS DO TROÇO QUARTEIRA-GARRÃO

As características da ondulação incidente, a granulometria dos sedimentos das praias e a inclinação da face da praia ou a morfologia, funcionam como variáveis interdependentes. Esta relação foi identificada por diversos autores (e.g. Bascom, 1951; Wright e Short, 1984; Komar 1998; Short, 1999), havendo verificado que, para o mesmo regime de ondulação, a inclinação da face da praia e a probabilidade de persistir perfil reflectivo é tanto maior quanto mais grosseira é a areia da praia. A caracterização da granulometria das areias das praias é, por isso, muito relevante para o objectivo da presente intervenção.

Com base numa série de colheitas realizadas desde 1998 a 2009 e na recolha de informação publicada, Teixeira (2009) construiu gráficos síntese da variação longilitoral das características das areias do litoral sul do Algarve, nomeadamente o diâmetro médio e o teor em carbonatos, reproduzidos, respectivamente, nas figuras 17 e 18. A partir de mais de dois milhares de medições, o mesmo autor elaborou a variação do declive da face da praia, reproduzida na figura 19.

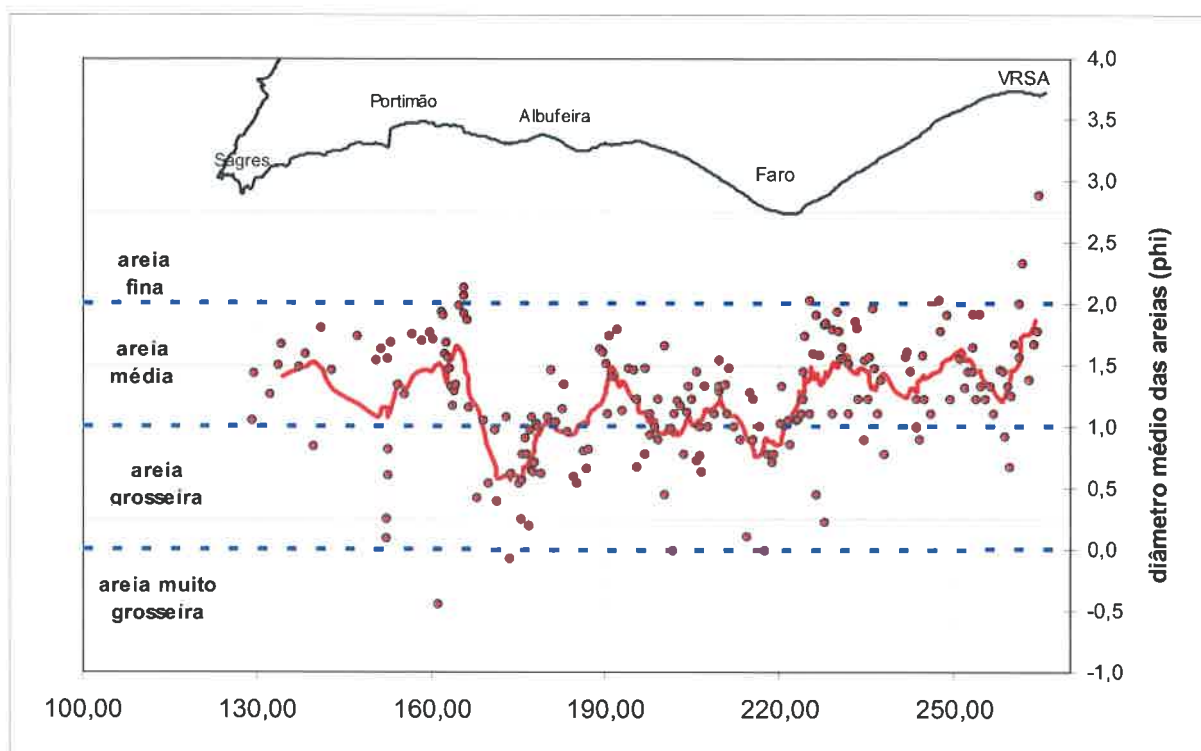


Figura 17 – Variação longilitoral do diâmetro médio de Folk e Ward (1957) das areias da face da praia do litoral sul do Algarve. A curva cheia corresponde a médias móveis ($n=10$). As linhas a pontado marcam os limites entre as classes granulométricas das areias. A escala phi (Φ) relaciona-se com o diâmetro D em milímetros através da fórmula: $D = 0.5^\Phi$ (Teixeira, 2009).

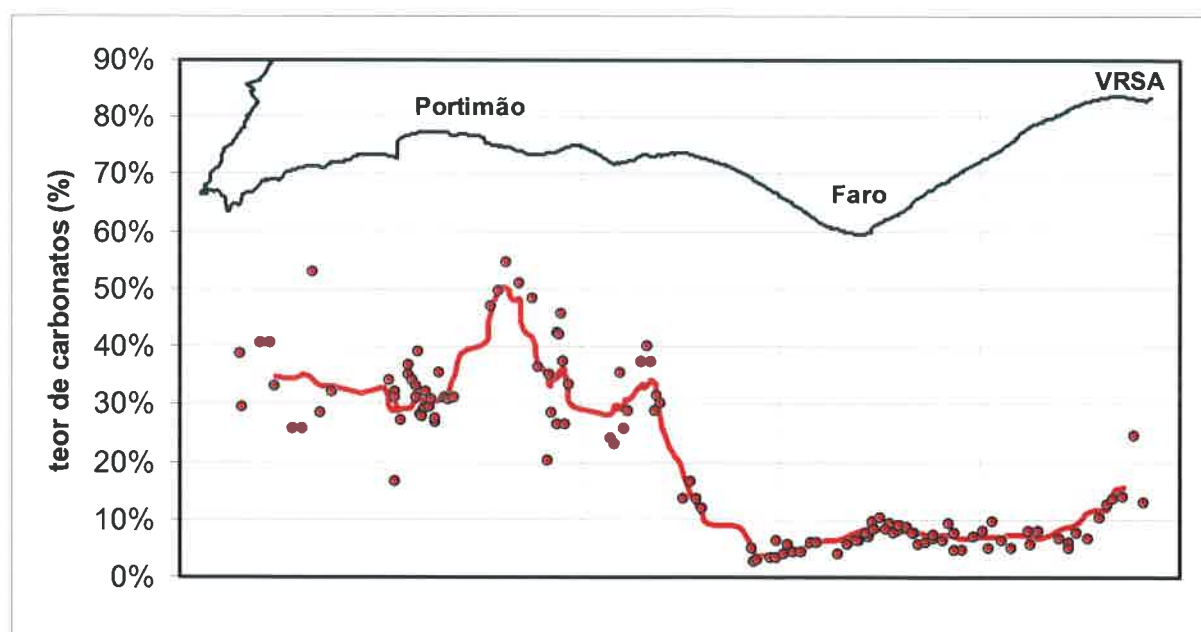


Figura 18 – Variação longilitoral do teor de carbonatos das areias das praias do Algarve sul. A curva cheia corresponde a médias móveis ($n=10$). O teor de carbonatos (%) foi obtido através da diferença ponderal entre o peso das amostras antes e após ataque com ácido clorídrico a 10%. (Teixeira, 2009).

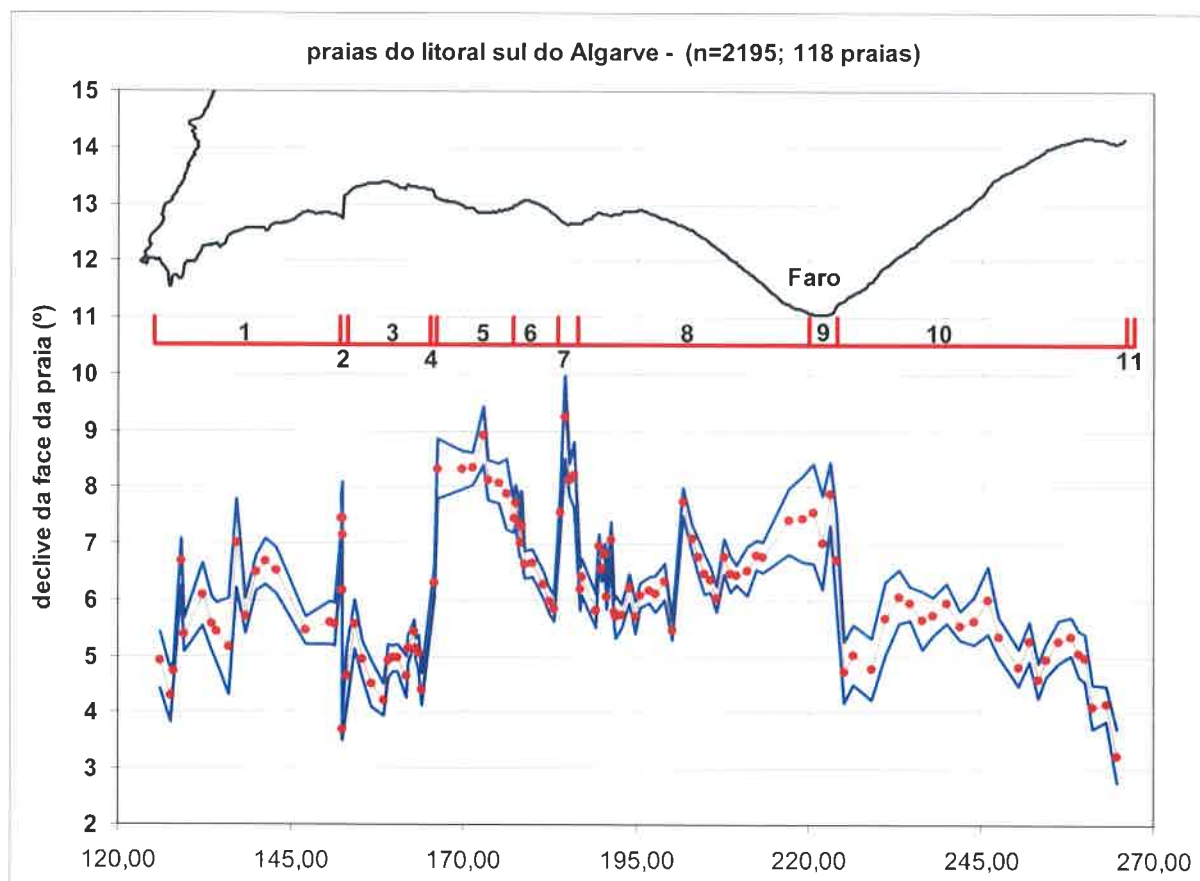


Figura 19 - Variação longitudinal do declive médio das praias do Algarve meridional (inclui valor médio e erro padrão da série de medições). Os troços assinalados numerados de 1 a 11 correspondem aos sectores identificados com inclinação da face da praia distinta (Teixeira, 2009).

