

*Apelo o projeto de
execução
13/08/2019*

MIGRAÇÃO SEDIMENTAR PARA A PRAIA DO VAU (PORTIMÃO)

O Diretor Regional da Administração
da Região Hidrográfica do Algarve
José Pacheco



praia do Vau e praia dos Careanos, 1 Março de 2010, sob ondulação de tempestade

PROJETO DE EXECUÇÃO

Elaborado por
Sebastião Braz Teixeira

Faro, Agosto 2019

Migração sedimentar para a praia do Vau (Portimão)

Sebastião Braz Teixeira

ÍNDICE GERAL

1. INTRODUÇÃO	4
2. CARACTERIZAÇÃO DA ZONA DE INTERVENÇÃO.....	5
2.1 Hidrodinâmica.....	5
2.1.1 Maré	5
2.1.2 Agitação marítima	5
2.2 Enquadramento morfodinâmico.....	6
2.3 Dinâmica sedimentar.....	9
2.3.1 Evolução da praia da Rocha.....	10
2.3.2 Evolução do troço Vau-Rocha.....	12
2.4 Granulometria nativa da areia da praia da Rocha e da praia do Vau.....	13
2.5 Qualidade dos sedimentos da mancha de empréstimo	15
3. JUSTIFICAÇÃO E DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO DE INTERVENÇÃO.....	16
3.1 Exploração da mancha de empréstimo.....	16
3.2 Alimentação artificial das praias entre o Vau e a Rocha	17
4. DESCRIÇÃO DOS TRABALHOS A EXECUTAR	20
4.1 Levantamentos topohidrográficos iniciais.....	20
4.2 Colheita e análise de sedimentos	21
4.2.1 Mancha de empréstimo.....	21
4.2.2 Praia.....	21
4.3 Alimentação artificial da praia.....	22
4.3.1 Exploração da mancha de empréstimo.....	22
4.3.2 Enchimento da praia.....	22
4.4 Levantamentos topohidrográficos finais.....	22
4.4.1 Praia e Mancha de empréstimo.....	22
5. CRONOGRAMA DOS TRABALHOS.....	23
6. ESTIMATIVA ORÇAMENTAL E TIPO DE CONTRATAÇÃO.....	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25
ANEXO: MAPA DE QUANTIDADES.....	27

ÍNDICE DOS QUADROS

Quadro I -	Níveis característicos das marés em Lagos.....	5
Quadro II -	Valores médios dos parâmetros escalares da agitação marítima.....	5
Quadro III -	Intervenções de alimentação artificial no troço entre a praia do Vau e a praia de Rocha.....	8
Quadro IV -	Parâmetros morfodinâmicos da praia a submeter a alimentação artificial.....	15
Quadro V -	Anexo III da Portaria nº 1450/2007 de 12 de Novembro.....	15
Quadro VI -	Parâmetros dimensionais da mancha de empréstimo	17
Quadro VII -	Parâmetros morfodinâmicos e de projecto da praia a alimentar.....	18
Quadro VIII -	Cronograma dos trabalhos.....	24

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.....	6
Figura 3 -	Distribuição da frequência relativa (%) dos rumos da agitação marítima	6
Figura 4 -	Localização dos desmoronamentos registados no período 1998-2018.....	7
Figura 5 -	Praia da Rocha antes e após a alimentação artificial	8
Figura 6 -	Localização dos perfis de controle.....	9
Figura 7 -	Evolução temporal do perfil R3 na praia da Rocha	10
Figura 8 -	Fotografia aérea da praia da Rocha entre 1958 e 2015	10
Figura 9 -	Evolução temporal do traçado da isolinha do nível médio do mar na praia da Rocha.....	11
Figura 10 -	Evolução temporal da largura média das praias do troço Vau-Rocha e da praia da Rocha	12
Figura 11 -	Variação longilitoral do diâmetro médio das areias da face da praia do litoral sul do Algarve.....	13
Figura 12 -	Variação longilitoral do teor de carbonatos das areias das praias do Algarve sul.....	14
Figura 13 -	Variação longilitoral do declive médio das praias do Algarve meridional.....	14
Figura 14 -	Localização das 6 áreas de intervenção.....	17
Figura 15 -	Perfil tipo da praia a submeter à alimentação na praia dos Careanos.....	18
Figura 16 -	Perfil tipo da praia a submeter à alimentação na praia do Amado.....	19
Figura 17 -	Perfil tipo da praia a submeter à alimentação na praia dos Três Castelos	19
Figura 18 -	Implantação da área a submeter a levantamento topohidrográfico inicial	20
Figura 19 -	Localização dos pontos de colheita de sedimentos para análise na mancha de empréstimo e praias.....	21
Figura 20 -	Implantação das áreas a submeter a levantamentos topohidrográficos no final da empreitada.....	23

ANEXO Mapa de Quantidades

MIGRAÇÃO SEDIMENTAR PARA A PRAIA DO VAU (PORTIMÃO)

PROJETO DE EXECUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

O presente projeto integra-se no conjunto de intervenções constantes do Plano de Ordenamento da Orla Costeira Burgau-Vilamoura (RCM 33/99 de 27 Abril), bem como da proposta do Programa da Orla Costeira Odeceixe- Vilamoura (POC) que inclui a migração sedimentar para a praia do Vau (código da ação 3.11), com prioridade I (mais elevada). O objetivo da intervenção prevista naquele POC é assegurar de forma artificial a manutenção do balanço sedimentar na célula que se estende desde a praia do Vau (a poente) até à praia da Rocha (a nascente). A migração sedimentar para a praia do Vau integra-se ainda no conjunto de intervenções de prevenção e gestão do risco, com prioridade elevada constantes do Plano de Ação Litoral XXI, 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 1350m, entre as praias do Vau e dos Três Castelos com as areias acumuladas na praia da Rocha ao longo das últimas décadas (fig.1).



Figura 1 – Localização da área de intervenção.

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
("Roteiro da Costa de Portugal" - Instituto Hidrográfico, 1990)

Local	NMM	PM máx	Valores médios		BM mín	Valores médios	
			PM AV	PM AM		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).

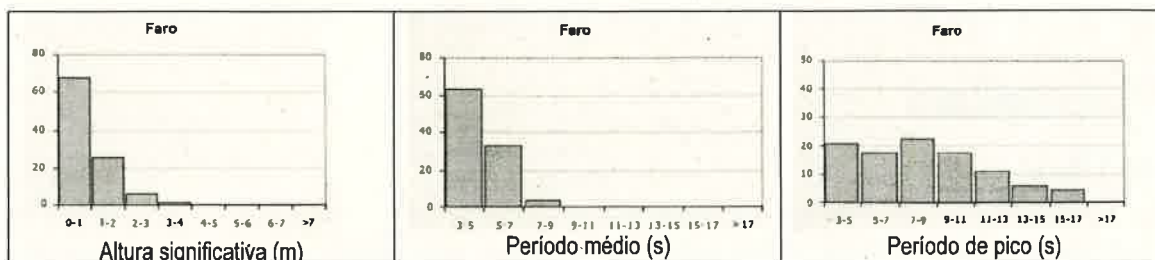


Figura 2 – Distribuição da frequência relativa (%) da altura significativa, do período médio e do período de pico, obtida na bóia fundeada ao largo de Faro, no período 1986-2000 (Costa *et al.*, 2001).

Relativamente ao rumo da ondulação, o regime de agitação marítima sentido no litoral sul do Algarve é marcadamente bimodal (fig. 8), reflectindo a sua posição chameira 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%.

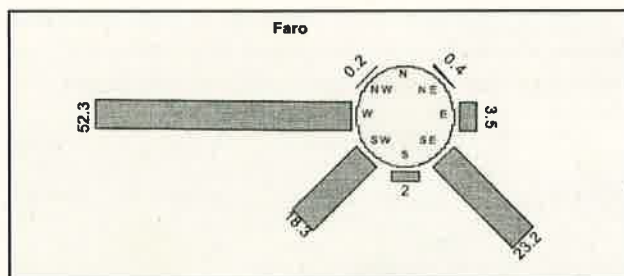


Figura 3 – Distribuição da frequência relativa (%) dos rumos da agitação marítima obtida na bóia fundeada ao largo de Faro, no período 1986-2000 (Costa *et al.* (2001).

2.2.ENQUADRAMENTO MORFODINÂMICO

O troço compreendido entre a ponta de João de Arens e a praia Rocha, incluiu-se num dos segmentos do litoral de arriba cortada em calcarenitos miocénicos em que a frequência de ocorrência de movimentos de massa é mais elevada. No período entre 1947-1991, Marques (1997) identificou 60 desmoronamentos. No período entre 1995-2018 foram identificados mais 15 movimentos de massa (fig. 4).

A evolução das arribas amarelas deste troço costeiro processa-se segundo uma sequência descontínua e intermitente de movimentos de massa que se revestem de múltiplas formas, desde os grandes movimentos associados ao colapso de cavidades cársticas, que podem deslocar dezenas de milhares de metros cúbicos, com recuos instantâneos locais de mais de uma dezena de metros, ao simples desprendimento de pequenos blocos decimétricos. Os produtos dos movimentos de massa acumulados na base das arribas são, regra geral, rapidamente remobilizados pela ação direta da ondulação, constituindo fonte sedimentar importante das praias, podendo permanecer no sopé das vertentes alguns blocos mais resistentes, por períodos de décadas.



Figura 4 – Localização dos desmoronamentos registados no período 1995-2018 entre a Ponta João D' Arens e a praia da Rocha. Base Ortofotografia de 2015.

Trata-se de troço de orientação geral WNW-ESE, recortado ao sabor da erosão das arribas, no sopé das quais se acumula praia de reduzidas dimensões. Em preia-mar de águas vivas, sob condições de agitação média ($H_s=1m$), apenas as pequenas reentrâncias não são tocadas pelo espraio das ondas. Sob ondulação de tempestade ($H_s \geq 2.5m$; Teixeira *et. al.*, 1989) toda a base da arriba é varrida pelas ondas. A ausência de fontes sedimentares com expressão significativa e a capacidade de transporte longilitoral da ondulação, no sentido oeste-leste, inibe a acumulação de areias na faixa litoral. As praias acumuladas neste troço têm fraco desenvolvimento, subsistindo de forma incipiente na estreita faixa sob a influência e o abrigo do recorte costeiro.

A zona submersa deste troço é caracterizada pela presença de plataforma de abrasão, com cobertura sedimentar arenosa dispersa e delgada, bem visível em fotografia aérea, até à batimétrica de -5m (ZH). A rugosidade grosseira do fundo da zona submersa do troço Vau-Rocha contrasta com regularidade da zona submersa da Praia da Rocha, a sotamar da primeira, onde a cobertura sedimentar arenosa é contínua e espessa. A divergência do padrão de distribuição sedimentar da área imersa dos dois troços resulta da diferença dos contextos morfodinâmicos. Tal como é possível verificar em diversos levantamentos topo-hidrográficos (veja-se, por exemplo, as cartas publicadas por Silva, 1889; Loureiro, 1909; Gomes e Wheinholtz, 1971), anteriormente à construção dos molhes da foz do Rio Arade, a embocadura era caracterizada pela presença de delta de vazante extenso e móvel, ocasionalmente soldado ao areal da Praia da Rocha. A dinâmica e mobilidade desta estrutura terá promovido a cobertura progressiva da plataforma de abrasão adjacente à praia da Rocha e a distribuição de areias ao longo da praia submarina.

Este troço foi alvo de uma série de intervenções de alimentação artificial de praias, das quais a mais notável, foi o primeiro enchimento de praia no litoral do Algarve, realizado em 1970, na praia da Rocha (fig.5), utilizando como mancha de empréstimo os sedimentos resultantes da dragagem do aprofundamento do canal de

navegação do estuário do Rio Arade. Desde então, as operações de manutenção da barra e canal de navegação foram utilizadas na alimentação artificial das praias entre o Vau e Rocha. A última operação de alimentação artificial de praias data de 1998 (Quadro III).

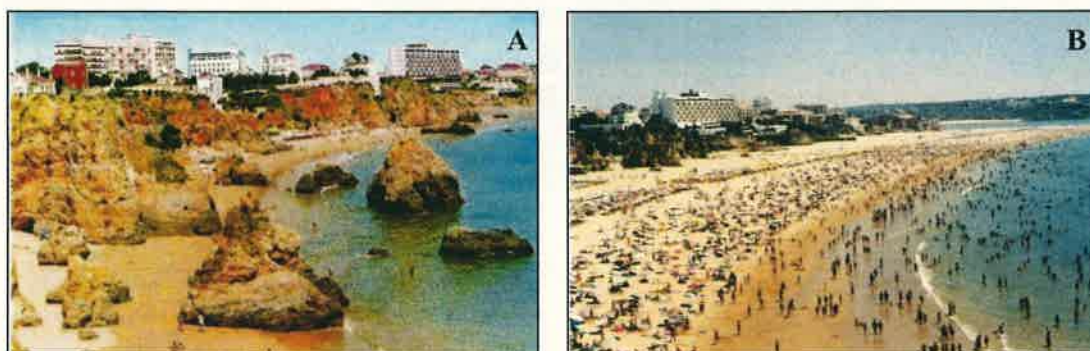


Figura 5 - Praia da Rocha A – década de 1960, antes das intervenções de alimentação artificial; B – verão de 1996.

Quadro III – intervenções de alimentação artificial no troço entre a praia do Vau e praia da Rocha

Local	Data	Volume (m³)	Objetivo	Entidade responsável
Praia da Rocha	1970	880 000	Aumento da largura praia para uso balnear/recreativo	Direção Geral de Portos
Praia da Rocha	1983	100 000	Aumento da largura praia para uso balnear/recreativo	Direção Geral de Portos
Praia dos Três Castelos	1983	450 000	Aumento da largura praia para uso balnear/recreativo	Direção Geral de Portos
Praias entre Vau e Rocha	1996	480 000	Melhoria das condições de estabilidade da linha de costa	Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos
Praias entre Vau e Rocha	1998	510 000	Melhoria das condições de estabilidade da linha de costa	Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos e Instituto da Água

Adaptado de Pinto *et.al*, 2018

As intervenções de alimentação artificial de praias suportadas por arribas realizadas neste troço tiveram como objetivo principal a mitigação do risco associado à geodinâmica natural das arribas. A alimentação artificial de praias constitui intervenção de proteção costeira muito eficaz em praias suportadas por arribas, na medida em que fornece defesa natural à incidência direta das ondas na base da arriba, fomenta a utilização da praia fora das faixas de risco das arribas e incrementa a capacidade balnear (Teixeira, 2011). Contagens sistemáticas das pessoas presentes nas praias durante a década 2006-2016 no período antes e após a intervenção de alimentação artificial das praias Nova e Cova Redonda (Lagoa), em 2014, atestam inequivocamente a reação natural dos utentes ao enchimento da praia, traduzindo-se na sua migração instintiva e natural no sentido do plano de água, resultando no seu afastamento relativamente às faixas de perigo. Na sequência da intervenção, a ocupação das faixas de perigo elevado e moderado reduziu muito significativamente, de 92% para 17% na praia Nova e de 44% para 12% na praia da Cova Redonda, em consequência do alargamento da praia (Teixeira, 2016).

Com a presente intervenção pretende-se promover o alargamento do areal do troço costeiro entre as praias do Vau e da Rocha, por forma a aumentar a área disponível para os utilizadores das praias fora das faixas de risco

das arribas. Para o efeito será utilizada como mancha de empréstimo a areia existente na praia da Rocha, cuja largura duplicou desde a primeira alimentação artificial realizada em 1970.