Os resultados nas figuras anteriores mostram identidade granulométrica entre as praias de Quarteira e o Garrão. Trata-se de areia média, com diâmetros médios (D50) de 0.5mm (1.0phi), e teores de carbonato de 15%. O declive da praia da face da praia também é idêntico, com valores médios de 6.5° (11%).

Quadro IV - Parâmetros morfodinâmicos das praias a submeter a alimentação artificial

	Quarteira (A)	Forte Novo (B)	Trafal (C)	Vale Lobo (D)	Garrão (E)
Frente de mar (m)	1600m	1200m	1200m	1200m	1200m
Cota da berma (m-ZH)	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
Densidade enchimento (m3(m.l))	190	250	235	220	210
Aumento largura da praia (m)	30	45	40	35	30
declive face da praia (°)	6.5°	6.5°	6.5°	6.5°	6.5°
declive face praia (%)	(11%)	(11%)	(11%)	(11%)	(11%)
Volume enchimento (m3)	304.000	300.000	282.000	264.000	252.000
D50 mancha emprést. (phi)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
D50 mancha emprést. (mm)	(0.8mm)	(0.8mm)	(0.8mm)	(0.8mm)	(0.8mm)

5. MANCHA DE EMPRÉSTIMO

A Portaria nº 1450/2007, de 12 de Novembro do Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Ordenamento Regional, estabelece os parâmetros físico-químicos necessários à caracterização dos dragados (quadro V). Conforme o grau de contaminação definem-se cinco classes crescentes, desde a classe 1, material dragado limpo, à classe 5, material muito contaminado. De acordo com o nº 9 da mesma Portaria, na recarga de praia e assoreamentos artificiais com vista à utilização balnear, só podem ser utilizados materiais que se insiram na classe 1.

Quadro V – Anexo III da Portaria nº 1450/2007 de 12 de Novembro

Classificação de materiais de acordo com o grau de contaminação: metais (mg/kg), compostos orgânicos (ug/kg)

Parâmetro	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
Metais:					
Arsénio	< 20	20 – 50	50 – 100	100 – 500	> 500
Cádmio	< 1	1 – 3	3 – 5	5 – 10	> 10
Crómio	< 50	50 – 100	100 – 400	400 – 1 000	> 1 000
Cobre	< 35	35 – 150	150 – 300	300 – 500	> 500
Mercurio	< 0,5	0,5 – 1,5	1,5 – 3,0	3,0 – 10	> 10
Chumbo	< 50	50 – 150	150 – 500	500 – 1 000	> 1 000
Níquel	< 30	30 – 75	75 – 125	125 – 250	> 250
Zinco	< 100	100 – 600	600 – 1 500	1 500 – 5 000	> 5 000
Compostos orgânicos:					
PCB (soma)	< 5	5 – 25	25 – 100	100 – 300	> 300
PAH (soma)	< 300	300 – 2 000	2 000 – 6 000	6 000 – 20 000	> 20 000
HCB	< 0,5	0,5 – 2,5	2,5 – 10	10 – 50	> 50

A mancha de empréstimo a considerar na intervenção proposta deverá ser a mancha já identificada ao largo de Quarteira-Ancão (fig. 15), entre as batimétricas dos 15 e 35m (ZH), constituída por areias médias a grosseiras, com teores de carbonatos da ordem de 10% e com qualidade da classe 1 (areias limpas), de acordo com a Portaria nº 1450/2007, de 12 de Novembro do Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Ordenamento Regional.

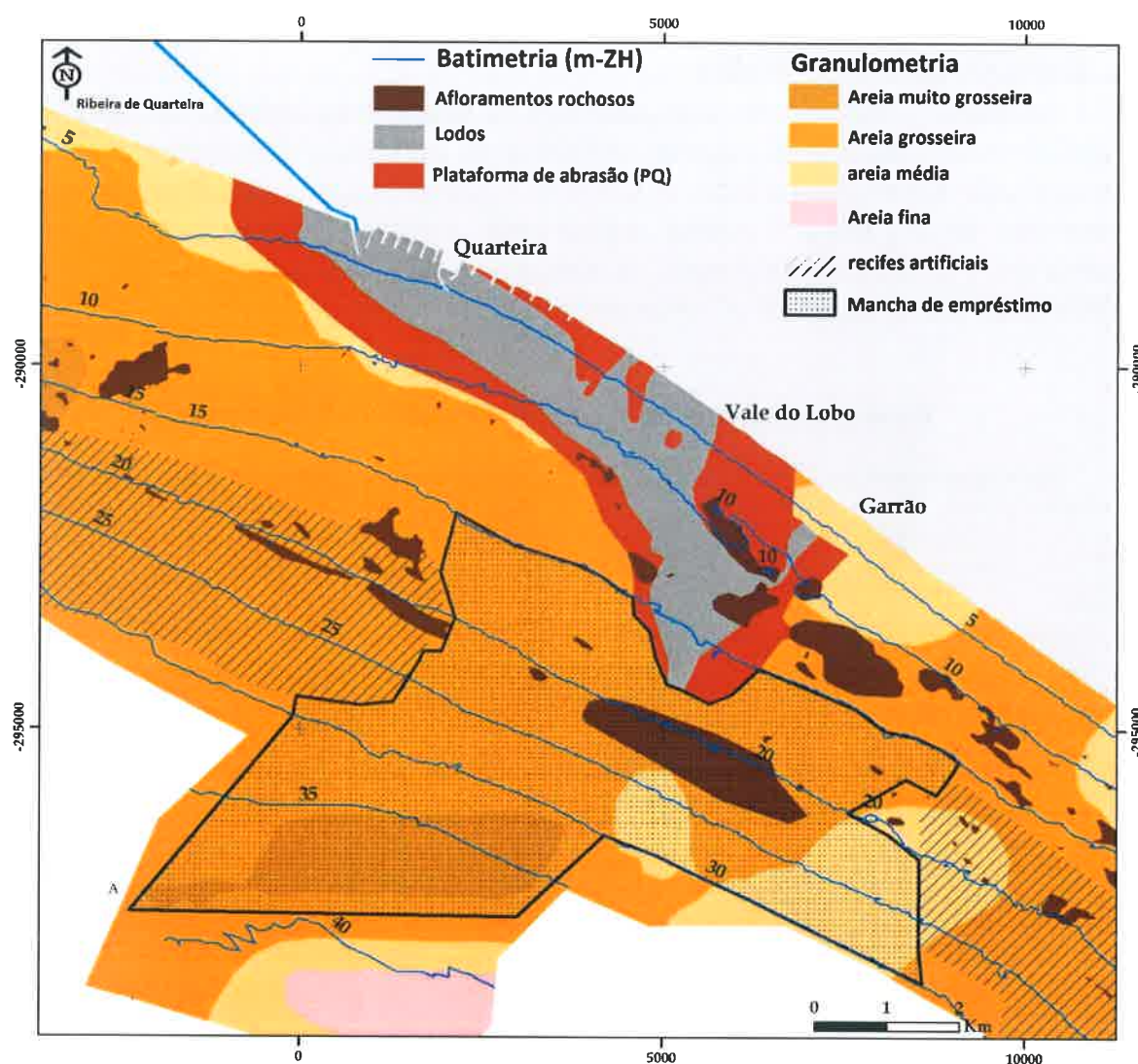


Figura 20 – Cartografia da zona submarina ao largo de Quarteira (adaptado de Teixeira *et al.*, 2019).

As reservas existentes na mancha de empréstimo a explorar foram recentemente avaliadas e estimam-se em cerca de 15.7Mm³. (Teixeira *et al.*, 2019) Foi, aliás, esta mancha que foi explorada em ambas intervenções de alimentação artificial de Vale do Lobo, com muito bons resultados. Os resultados disponíveis asseguram espessura da cobertura de, pelo menos, 60cm. A ser explorada esta mancha de empréstimo, verificar-se-á um decréscimo das reservas disponíveis em cerca de 9%.

Em todas as intervenções de alimentação artificial de praias executadas com recurso à exploração de manchas de empréstimo ao largo, incluindo as três intervenções de alimentação artificial da praia de Vale do Lobo e a operação de alimentação artificial das praias de Quarteira, verificou-se que os sedimentos presentes na zona submarina se enquadravam na classe 1 (fig.21, quadro VI), evidenciando a inexistência de qualquer contaminação nessa área.