2.3. DINÂMICA SEDIMENTAR

No troço em causa foi objeto de uma série de intervenções, a mais importante, a construção dos molhes de acesso ao porto de Portimão, concluídos em 1959. O molhe poente tem uma extensão de 850m e mergulha até à profundidade de -7m (ZH). Esta estrutura constitui obstáculo muito importante no transporte longilitoral, sendo muito eficiente na retenção da areia que transita na deriva litoral, cujo sentido se processa de poente para nascente.

O comportamento da evolução destas intervenções foi acompanhado desde Outubro de 1997, mediante a execução periódica de perfis transversais, iniciado pela DRAOT Algarve, mantido pela CCDR Algarve e, actualmente a cargo da APA/ARH Algarve. No sentido de avaliar a evolução das praias de todo este troço costeiro, foi consultada a informação cartográfica disponível desde a década de 1960, de onde foi possível extrair os perfis transversais VR1 a VR4, no troço entre as praias do Vau e da Rocha e os perfis transversais R1 a R4 da praia da Rocha (fig. 6).

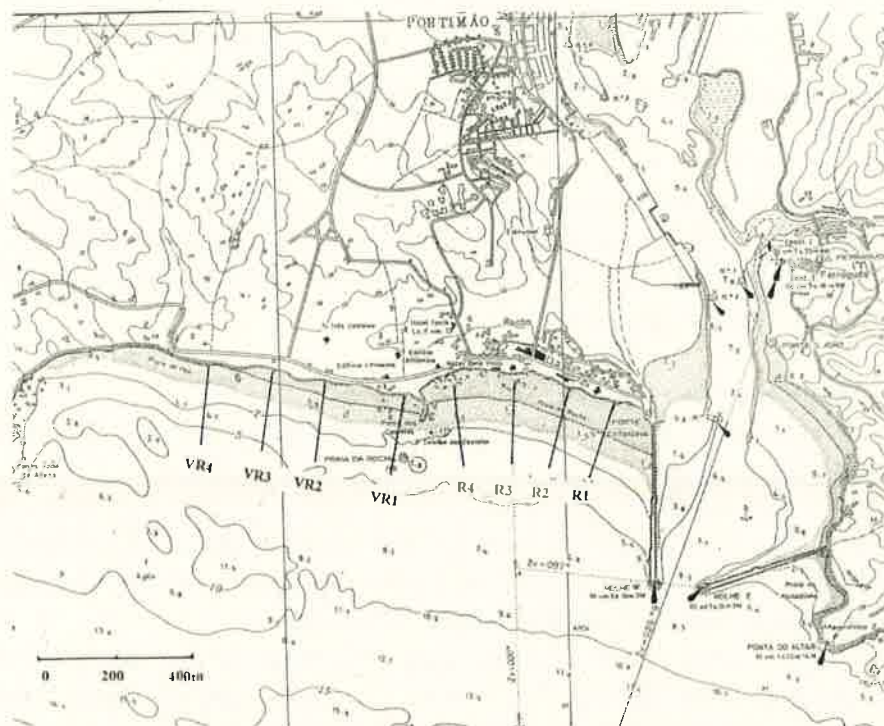


Figura 6 - Localização dos perfis de controle. VR1- perfis do troço Vau-Rocha; R1 a R4 – perfis da praia da Rocha.

Na figura 7 está representado o perfil R3 cobrindo o intervalo 1967-2019, onde é possível verificar as alterações ocorridas no areal da praia da Rocha desde 1967 (antes das alimentações artificiais) até maio de 2019. Neste perfil representativo é possível verificar que a face desta praia apresenta tipicamente quebra de pendor nas cotas próximas do nível médio do mar (+2m ZH), circunstância que permite estimar, com alguma

incerteza o traçado dessa isolinha em fotografia aérea. Este tipo de aproximação foi já executado por Psuty e Moreira (1990) para o troço em questão permitindo estimar as alterações da largura da praia. Este tipo de procedimento foi executado na fotografia aérea disponível, complementando a informação disponível nos elementos cartográficos.

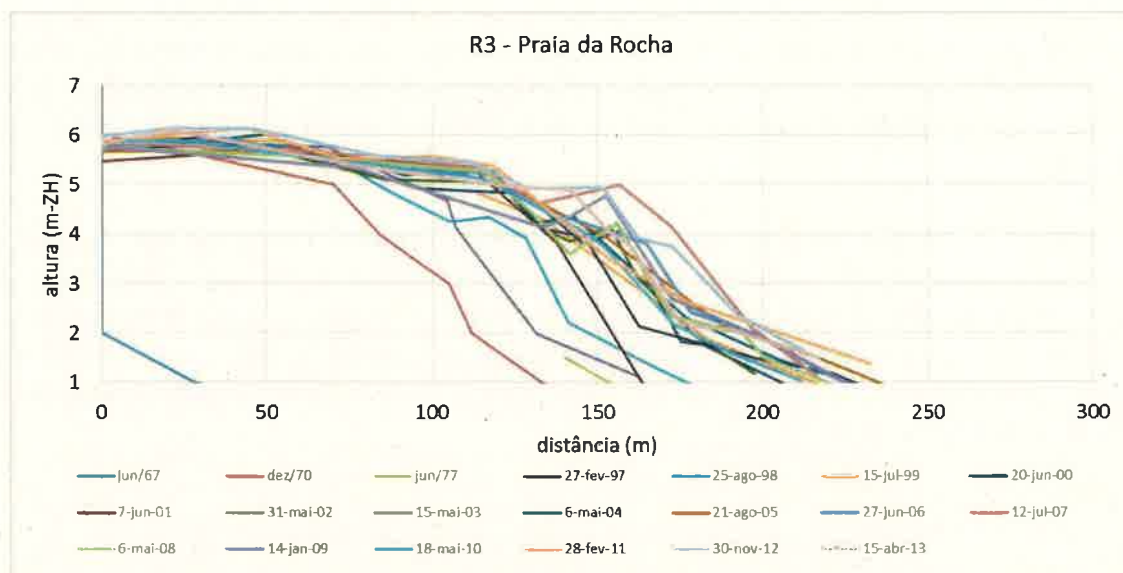


Figura 7 – Evolução temporal do perfil R3 da praia da Rocha (ver localização na figura 5).

A partir do conjunto de informação cartográfica e aérea foi traçada a largura média da praia, considerada como a distância entre a base da arriba e a curva do nível médio do mar (isolinha de +2m-ZH), englobada em dois conjuntos: nos perfis R1 a R4 para a praia da Rocha e o conjunto dos perfis VR1 a VR4 para o troço compreendido entre a praia do Vau e a praia da Rocha.

2.3.1 A evolução da Praia da Rocha

Desde a 1ª alimentação artificial da praia da Rocha, o areal desta praia tem vindo a aumentar, distinguindo-se três ciclos de alargamento:

- o primeiro ciclo, associado ao enchimento de 1970 (0.88Mm³), em que a praia cresceu cerca de 100m;
- entre 1983 e 1998 a praia acusou um alargamento de cerca de 20m, em consequência do enchimento realizado em 1983 na própria praia (0.1Mm³) e nas praias a barlamar (0.45Mm³), parcialmente transferidos para a praia da Rocha por efeito da deriva litoral;
- entre 1996 e 2003, a praia da Rocha sofreu novo alargamento de cerca de 60m associado à alimentação artificial das praias a barlamar (0.51Mm³), cujos sedimentos foram parcialmente transferidos para a praia da Rocha, por efeito da deriva litoral.

Na sequência destes episódios, a largura da praia da Rocha (distância entre a base da arriba e a isolinha do nível médio do mar) é atualmente de cerca de 235m. As figuras 8 e 9 reproduzem as imagens aéreas de 1958-2015 e o traçado da isolinha do nível médio do mar entre 1964 e 2019. A figura 10 reproduz a evolução da largura da praia da Rocha (distância entre a base da arriba e a isolinha do NMM) dos 4 perfis considerados (R1

a R4). Atualmente, a largura média da praia da Rocha (235m) contrasta significativamente com a sua largura natural, 35m, anteriormente à sequência de operações de alimentação artificial desde então realizadas.



Figura 8 – Fotografia aérea da praia da Rocha entre 1958 e 2015, onde é notório o seu alargamento. O passadiço longitudinal, visível nas ortofotografias de 2007 e 2015, foi concluído em 2006.



Figura 9 – Evolução temporal do traçado da isolinha do nível médio do mar (+2m-ZH) na praia da Rocha. Base Ortofotografia da 2015.

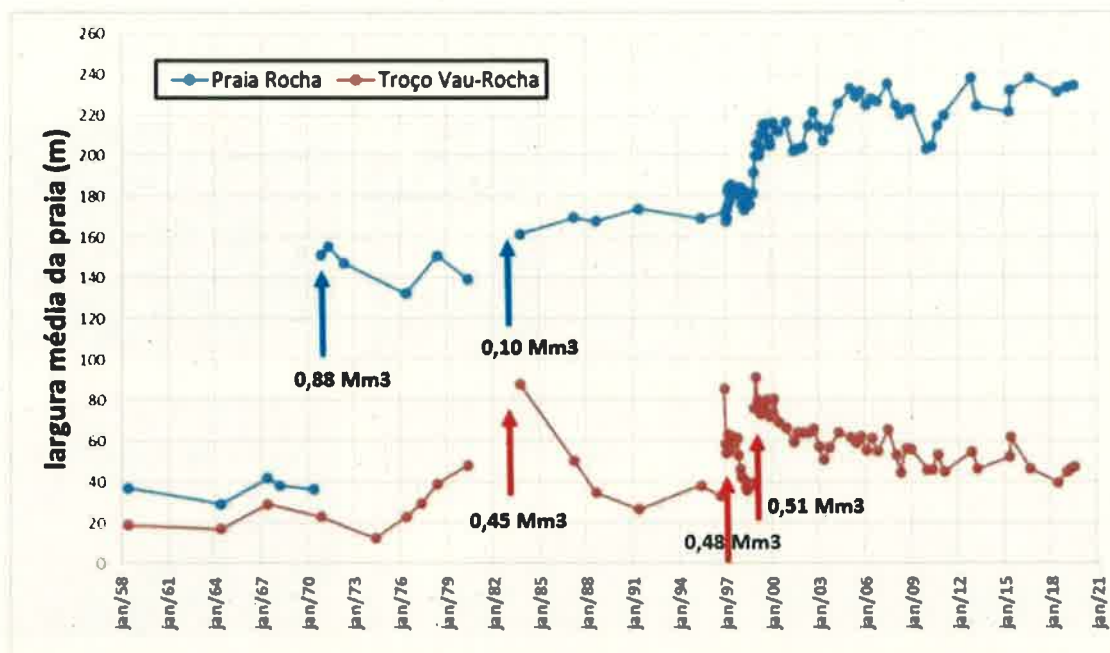


Figura 10 – Evolução temporal da largura média das praias do troço Vau-Rocha (vermelho) e da praia da Rocha (azul), considerando os valores médios dos 4 perfis considerados em cada troço, respetivamente VR1 a VR4 e R1 a R4. As setas assinalam os momentos de operações de alimentação artificial e respetivos volumes.

2.3.2 A evolução do troço Vau-Rocha

O troço Vau-Rocha corresponde a segmento costeiro suportado por arribas com cerca de 15-20m de altura, com frente de mar de 1400m. Até ao início da década de 1970, as pequenas praias existentes eram exíguas e de pequenas dimensões correspondendo a pequenas enseadas acumuladas nas diversas reentrâncias da irregularidade do recorte costeiro das arribas cortadas em calcarenitos miocénicos. A largura média natural dessas praias não excedia 25m. (fig. 10). Após a alimentação artificial da praia da Rocha em 1970, o troço Vau-Rocha foi capaz de reter uma pequena fração dessa areia, de que resultou um ligeiro aumento da largura média da praia de cerca de 15m.

Em 1983 foi executada alimentação artificial de uma fração deste troço, numa frente de mar de 1000m, de que resultou alargamento médio da praia de cerca de 60m (fig 10). Face ao sentido dominante do transporte longilitoral, a areia depositada neste troço foi progressivamente transferida para sotamar, para a praia da Rocha. Em 1995, a largura média das praias deste troço atingia cerca de 40m, ainda assim superior à sua largura natural (22m).

No final da década de 1990, foram executadas duas intervenções de alimentação artificial neste troço, utilizando para o efeito os dragados do estuário do Arade. A primeira, em 1996, envolveu a deposição de 480.000 m³ de sedimentos, com teor de finos de cerca de 20%. Dois anos depois da alimentação artificial a praia continha apenas 5% do volume da recarga (Teixeira, 2011). Em 1998 foi executada nova alimentação com 510.000 m³ de sedimentos arenosos, com maior longevidade, favorecida pela construção do pequeno esporão mergulhante entre a praia dos Três Castelos e a Praia da Rocha. Esta intervenção de recarga de praia

estabilizou a partir de 2007, momento em que a largura média da praia no troço Vau-Rocha se manteve com cerca de 50m (fig.10).

2.4 GRANULOMETRIA NATIVA DA AREIA DA PRAIA DA ROCHA E DA PRAIA DO VAU

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 11 e 12. A partir de mais de dois milhares de medições, o mesmo autor elaborou a variação do declive da face da praia, reproduzida na figura 13.

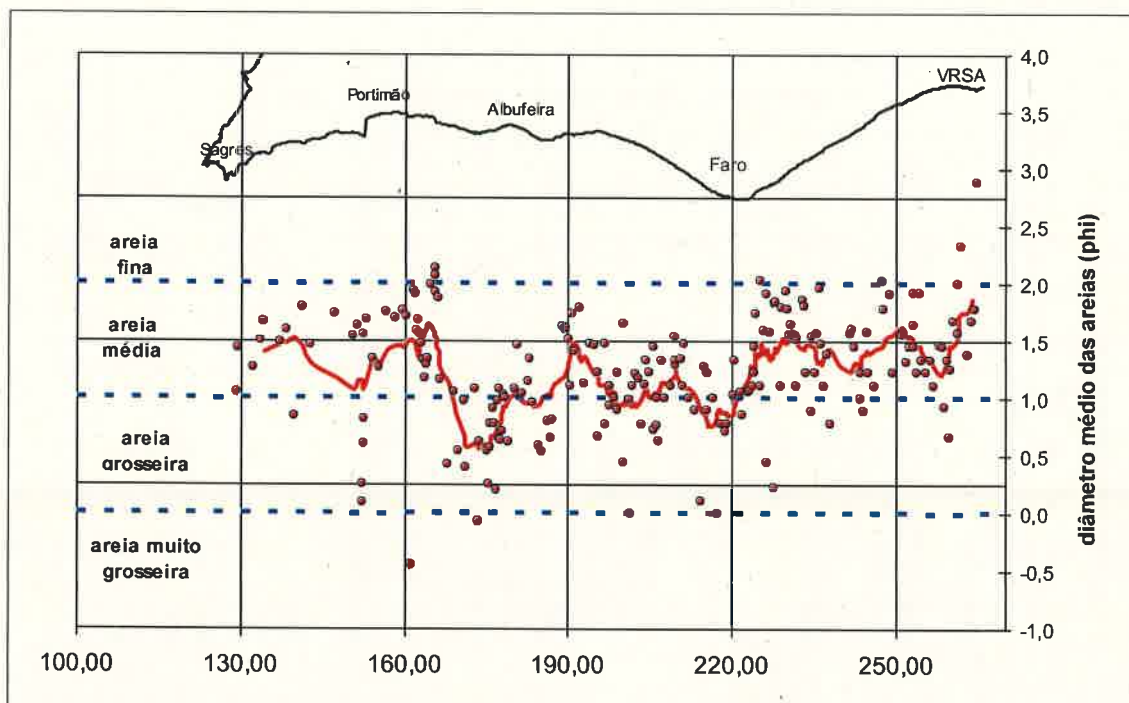


Figura 11 – Variação longilitoral do diâmetro médio de Folk e Ward (1957) das areias da face da praia do litoral sul do Algarve. A curva cheia corresponde a médias móveis ($n=10$). As linhas a pontilhado marcam os limites entre as classes granulométricas das areias. A escala phi (Φ) relaciona-se com o diâmetro D em milímetros através da fórmula: $D = 0.5^\Phi$ (Teixeira, 2009).