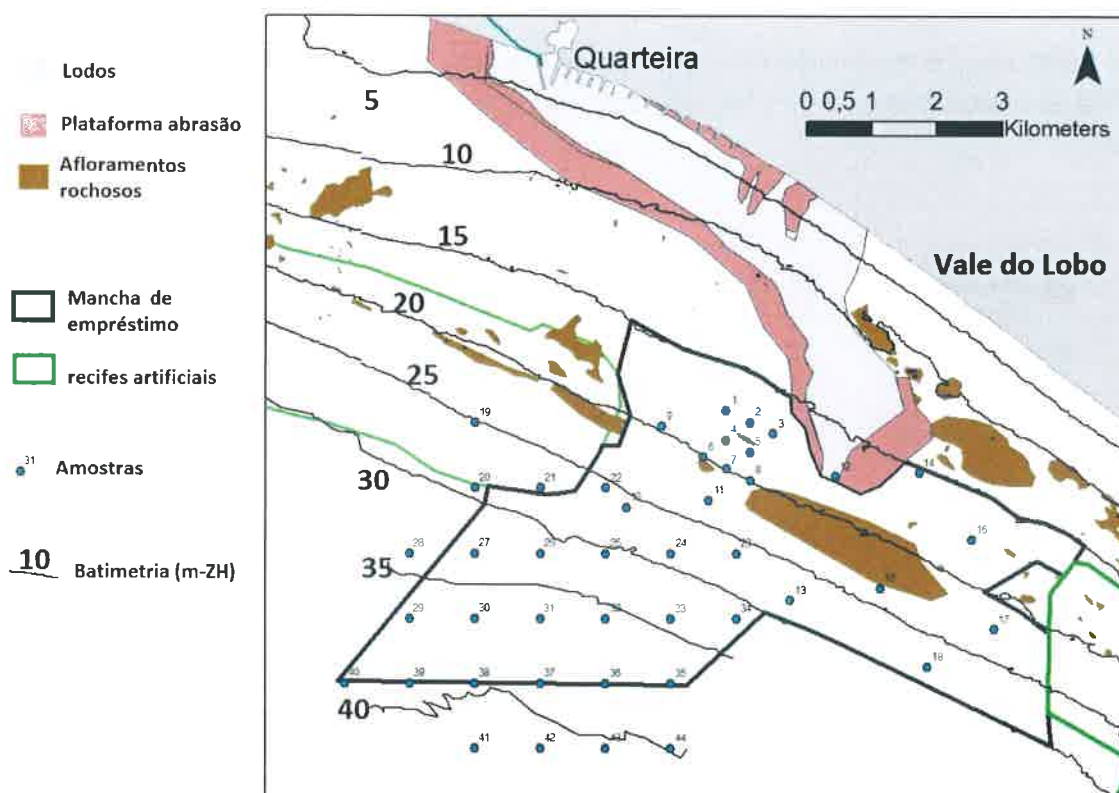


Figura 21– Localização da mancha de empréstimo e das amostras recolhidas para análise da qualidade dos sedimentos. Resultados das análises incluídos no Quadro VI.

Quadro VI – Resultados das análises físico-químicas dos sedimentos da mancha de empréstimo

refª ponto	data	D50 (phi)	profundidade m-ZH	Classe	Granulometria	refª ponto	data	D50 (phi)	profundidade m-ZH	Classe	Granulometria
1	2006	0,64	17,0	1	areia média	24	2017	0,40	29,0	1	areia média
2	2006	0,70	17,0	1	areia média	25	2017	0,28	30,0	1	areia média
3	2006	0,52	17,0	1	areia média	26	2017	0,51	32,0	1	areia média
4	2006	0,54	18,0	1	areia média	27	2017	0,40	33,0	1	areia média
5	2006	0,71	18,0	1	areia média	28	2017	0,51	34,0	1	areia média
6	2006	0,14	20,0	1	areia média	29	2017	0,89	37,0	1	areia média
7	2006	0,68	20,0	1	areia média	30	2017	-0,19	36,5	1	areia grossa
8	2006	0,62	20,0	1	areia média	31	2017	-0,19	36,0	1	areia grossa
9	2010	-0,10	19,0	1	areia grossa	32	2017	-0,13	35,5	1	areia grossa
10	2010	0,40	26,0	1	areia média	33	2017	-0,17	34,5	1	areia grossa
11	2010	0,09	23,0	1	areia média	34	2017	-0,26	31,5	1	areia grossa
12	2010	0,49	18,0	1	areia média	35	2017	-0,33	37,0	1	areia grossa
13	2010	3,02	28,0	1	Areia lodosa	36	2017	-0,28	38,0	1	areia grossa
14	2010	0,00	15,0	1	areia média	37	2017	-0,23	39,0	1	areia grossa
15	2010	-0,41	23,0	1	areia grossa	38	2017	-0,26	39,5	1	areia grossa
16	2010	-0,80	18,0	1	areia grossa	39	2017	-0,27	39,0	1	areia grossa
17	2010	2,38	23,0	1	Areia fina	40	2017	-0,24	39,0	1	areia grossa
18	2010	2,21	28,0	1	Areia fina	41	2017	2,81	41,0	1	Areia lodosa
19	2017	0,28	25,0	1	areia média	42	2017	2,68	41,0	1	Areia lodosa
20	2017	0,24	29,5	1	areia média	43	2017	2,63	40,5	1	Areia lodosa
21	2017	0,27	28,0	1	areia média	44	2017	2,95	40,0	1	Areia lodosa
22	2017	0,22	25,5	1	areia média	45	2017	2,46	42,0	1	Areia lodosa
23	2017	0,38	26,0	1	areia média						

Como mancha de empréstimo específica da presente intervenção será utilizada a área ao largo, entre as batimétricas de 23 a 31m, ocupando uma superfície de 2.8Km², conforme ilustrado na figura 22.

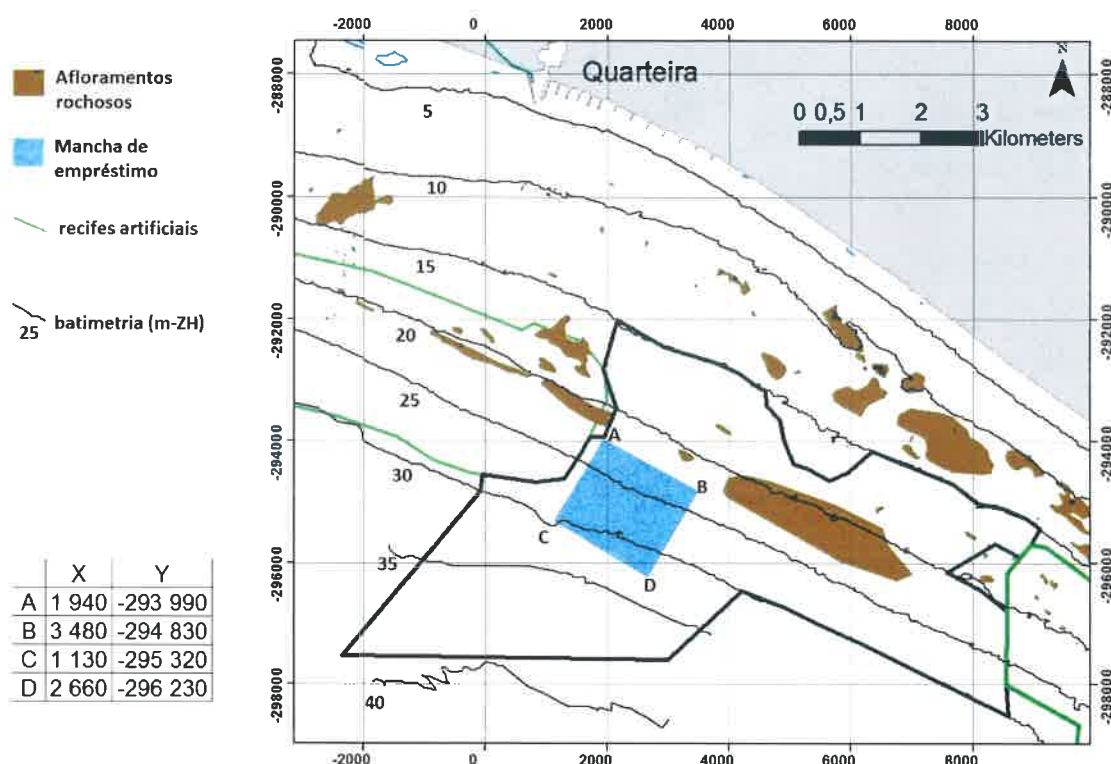


Figura 22– Localização da mancha de empréstimo (coordenadas ETRS 89-PT-TM06) a explorar no âmbito da presente intervenção.

5.1 AVALIAÇÃO DA ESPESSURA DA MANCHA DE EMPRÉSTIMO

No sentido de confirmar a espessura da mancha de empréstimo identificada ao largo do troço Quarteira- Garrão (fig.1) o empreiteiro deverá executar 26 sondagens (Tabela1) nos locais assinalados na figura 23, com uma espessura de 2.0 m de profundidade abaixo do leito do mar.

As sondagens deverão ter pelo menos 2.0m de espessura com recuperação integral do testemunho, que deverá ser fotografado. Deverá ser indicada a profundidade real em que cada sondagem foi executada. Em cada testemunho deverão ser analisadas 5 amostras: uma à superfície, outra a 0.5m de profundidade, outra a 1.0m de profundidade, outra a 1.5m de profundidade e a final a 2.0m de profundidade.