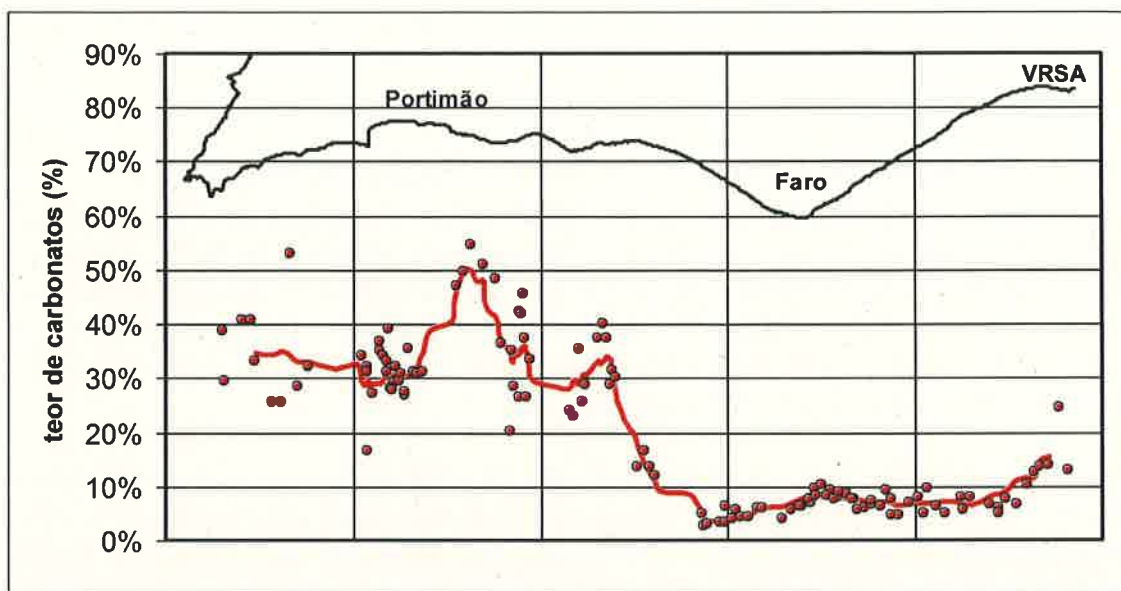


Figura 12 – Variação longitudinal do teor de carbonatos das areias das praias do Algarve sul. A curva cheia corresponde a médias móveis ($n=10$). O teor de carbonatos (%) foi obtido através da diferença ponderal entre o peso das amostras antes e após ataque com ácido clorídrico a 10%. (Teixeira, 2009).

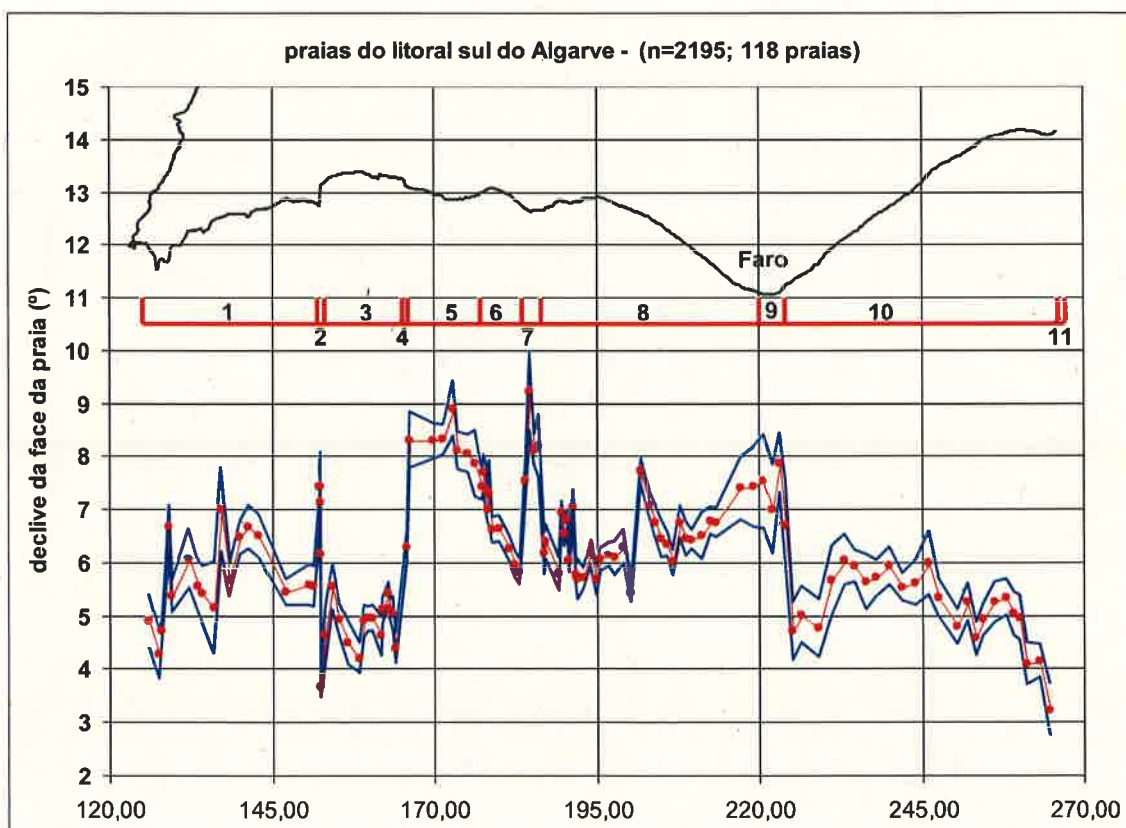


Figura 13 - Variação longitudinal do declive médio das praias do Algarve meridional (inclui valor médio e erro padrão da série de medições). Os troços assinalados numerados de 1 a 11 correspondem aos sectores identificados com inclinação da face da praia distinta (Teixeira, 2009).

Quadro IV - Parâmetros morfodinâmicos da praia a submeter a alimentação artificial

	Troço Vau-Rocha
Frente de mar (m)	1350 m
declive face da praia (°)	5°
declive face praia (%)	(9%)
D50 nativa (phi)	1.5
D50 nativa (mm)	(0.35mm)

Os resultados nas figuras anteriores mostram identidade granulométrica entre as praias do Vau e da Rocha. Trata-se de areia média, com diâmetros médios (D50) de 0.35mm (1.5phi), e teores de carbonato de 30%. O declive da praia da face da praia também é idêntico, com valores médios de 5° (9%).

2.5 QUALIDADE DOS SEDIMENTOS DA 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 intervenção em apreço não deve ser considerada uma obra de dragagem, mas outrossim, uma obra de transferência sedimentar entre areias de praias distintas. O procedimento em causa é análogo à mobilização de areia anualmente realizada nas praias do Algarve, da zona entre marés para a alta praia, no sentido de garantir a área de instalação dos apoios balneares. Na zona em apreço este procedimento de mobilização é anualmente

realizado, antes do início da época balnear, sem que se tenham registados quaisquer alterações nos padrões de qualidade na água balnear, o que tem assegurado a permanência da bandeira azul.

Apesar deste histórico de qualidade, e perante a inovação do tipo de migração sedimentar desta obra, a título preventivo e informativo considera-se que deverão ser executadas análises à qualidade da areia da mancha de empréstimo (praia da Rocha).

3. JUSTIFICAÇÃO E DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO DE INTERVENÇÃO

Os resultados atrás apresentados demonstram que, após a construção dos molhes da embocadura do rio Arade, a praia da Rocha tem vindo a ser depositário preferencial do caudal sólido arenoso em trânsito longilitoral. Com uma largura média natural de 35 m, a praia da Rocha apresenta atualmente uma largura de 235m. O caudal sólido em trânsito tem duas fontes principais, com origens distintas: a fonte fluvial associada ao transporte sedimentar do rio Arade e a erosão das arribas no troço entre a Ponta João Arens e a praia da Rocha.

Com o presente projeto pretende-se reverter o circuito de circulação sedimentar, promovendo a migração sedimentar desde o final do circuito (a zona de acumulação da praia da Rocha) para o seu local original, onde a erosão das arribas causa maior risco para os utentes das praias (o troço contido entre a praia do Vau e a praia dos Três Castelos). Esta intervenção deve ser entendida como medida de proteção costeira, na medida em que a areia a depositar nas praias suportadas por arribas permitirá alimentar a célula natural de circulação sedimentar poente, atenuando significativa e temporariamente a erosão das arribas nas praias dos Careanos, Amado e Três Castelos (fig. 14).

3.1 EXPLORAÇÃO DA MANCHA DE EMPRÉSTIMO

Como atrás referido, a mancha de empréstimo a explorar consiste no areal da praia da Rocha. A mancha de empréstimo é dividida em 3 áreas, assinaladas na figura 14. Na área mais a nascente (Praia da Rocha E), com uma frente de mar de 400m, contados a partir do molhe da barra do rio Arade será retirado volume de 100.000m³, mediante a exploração da zona da praia sujeita à influência do espraio das ondas (cota 5.0m-ZH). Em consequência dessa exploração, a largura da praia será reduzida em cerca de 50m (Quadro V).

O processo de exploração desta mancha de empréstimo areia será realizado recorrendo a bombas hidráulicas submersíveis, com potência suficiente para repulsar uma mistura água/areia a, pelo menos 1000m de distância (eventualmente com auxílio de *buster*). Essa mistura será repulsada para poente, no sentido das praias do troço Vau-Rocha. No sentido de possibilitar a utilização das zonas submersíveis será necessário realizar previamente na berma da praia, uma depressão abaixo do Zero Hidrográfico, por forma a assegurar a imersão permanente das bombas a utilizar. No caso da praia Rocha os levantamentos topohidrográficos da década de 1960 permitem assegurar que acima da cota -4m (ZH) toda a cobertura é arenosa, não existindo afloramentos rochosos.

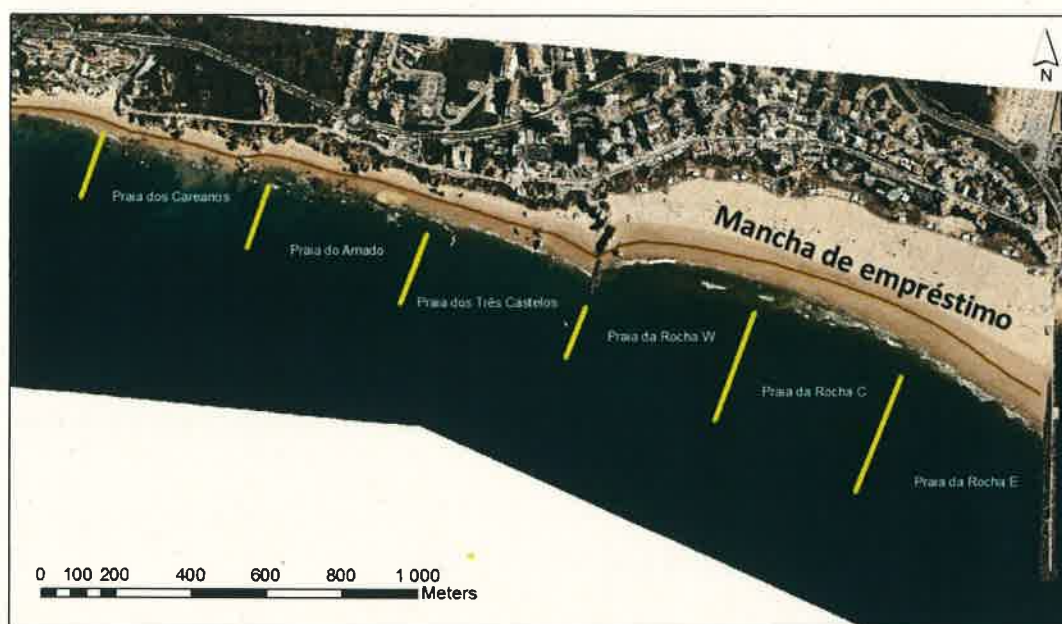


Figura 14 – Localização das 6 áreas de intervenção: Base Ortofotografia de 2015. A linha a castanho reproduz a isolinha do NMM de 1 de Agosto de 2019.

Quadro VI - Parâmetros dimensionais da macha de empréstimo

	Praia da Rocha E	Praia da Rocha C	Praia da Rocha W
Frente de mar (m)	400m	400m	400m
Largura (m)	50	35	25
Volume a retirar (m3)	100.000	70.000	50.000

A exploração das manchas de empréstimo Praia da Rocha C (zona central) e Praia da Rocha W (zona poente) será executada de modo análogo à zona Praia da Rocha E (zona nascente), diminuindo progressivamente a largura da praia a explorar; 35m na zona central e 25m na zona poente.

3.2 ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL DAS PRAIAS ENTRE O VAU E A ROCHA

O Quadro VII sintetiza os valores dos parâmetros morfodinâmicos da praia bem como os valores dos parâmetros dimensionais do prisma de enchimento para cada praia. A empreitada global inclui a intervenção numa frente de mar de 1350m (fig. 14), com a deposição de 220.000 m³ de areia repulsada a partir da macha de empréstimo acima caracterizada. O volume a utilizar corresponde a uma densidade de enchimento de 110 a 220m³/m.

Quadro VII - Parâmetros morfodinâmicos e de projeto das praias a alimentar

	Praia dos Três Castelos	Praia do Amado	Praia dos Careanos
Frente de mar (m)	450m	450m	450m
Cota da berma (m-ZH)	5.5	5.5	5.5
Densidade enchimento (m3(m.l))	110	165	220
Aumento largura da praia (m)	20	30	40
declive face da praia (°)	5°	5°	5°
declive face praia (%)	(9%)	(9%)	(9%)
Volume enchimento (m3)	48.000	74.000	98.000
D50 mancha emprést. (phi)	1.5 (0.35mm)	1.5 (0.35mm)	1.5 (0.35mm)
D50 mancha emprést. (mm)			

As figuras 15 a 17, reproduzem os perfis tipo das praias a alimentar, com a berma à cota 5.5m (ZH), e declive da face da praia de 5° (9%). A largura do enchimento é variável, aumentando para poente, com um máximo de 40m na praia dos Careanos.