A metodologia para a amostragem superficial e vertical deverá ser a adequada aos objetivos do estudo, recomendando-se o sistema de *vibrocorer* dada a vasta utilização e fiabilidade comprovada neste tipo de trabalhos. Sempre que se revele necessário, o processo de amostragem poderá ser complementado com o auxílio de mergulhadores com experiência comprovada neste tipo de trabalhos.

As amostras deverão ser submetidas a análise granulométrica, à escala phi, com intervalos de 0.5phi entre peneiros. Deverão ser apresentados necessariamente os resultados da média e do desvio padrão, da granulometria de cada amostra. De cada amostra deverão ser enviadas fotografias da amostra molhada e da amostra seca.

Tabela VII – Coordenadas (PT TM 06 - ETRS89) e profundidade dos locais das sondagens

Sondagem	X	Y	Profundidade (m-ZH)
S1	5 745	- 298 260	35m
S2	7 290	- 298 500	33m
S3	8 890	- 299 380	34m
S4	2 750	- 297 330	37m
S5	4 890	- 297 390	33m
S6	6 920	- 297 330	28m
S7	8 510	- 297 380	25m
S8	940	- 296 365	37m
S9	645	- 296 375	36m
S10	2 210	- 296 300	33m
S11	3 300	- 296 290	32m
S12	4 790	- 296 300	28m
S13	6 430	- 296 345	24m
S14	7 530	- 295 950	19m
S15	-1 195	- 294 840	32m
S16	- 80	- 295 210	32m
S17	2 275	- 295 130	27m
S18	4 360	- 295 265	23m
S19	6 880	- 295 200	18m
S20	8 480	- 295 265	16m
S21	4 865	- 294 270	18m
S22	6 330	- 294 210	15m
S23	2 750	- 293 750	20m
S24	4 250	- 293 690	17m
S25	2 210	- 292 690	17m
S26	3 300	- 292 660	16m

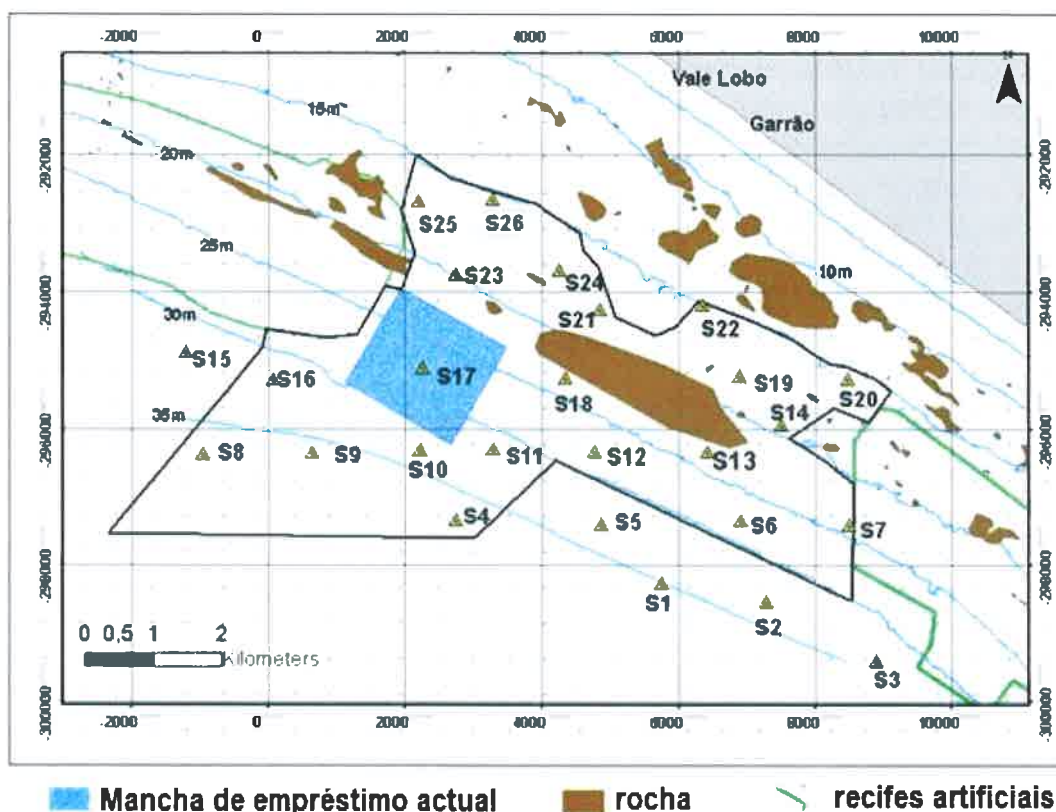


Figura 23- Localização dos pontos de execução de sondagens com 1.5m de espessura. Batimetria em metros referidos ao ZH (2m abaixo do Nível Médio do Mar). Coordenadas em PT TM 06 - ETRS89.

6. LONGEVIDADE DA INTERVENÇÃO

Considerando um modelo fechado, com uma única fronteira aberta a leste e tendo em consideração a magnitude do transporte longilitoral (c.100.000m³/ano), a execução da solução proposta (volume 1.4Mm³) permitiria a saturação do transporte por deriva litoral residual durante cerca de uma década e meia, cumprindo o programa de intervenção proposto no POOC (VV), para o troço em análise, durante o período de vigência deste Plano.

Enquanto se mantiver a praia reforçada, evitando o ataque direto da ondulação na base das arribas, as vertentes terão evolução exclusivamente dependente da erosão subaérea, de que resultará necessariamente ravinamento das suas faces expostas e subsequente deposição de cones de dejeção na sua base, à semelhança do que tem vindo a verificar-se nas arribas de Vale de Lobo (fig. 23). Estes cones acumulados na base das arribas constituem verdadeiras estruturas de defesa do pé dos taludes que conferem resistência adicional à erosão costeira, elemento natural suplementar de estabilidade das arribas. Esta estrutura natural adicional de defesa das arribas configura um benefício suplementar para a estabilidade do troço em causa, conferindo incremento temporal de salvaguarda do ataque direto das ondas na base das arribas.



Figura 24- Cones de dejeção depositados e preservados na base da arriba de Vale do Lobo. Foto de 23 mar 2019.

7. DESCRIÇÃO DOS TRABALHOS A EXECUTAR

O presente projeto visa a mitigação da erosão costeira no troço costeiro entre o Forte Novo e o Garrão e complementarmente a melhoria das condições de utilização das praias suportadas pelas arribas através do alargamento do areal da sua parte emersa, em média em cerca de 37.5 m. Em consequência desta intervenção será reforçada a capacidade deste troço costeiro em responder às solicitações da agitação marítima durante um período estimado em uma década e meia e será aumentada a capacidade balnear da praia.

7.1. LEVANTAMENTOS TOPOHIDROGRÁFICOS

O conjunto de intervenções a realizar será acompanhado por uma série de levantamentos toponomográficos, a fornecer pelo empreiteiro. Os levantamentos serão ligados à rede de **Coordenadas ETRS 89-PT-TM06**. Datum vertical: Zero Hidrográfico. De todos os levantamentos o empreiteiro fornecerá 2 cópias em papel, 2 cópias em vegetal e 2 CD com os respectivos ficheiros, no formato a definir pela Fiscalização. Os levantamentos iniciais devem estar concluídos e entregues à Fiscalização, antes do início das obras.

7.1.1 Praia

O levantamento inicial da área de intervenção será executado à escala 1:2000, segundo fiadas perpendiculares ao litoral, com equidistância de 20m. O levantamento cobrirá a área entre a crista da arriba e a batimétrica de -8m-ZH, na frente de mar entre o molhe nascente da Marina de Vilamoura e a

praia do Garrão. A área coberta, com uma superfície de 860 hectares é definida pelo polígono definido na figura 25.

Após o término dos trabalhos de alimentação artificial da praia será executada nova série de levantamentos topohidrográficos, a fornecer pelo empreiteiro, repartidos pela mancha de empréstimo (ao largo) e pelas praias submetidas a alimentação artificial. Nas peças a entregar deverão ser expressamente assinalados os elementos morfológicos notáveis, nomeadamente, a base e a crista da arriba.

Os levantamentos serão ligados à rede de **Coordenadas ETRS 89-PT-TM06**. Datum vertical: Zero Hidrográfico. De todos os levantamentos o empreiteiro fornecerá 2 cópias em papel, 2 cópias em vegetal e 2 CD com os respectivos ficheiros, no formato a definir pela Fiscalização. O levantamento cobrirá a área entre a crista da arriba e a batimétrica de -5m (ZH), na frente de mar entre o molhe nascente da Marina de Vilamoura e a praia do Garrão. A área coberta, com uma superfície de 410 hectares é definida pelo polígono delimitado definido na figura 25.

Os levantamentos finais devem estar concluídos e entregues à Fiscalização, até 2 semanas após a conclusão da obra.