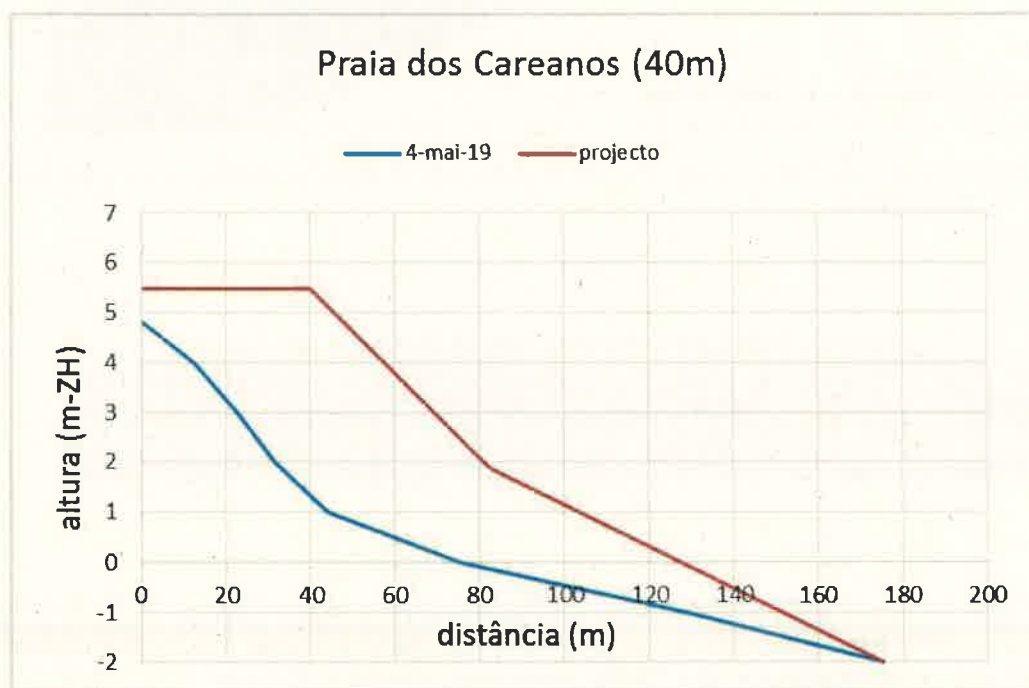


Figura 15 – Perfil tipo da praia a submeter à alimentação na praia dos Careanos.

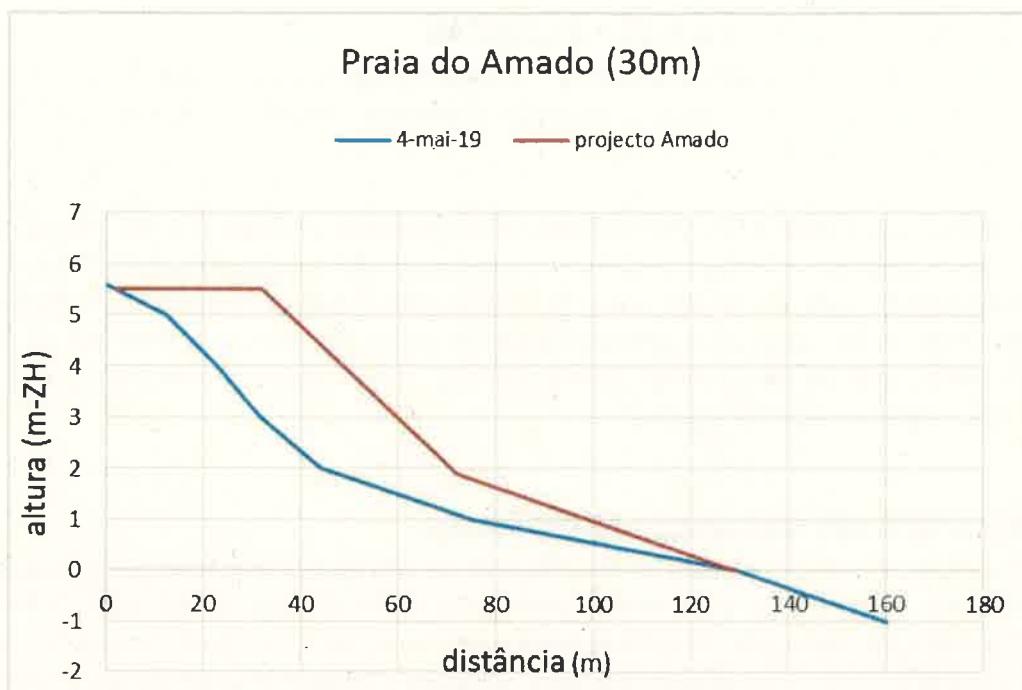


Figura 16 – Perfil tipo da praia a submeter à alimentação na praia do Amado.

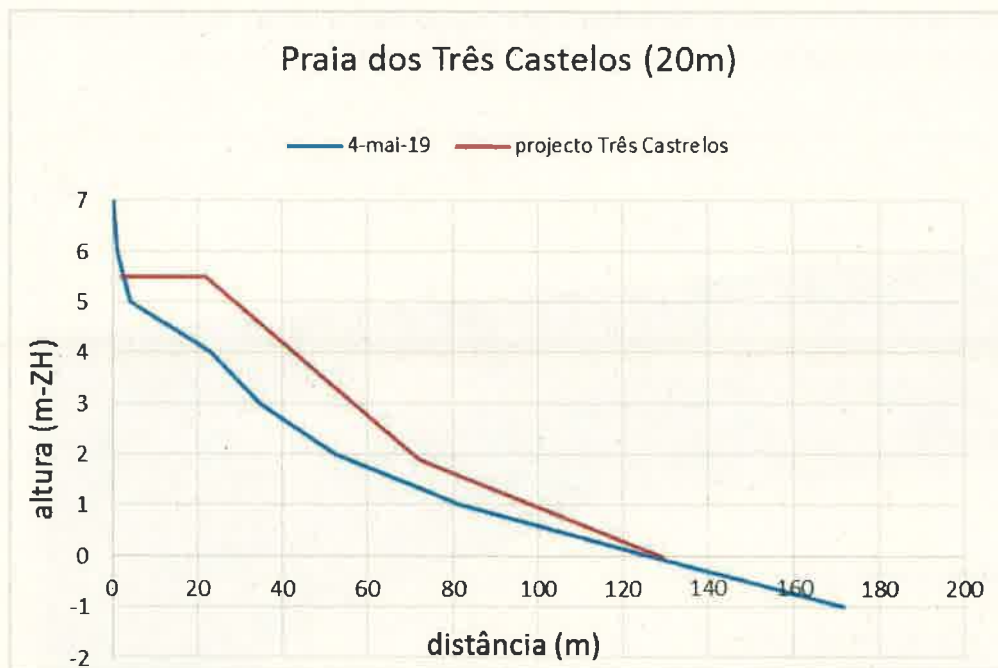


Figura 17 – Perfil tipo da praia a submeter à alimentação na praia dos Três Castelos.

4.DESCRICÃO DOS TRABALHOS A EXECUTAR

O presente projecto visa a migração sedimentar de areia para a praia do Vau, contemplando a exploração de mancha de empréstimo acumulada na praia da Rocha e subsequente alimentação artificial das praias dos Três Castelos, Amado e Careanos.

Para o alargamento da praia será utilizada a areia retirada da mancha de empréstimo localizada na praia da Rocha extraída por meio de bomba hidráulica que a repulsará até pontos localizados ao longo das praias e subsequente espalhamento até obtenção dos perfis de praia finais. O volume de sedimentos envolvido nesta operação atinge os 220.000 m³. Em consequência desta intervenção será reforçada a capacidade deste troço costeiro em responder às solicitações da agitação marítima. A empreitada incluiu uma série de trabalhos enunciados e descritos nos pontos seguintes.

4.1.LEVANTAMENTOS TOPOHIDROGRÁFICOS INICIAIS

O conjunto de intervenções a realizar será acompanhado por uma série de levantamentos topohidrográficos, 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.

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 base da arriba e a batimétrica de -8m-ZH, na frente de mar entre a Ponta João de Arens e a Ponta do Altar. A área coberta, com uma superfície de 436 hectares é definida pelo polígono delimitado definido na figura 18.



Figura 18 – Implantação da área (436 hectares) a submeter a levantamento topohidrográfico inicial no âmbito da presente empreitada. Coordenadas ETRS 89-PT-TM06

4.2. COLHEITA E ANÁLISE DE SEDIMENTOS

4.2.1 Mancha de empréstimo

No sentido de confirmar a caracterização granulométrica e físico-química, das areias da mancha de empréstimo (praia da Rocha) o empreiteiro deverá proceder à recolha e análise de 6 amostras nos locais assinalados na figura 19. Em cada um dos três locais assinalados será recolhida uma amostra superficial e outra amostra a 3m de profundidade.