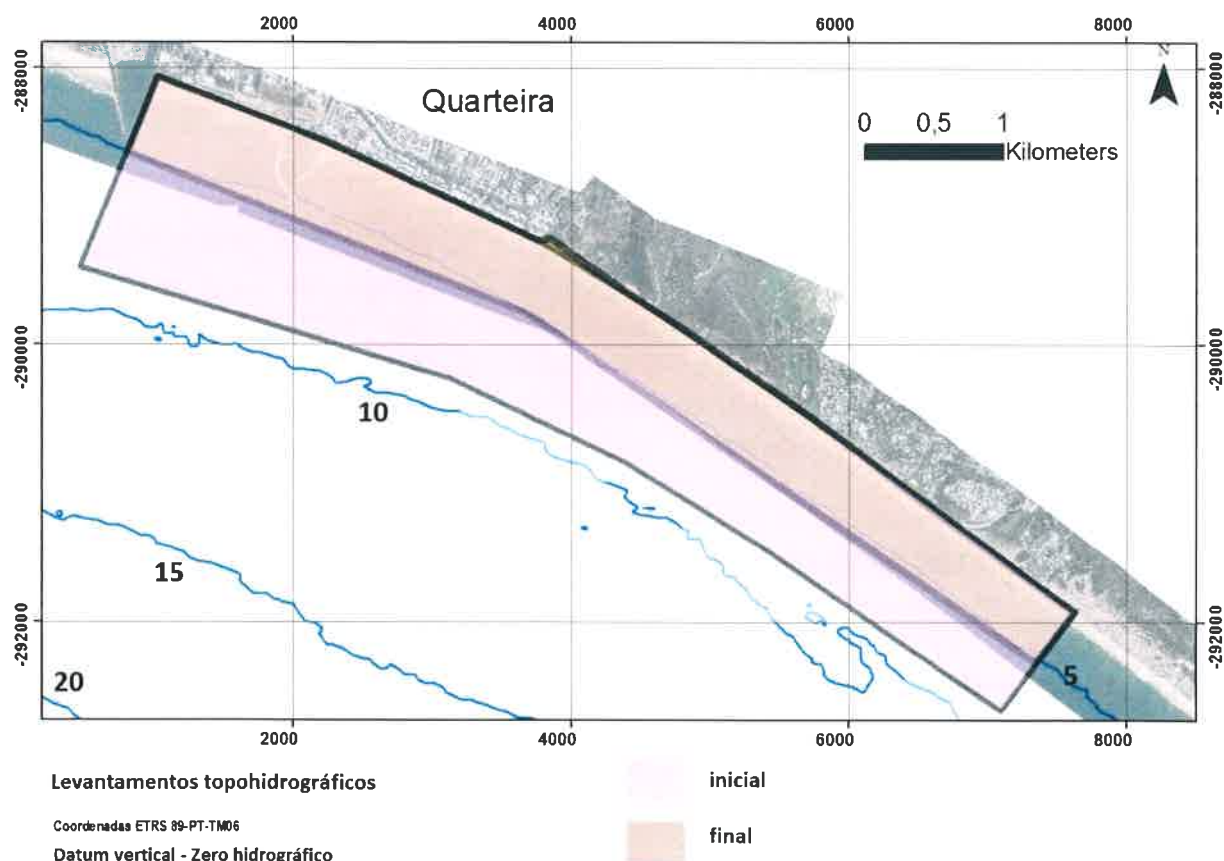


Figura 25 – Implantação das áreas do litoral a submeter a levantamento topohidrográficos inicial e final no âmbito da presente empreitada. Coordenadas ETRS 89-PT-TM06, Datum vertical- Zero Hidrográfico.

7.1.2 Mancha de empréstimo

Os levantamentos hidrográficos da mancha área de intervenção serão executados à escala 1:2000, com recurso a sonda multifeixe, com cobertura total, na área definida na figura 26. O levantamento inclui a mancha de empréstimo a explorar e uma área envolvente suplementar de segurança. A área coberta, com uma superfície de 600 hectares é definida pelo polígono delimitado definido na figura 26. Deverá ser executado um levantamento inicial, antes do início da exploração e outro levantamento final, após a conclusão dos trabalhos.

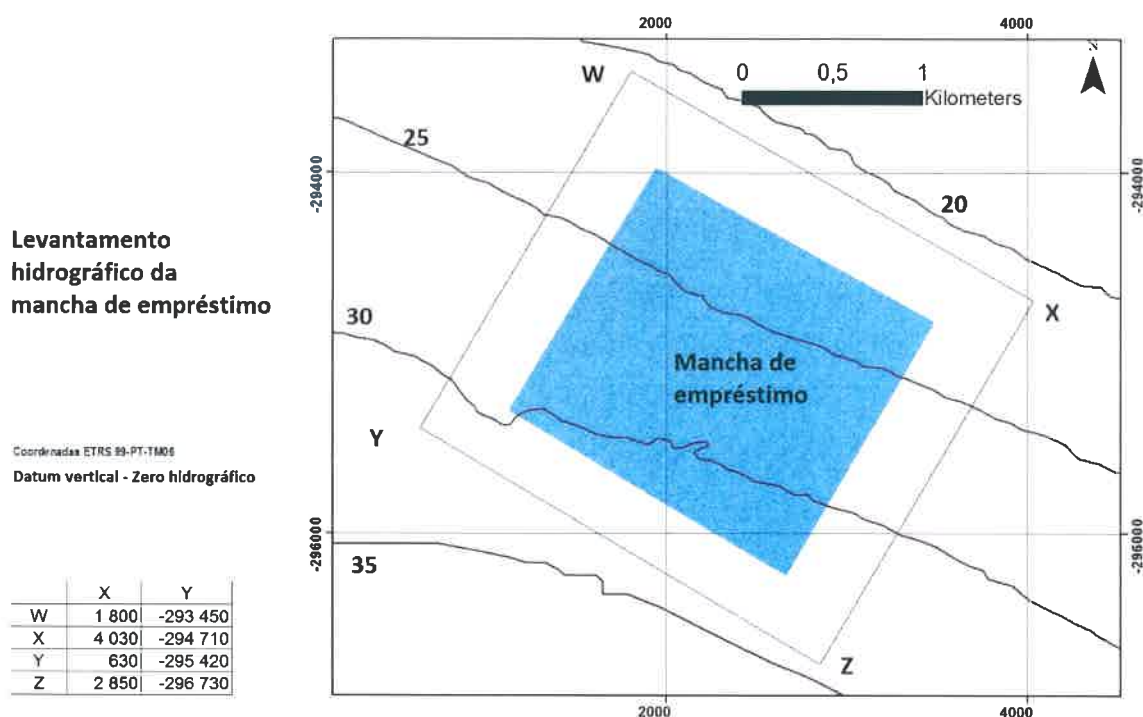


Figura 26 – Implantação das áreas ao largo a submeter a levantamentos hidrográficos inicial e final no âmbito da presente empreitada. Coordenadas ETRS 89-PT-TM06, Datum vertical- Zero Hidrográfico.

Os dois levantamentos da mancha de empréstimo serão comparados visando aferir o diferencial volumétrico entre ambos, que deverá ser cruzado com a informação obtida na comparação dos levantamentos iniciais e finais das praias submetidas a alimentação artificial.

7.2. COLHEITA E ANÁLISE DE SEDIMENTOS

7.2.1 Praia

Nas praias de todo o troço costeiro estão previstas duas campanhas de recolha de amostras de areia na face da praia, em 12 locais das praias submetida à intervenção, na face da praia, conforme ilustrado na figura 26. O empreiteiro deverá recolher 12 amostras antes do início da alimentação artificial da praia e 12 amostras no final do enchimento das praias. Especialmente, os locais de recolha distribuem-se por todo o troço, conforme ilustrado na figura 27.

As amostras recolhidas deverão ser submetidas a análises granulométricas, na escala phi, com intervalos de 0.5 phi entre peneiros sucessivos e deverá ser caracterizado o diâmetro médio e desvio padrão da distribuição granulométrica.

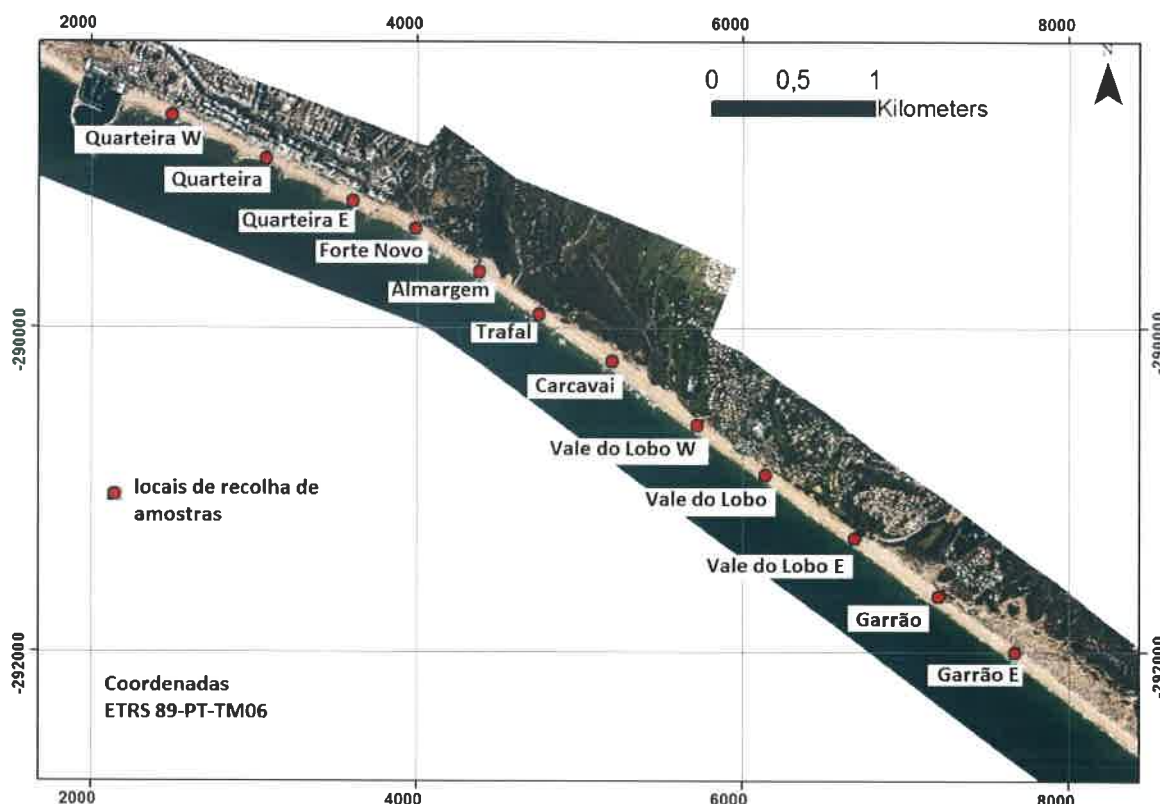


Figura 27 – Localização dos pontos de colheita de areia na face da praia, antes e após a alimentação artificial.

7.2.2 Mancha de empréstimo

No sentido de confirmar a caracterização granulométrica e físico-química, das areias da mancha de empréstimo (ao largo) o empreiteiro deverá proceder à recolha e análise de 21 amostras nos locais assinalados na figura 28. Em cada um dos 21 locais assinalados será recolhida uma amostra superficial.

As amostras recolhidas deverão ser submetidas a análises granulométricas, na escala phi, com intervalos de 0.5 phi entre peneiros sucessivos e deverá ser caracterizado o diâmetro médio e desvio padrão da distribuição granulométrica. Os sedimentos recolhidos na mancha de empréstimo, deverão ser submetidos a análise físico-química de acordo com a Portaria nº 1450/2007, de 12 de Novembro do Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Ordenamento Regional.

**Coordenadas das amostras a recolher
na mancha de empréstimo**

amostra	X	Y
M1	1 500	-295 000
M2	1 500	-295 400
M3	1 600	-294 650
M4	1 900	-294 400
M5	1 900	-294 800
M6	1 900	-295 200
M7	1 900	-295 600
M8	2 300	-294 200
M9	2 300	-294 600
M10	2 300	-295 000
M11	2 300	-295 400
M12	2 300	-295 800
M13	2 700	-294 450
M14	2 700	-294 800
M15	2 700	-295 200
M16	2 700	-295 600
M17	2 700	-296 000
M18	3 100	-294 650
M20	3 100	-295 000
M21	3 100	-295 400

Coordenadas ETRS 89-PT-TM06

Datum vertical - Zero hidrográfico

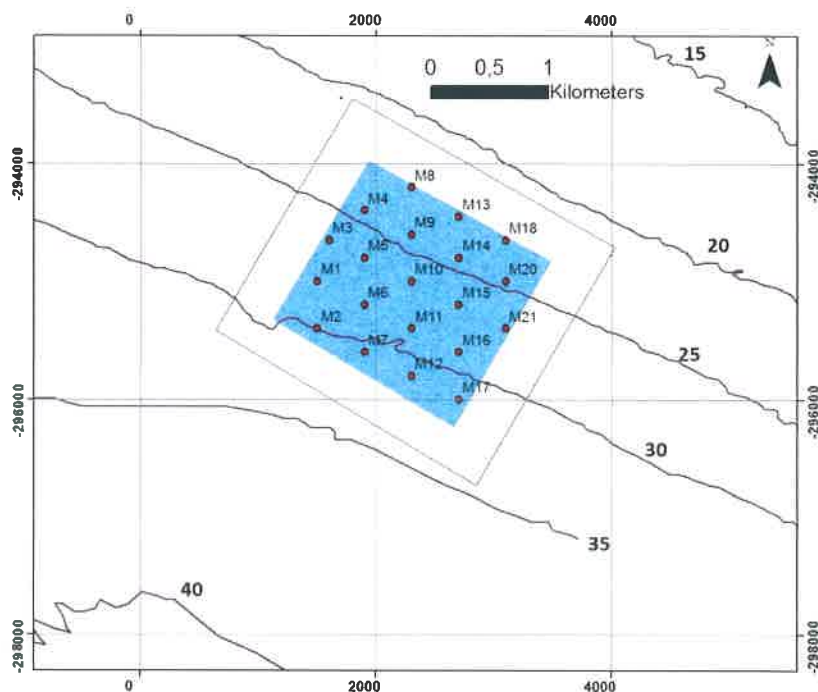


Figura 28 – Localização dos pontos de coleta de sedimentos na mancha de empréstimo para análise granulométrica e análise físico-química de acordo com a Portaria nº 1450/2007, de 12 de Novembro do Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Ordenamento Regional

7.3. ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL DA PRAIA

A obra que se pretende executar é muito simples, consistindo na dragagem dos sedimentos existentes ao largo na mancha de empréstimo, com área de 2.8km², transporte em draga e subsequente repulsão para a zona emersa da praia num frente de mar de 6.6Km. até à obtenção dos perfis de enchimento reproduzidos nas figuras 15 e 16.

7.3.1 Exploração da mancha de empréstimo

A exploração da mancha de empréstimo consiste na sucção dos sedimentos existentes na mancha de empréstimo, com pelo menos 60cm de espessura, admitindo que em parte considerável da mancha, a espessura ultrapasse 1m, valor que deve ser entendido como a espessura máxima de exploração.

A exploração da mancha de empréstimo deve ser feita de forma extensiva, distribuída por toda a área, por forma a assegurar que a permanência de parte das comunidades bentónicas existentes no substrato arenoso.

7.3.2 Enchimento da praia

O enchimento das praias será executado por repulsão da areia oriunda da mancha de para a zona subaérea da praia e posteriormente espalhado até obtenção do perfil final, com maquinaria adequada ao longo da frente de mar da obra. Os acessos de maquinaria às praias devem ser previamente analisados pelo empreiteiro e sujeitos à aprovação pela fiscalização, no sentido de avaliar o método de colocação na praia.

8. CRONOGRAMA DOS TRABALHOS

O prazo total de execução da obra é de sete meses (30 semanas). Prevê-se que os trabalhos de bombagem e repulsão decorram num período máximo de 6 meses (Quadro VII), a que corresponde um rendimento médio de 9.333m³/dia, considerando período de laboração de 24h/dia e estimando uma fracção de cerca de 1/6 (30 dias) de paragem dos trabalhos para reabastecimento, para condições adversas de agitação marítima, para deslocação do equipamento de repulsão e espalhamento entre praias. A este período de bombagem e repulsão acresce um período de 1 mês para levantamentos topo-hidrográficos iniciais e finais.

Quadro VIII – Cronograma dos trabalhos

CRONOGRAMA DOS TRABALHOS																															
Tarefa/semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Montagem de estaleiro																															
Levantamento topohidrográfico inicial da praia e arriba																															
Levantamento hidrográfico inicial da mancha de empréstimo																															
Colheita de sedimentos na praia e na mancha de empréstimo e execução das análises físico-químicas																															
Dragagem da mancha de empréstimo, carga, transporte, deposição e espalhamento nas praias do troço costeiro Quarteira-Garrão																															
Levantamento topohidrográfico final da praia																															
Levantamento hidrográfico final da mancha de empréstimo																															
Colheita de sedimentos na praia e execução das análises granulométricas																															
Desmontagem de estaleiro																															

ANEXO – Mapa de trabalhos e quantidades

Agradecimentos

O autor agradece a Câmara Municipal de Loulé (Ana Matos Lima) e Docapesca (Sr. Santana) a consulta e cedência de peças cartográficas antigas. O autor agradece reconhecidamente a Maria João Pires o apoio no desenho das peças cartográficas e a António José Bentes, a colaboração nos levantamentos topográficos.

Faro, março de 2020

Sebastião Braz Teixeira
(Investigador Auxiliar)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASCOM, W. (1951) – The relationship between sand size and beach face slope. *Trans. American Geophysical Union*, v.32, nº 6, pp. 163-1980.
- CONSULMAR (1995) - Impacte da construção do novo Porto de Pesca no trânsito aluvionar e na configuração das praias. Estudos Complementares. Relatório Preliminar, 32p. (Relatório não publicado).
- CORREIA, F., DIAS, J. A. & BOSKI, T. (1995) - Determinação do recuo das arribas situadas a oriente de Quarteira por reconstituição fotogramétrica: Evolução entre 1958 e 1991. *Com. 8º Congresso Algarve*, pp. 405-411.
- COSTA, M., SILVA, R. & VITORINO, J. (2001) – Contribuição para o estudo do clima de agitação marítima na costa portuguesa. *Com. 2ª Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária*. Associação Nacional de Navegação. Sines. CD-ROM, 20p.
- DIAS, J. A. & TABORDA, R. (1998) – Evolução recente do nível médio do mar em Portugal. *Anais do Instituto Hidrográfico*, 9, pp. 83-97.
- FOLK, R. L. & WARD, W. C. (1957) - Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal Sedimentary Petrology*, 27, pp 3-26.
- HIDROPROJECTO (1998) – Plano de Ordenamento da Orla Costeira (Vilamoura-Vila Real de Santo António). Vol. 2, Tomo I, Estudos Complementares aos Estudos Base. 27p.
- KOMAR, P. (1998) .- Beach processes and sedimentation (2ª edição). *Prentice Hall*, New Jersey, 544p.
- MANUELLA, G. (1992) - Carta Geológica da Região do Algarve. Escala 1/100.000. *Serv. Geol. Port.*, Lisboa.
- MARQUES, F. M. S. F. (1991) - Taxas de recuo das arribas do litoral sul do Algarve e sua importância na avaliação de riscos geológicos. *Com. Sem. Eurocoast: A zona costeira e os problemas ambientais*. Aveiro, pp. 100-108.
- MARQUES, F. M. S. F. (1997) - As arribas do litoral do Algarve. Dinâmica, Processos e Mecanismos. Dissertação Doutorado. *Universidade de Lisboa*, 556p, (não publicado).
- OLIVEIRA, S., CATALÃO, J. & DIAS, J.M.A. (2003) – Mean cliff retreat rate tendencies for Forte Novo-Garrão (Algarve-Portugal). *Thalassas*, 19 (2b), Vigo, pp. 210-211.
- OLIVEIRA, S. (2005) – Estudo recente da linha de costa no troço costeiro Forte Novo-Garrão (Algarve). Dissert. Mestrado, Faculdade de Ciências de Lisboa, p. (não publicado).
- PESSANHA, L. E. V. & PIRES, H. N. O. (1981) – Elementos sobre o clima de agitação marítima na costa sul do Algarve. Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica.
- PIRES, H. O. (1989) – Alguns aspectos do clima de agitação marítima de interesse para a navegação da costa de Portugal. O Clima de Portugal. Fasc. XXXVII, vol. 2. Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica, Lisboa, 34p.
- SHORT, A. D. (1999) – Wave dominated beaches. In *Handbook of beach and shoreface morphodynamics*, edited by Short, A. D., Wiley, pp. 173-203.
- TEIXEIRA, S. B. (2005) – Evolução holocénica do litoral em regime transgressivo: o caso da Costa de Quarteira (Algarve, Portugal). *Proceedings Iberian Coastal Holocene Paleoenvironmental Evolution*, Lisboa, pp. 121-124.
- TEIXEIRA, S. B. (2009) – Demarcação do leito e da margem das águas do mar no litoral sul do Algarve. *Administração da Região Hidrográfica do Algarve*. Faro, 207p.

TEIXEIRA, S. B. (2019) – Beach nourishment as a coastal management solution to mitigate soft cliff erosion on Quarteira Coast (Algarve-Portugal). *5ª Conferência sobre Morfodinâmica Estuarina e Costeira (MEC2019). Livro de Resumos*, Lisboa pp.33-34.

TEIXEIRA, S. B., PINTO, C. & ROSA, M. (2019) – Off-shores sources of beach-fill material in Quarteira (Algarve-Portugal). *5ª Conferência sobre Morfodinâmica Estuarina e Costeira (MEC2019). Livro de Resumos*, Lisboa pp.85-86.

WRIGHT, L. D. & SHORT, A. D. (1984) – Morphodynamic variability of surf zones: a synthesis. *Marine Geology*, 52, pp. 339-364.

Agência Portuguesa do Ambiente I.P. / Administração da Região Hidrográfica do Algarve



ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL DO TROÇO COSTEIRO QUARTEIRA-GARRÃO

ESTIMATIVA ORÇAMENTAL

Artigo		unidade	quantidade	preço unitário	total
1	ESTALEIRO				
1.1	Montagem e manutenção do estaleiro	vg	1		0 €
1.2	Fornecimento e colocação de placa de identificação da obra	n	1		0 €
1.3	Fornecimento e colocação de placa informativa	n	2		0 €
1.4	Desmontagem do estaleiro, incluindo arranjo e limpeza final da zona ocupada	vg	1		0 €
	total estaleiro				0 €
2	ANÁLISES DE SEDIMENTOS				
2.1	Análises granulométricas das areias da praia	n	20		0 €
2.2	Granulometria e análises da qualidade dos sedimentos da mancha de empréstimo (Portaria nº 1450/2007, de 12 de Novembro)	n	50		0 €
	total análises de sedimentos				0 €
3	SONDAGENS AO LARGO				
3.1	Execução de sondagens e colheita de amostras	n	26		0 €
3.2	Análises granulométricas das areias das sondagens	n	130		0 €
4	ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL DA PRAIA				
4.1	Mobilização de equipamento associado à exploração da mancha de empréstimo, carga, transporte, descarga e espalhamento de areia nas praias do troço costeiro Quarteira-Garrão	vg	1		0 €
4.2	Sucção. Transporte, descarga e espalhamento de areia nas praias do troço costeiro Quarteira-Garrão	m3	1 400 000		0 €
4.3	Desmobilização de equipamento associado à exploração da mancha de empréstimo, carga, transporte, descarga e espalhamento de areia nas praias do troço costeiro Quarteira-Garrão	vg	1		0 €
	total obra de dragagem				0 €
5	LEVANTAMENTOS TOPO-HIDROGRÁFICOS				
5.1	Levantamento topo-hidrográfico inicial da praia e da arriba (Escala 1/2000)	há	860		0 €
5.2	Levantamento hidrográfico inicial da mancha de empréstimo (Escala 1/2000)	há	600		0 €
5.3	Levantamento topo-hidrográfico final da praia e da arriba (Escala 1/2000)	há	410		0 €
5.4	Levantamento hidrográfico final da mancha de empréstimo (Escala 1/2000)	há	600		0 €
5.5	Levantamento hidrográfico multifeixe ao largo de Quarteira (25-40m)	há	3000		0 €
	total levantamentos topo-hidrográficos				0 €

ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL DO TROÇO COSTEIRO QUARTEIRA-GARRÃO (LOULÉ)


Diretor Regional da Administração
da Região Hidrográfica do Algarve
Pedro Coelho



praia do Forte Novo, 1 Março de 2010, sob ondulação de tempestade

ADENDA AO PROJETO DE EXECUÇÃO

Faro, setembro 2023

1. ENQUADRAMENTO

Na sequência do processo de Avaliação de Impacte Ambiental do projecto de execução da alimentação artificial do troço costeiro Quarteira-Garrão, da respectiva Declaração de Impacte Ambiental (DIA) resultou um conjunto de medidas a observar.

De entre as medidas emanadas da DIA, constam medidas de minimização a integrar no projecto de execução, que se transcrevem:

1. Ajustar a mancha de empréstimo, por forma a inscreve-la totalmente nos limites previstos no PSOEM;
2. Ajustar o layout final de modo a preservar o património cultural existente, nomeadamente os vestígios arqueológicos n.º 15 Loulé Velho (CNS 745), n.º 28 Pontapé, n.º 35 Quarteira Submersa (CNS 4154 e 22203), n.º 41 Praia do Forte Novo (CNS 13630), n.º 45 Trafal (CNS 36652) e n.º 46 Forte Novo 2 (CNS 40998). Este património e outros sítios arqueológicos devem ser, tanto quanto possível e em função do seu valor patrimonial, conservados *in situ*, para que não se degrade o seu estado de conservação. A afetação irreversível de vestígios arqueológicos implica trabalhos de escavação integral dos sítios arqueológicos e trabalhos de conservação preventiva complementares.
3. Assegurar que o cronograma da obra compreende o tempo necessário à boa execução das medidas, designadamente em termos de salvaguarda do Património Cultural.

De forma a concretizar estas imposições da DIA, foi elaborada a presente adenda ao projecto de execução, que dele passa a fazer parte integrante.

2. INTEGRAÇÃO DAS MEDIDAS DA DIA NO PROJECTO

Apresenta-se, de seguida, a formalização das adaptações de projecto, em resposta a cada uma das medidas.

a. Ajustar a mancha de empréstimo, por forma a inscrevê-la totalmente nos limites previstos no PSOEM

Para integração desta medida, procedeu-se à reformulação do projecto, no que concerne a este aspecto em particular.

Em conformidade, como mancha de empréstimo específica da presente intervenção será utilizada a área ao largo, entre as batimétricas de 23 a 30m, ocupando uma superfície de 2.0 Km², conforme ilustrado na figura infra.

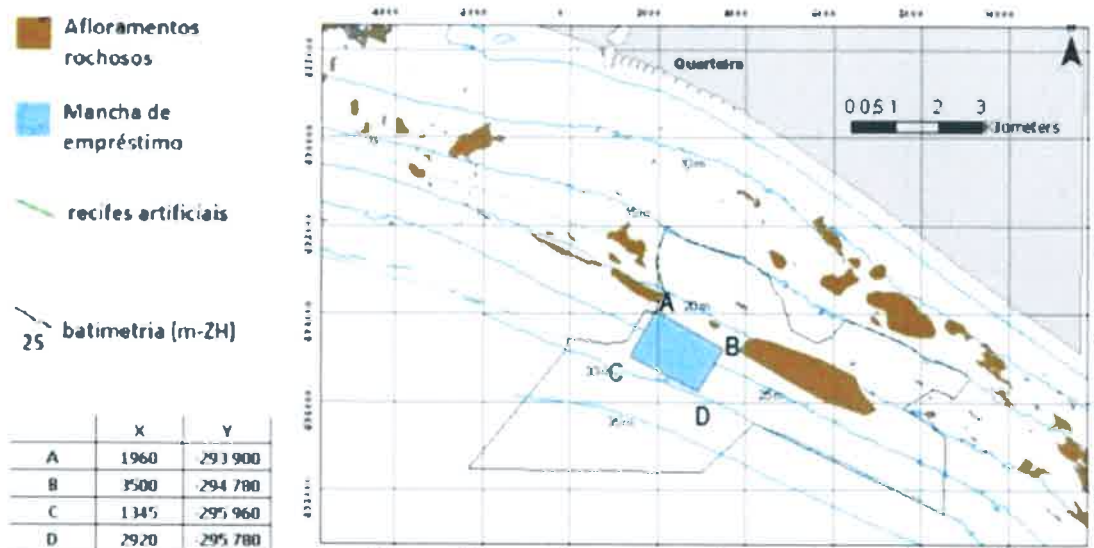


Figura 1 - Localização da mancha de empréstimo (coordenadas ETRS 89-PT-TM06) a explorar no âmbito da intervenção

Esta alteração obriga a um ajuste dos levantamentos hidrográficos da mancha da área de intervenção. Assim, estes passarão a cobrir uma área de 500 hectares, conforme o polígono constante da imagem infra.

Levantamento hidrográfico
da mancha de empréstimo

Coordenadas ETRS 89-PT-TM06

Datum vertical - Zero
Hidrográfico

	X	Y
X	1800	293 1400
W	6620	294 700
Y	850	295 050
Z	3080	296 300

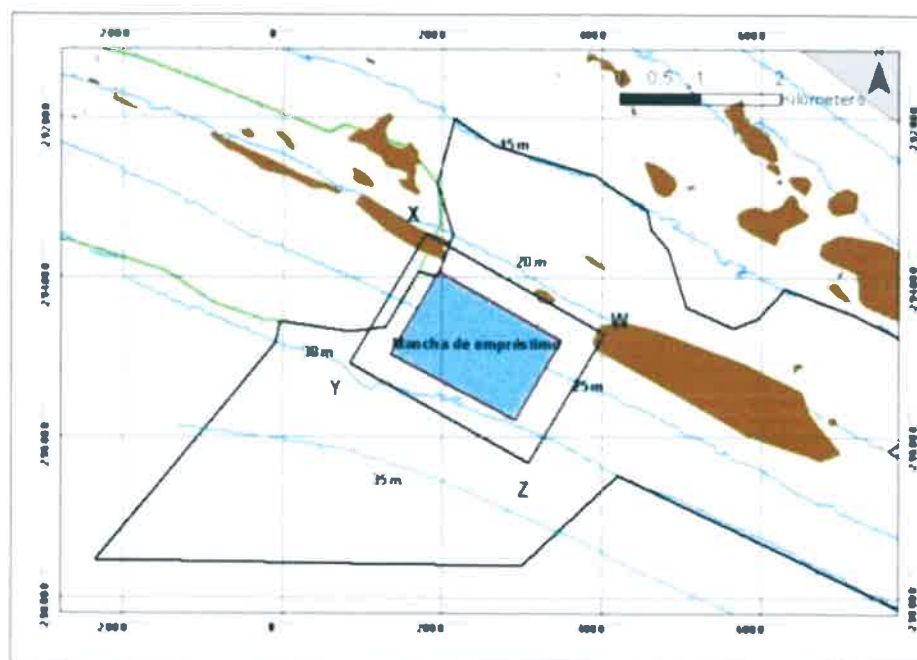


Figura 2 - Implantação das áreas ao largo a submeter a levantamentos hidrográficos inicial e final no âmbito da presente empreitada. Coordenadas ETRS 89-PT-TM06, Datum vertical- Zero Hidrográfico

Desta forma, a mancha de empréstimo encontra-se totalmente inscrita nos limites previstos no PSOEM.

b. Ajustar o layout final de modo a preservar o património cultural existente, nomeadamente os vestígios arqueológicos (...)

A fim de acautelar este requisito, são estabelecidas restrições à exploração da mancha de empréstimo.

Na área da mancha de empréstimo existem 2 locais arqueológicos, o que implica a existência de condicionantes à sua exploração. Ao redor desses dois locais, assinalados na figura infra (P e V), é estabelecida a interdição à exploração da mancha de empréstimo, num raio de 100 m em torno de cada um.

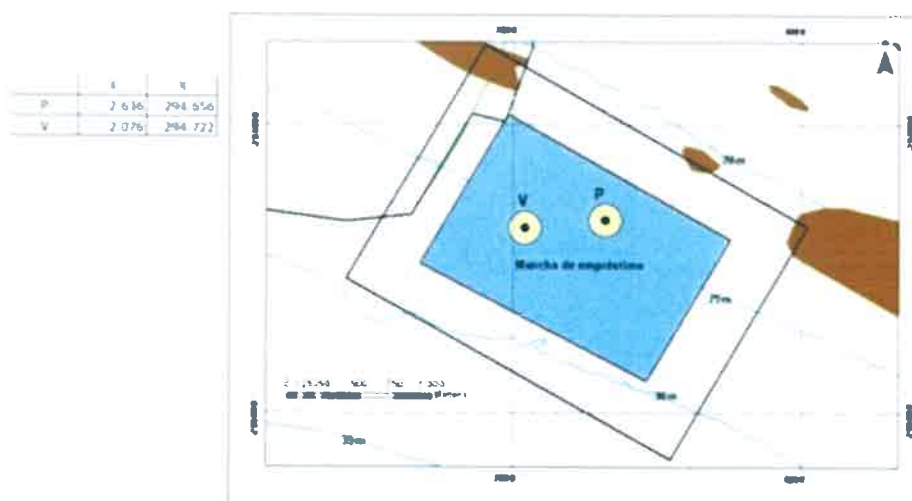


Figura 3 - Áreas com restrições de exploração de empréstimo (coordenadas ETRS 89-PT-TM06) a explorar no âmbito da presente intervenção

Encontram-se assim salvaguardados os elementos patrimoniais identificados, concretamente os vestígios arqueológicos inventariados.

c. Assegurar que o cronograma da obra compreende o tempo necessário à boa execução das medidas, designadamente em termos de salvaguarda do Património Cultural

Em cumprimento desta medida, procedeu-se à alteração do cronograma de obra, preconizado em sede do projecto de execução.

Assim, e de forma a acautelar o cumprimento das medidas de salvaguarda do Património Cultural, concretamente os trabalhos de prospecção que devem anteceder a execução das mobilizações de sedimento, o cronograma passa a ser o seguinte:

CRONOGRAMA DOS TRABALHOS

Tarefa/semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
Trabalhos de prospeção patrimonial																																			
Montagem de estaleiro																																			
Levantamento topohidrográfico inicial da praia e arriba																																			
Levantamento hidrográfico inicial da mancha de empréstimo																																			
Colheita de sedimentos na praia e na mancha de empréstimo e execução das análises físico-químicas																																			
Dragagem da mancha de empréstimo, carga, transporte, deposição e espalhamento nas praias do troço costeiro Quarteira-Garrão																																			
Levantamento topohidrográfico final da praia																																			
Levantamento hidrográfico final da mancha de empréstimo																																			
Colheita de sedimentos na praia e execução das análises granulométricas																																			
Desmontagem de estaleiro																																			

Da mesma forma, e tendo sido adaptada a mancha de empréstimo por forma a inscrevê-la totalmente nos limites previstos no PSOEM, foi corrigido o mapa de quantidades no que respeita à área de levantamento hidrográfico, estando o mesmo em anexo à presente adenda.

Agência Portuguesa do Ambiente I.P. / Administração da Região Hidrográfica do Algarve

ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL DO TROÇO COSTEIRO QUARTEIRA-GARRÃO



ESTIMATIVA ORÇAMENTAL

Artigo		unidade	quantidade	preço unitário	total
1	ESTALEIRO				
1.1	Montagem e manutenção do estaleiro	vg	1		0 €
1.2	Fornecimento e colocação de placa de identificação da obra	n	1		0 €
1.3	Fornecimento e colocação de placa informativa	n	2		0 €
1.4	Desmontagem do estaleiro, incluindo arranjo e limpeza final da zona ocupada	vg	1		0 €
	total estaleiro				0 €
2	ANÁLISES DE SEDIMENTOS				
2.1	Análises granulométricas das areias da praia	n	20		0 €
2.2	Granulometria e análises da qualidade dos sedimentos da mancha de empréstimo (Portaria nº 1450/2007, de 12 de Novembro)	n	50		0 €
	total análises de sedimentos				0 €
3	SONDAGENS AO LARGO				
3.1	Execução de sondagens e colheita de amostras	n	26		0 €
3.2	Análises granulométricas das areias das sondagens	n	130		0 €
4	ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL DA PRAIA				
4.1	Mobilização de equipamento associado à exploração da mancha de empréstimo, carga, transporte, descarga e espalhamento de areia nas praias do troço costeiro Quarteira-Garrão	vg	1		0 €
4.2	Sucção. Transporte, descarga e espalhamento de areia nas praias do troço costeiro Quarteira-Garrão	m3	1 400 000		0 €
4.3	Desmobilização de equipamento associado à exploração da mancha de empréstimo, carga, transporte, descarga e espalhamento de areia nas praias do troço costeiro Quarteira-Garrão	vg	1		0 €
	total obra de dragagem				0 €
5	LEVANTAMENTOS TOPO-HIDROGRÁFICOS				
5.1	Levantamento topo-hidrográfico inicial da praia e da arriba (Escala 1/2000)	há	860		0 €
5.2	Levantamento hidrográfico inicial da mancha de empréstimo (Escala 1/2000)	há	500		0 €
5.3	Levantamento topo-hidrográfico final da praia e da arriba (Escala 1/2000)	há	410		0 €
5.4	Levantamento hidrográfico final da mancha de empréstimo (Escala 1/2000)	há	500		0 €
5.5	Levantamento hidrográfico multifeixe ao largo de Quarteira (25-40m)	há	3000		0 €
	total levantamentos topo-hidrográficos				0 €

Faro, Novembro de 2023