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. No caso da mancha de empréstimo, deverão ser recolhidas 6 amostras a submeter 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. Em cada um dos três locais assinalados na figura 19 serão recolhidas 2 amostras (uma amostra superficial e outra amostra a 3m de profundidade).

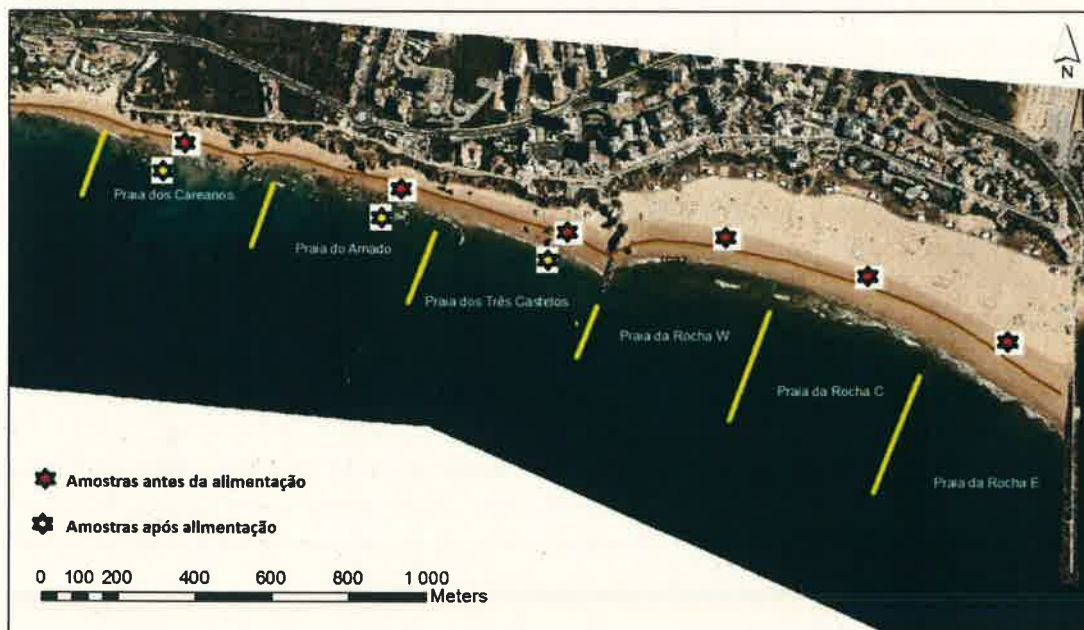


Figura 19 – Localização dos pontos de colheita de sedimentos para análise granulométrica na mancha de empréstimo (praia da Rocha) e das praias a submeter a alimentação artificial (Careanos, Amado e Três Castelos).

4.2.2 Praia

Nas praias a alimentar estão previstas duas campanhas de recolha de amostras de areias na face da praia, em 3 locais das praias submetida à intervenção, na face da praia, conforme ilustrado na figura 19. O empreiteiro deverá recolher 3 amostras antes do início da alimentação artificial da praia e 3 amostras no final do enchimento.

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.

4.3. ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL DA PRAIA

A obra que se pretende executar é muito simples, consistindo na transferência de areia de uma frente de mar de 1200m (praia da Rocha) para outra frente de mar de 1350m, a poente, entre as praias do Vau e da Rocha.

4.3.1 Exploração da mancha de empréstimo

A exploração da mancha de empréstimo consiste na sucção e repulsão de areia através do uso de bomba hidráulica submersível, desde a mancha de empréstimo (Praia da Rocha) até às praias dos Careanos, Amado e Três Castelos, numa extensão de 1350m. Idealmente, a bomba a utilizar terá capacidade de repulsão direta de 1300m, sendo no entanto possível executar a intervenção com bombas menos potentes, com recurso a busters auxiliares.

No final da exploração d mancha de empréstimo, a praia deverá ser modelada, no sentido de regularizar depressões e assegurar a existência de face de praia com inclinação semelhante à inclinação natural da face da praia da Rocha (4-6°).

4.3.2 Enchimento da praia

O enchimento das praias será executado por repulsão da areia oriunda da praia da Rocha 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.

4.4. LEVANTAMENTOS TOPOHIDROGRÁFICOS FINAIS

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

4.4.1 Praia e Mancha de Empréstimo

O levantamento final da área de intervenção será executado à escala 1/2.000, segundo fiadas perpendiculares ao litoral, com equidistância de 20m. A área coberta é definida pelos polígonos definidos na figura 20, com uma superfície de 83 hectares na praia da Rocha (mancha de empréstimo) e 69 hectares no troço Vau-Rocha (área submetida à alimentação artificial). A área coberta, assinalada na figura 20, é limitada a norte pela linha que limita da praia (coincidente com a base da estrutura de suporte (arriba) e a sul pela batimétrica dos 5m (ZH).

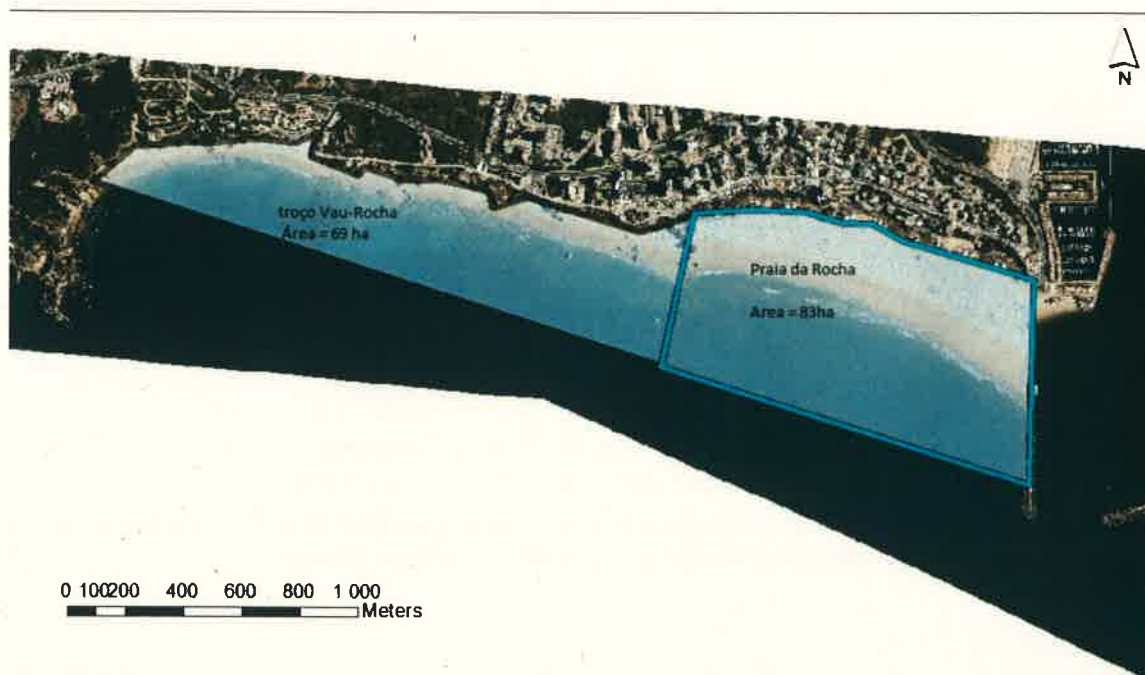


Figura 20 – Implantação das áreas a submeter a levantamentos topohidrogáficos no final da empreitada; mancha de empréstimo (praia da Rocha – 83 hectares), troço Vau-rocha – 69 hectares.

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.

Os dois levantamentos da praia serão comparados visando aferir o diferencial volumétrico entre ambos, que deverá ser cruzado quer com a informação obtida na comparação dos levantamentos inicial e final da mancha de empréstimo.

5. CRONOGRAMA DOS TRABALHOS

O prazo total de execução da obra é de seis meses (26 semanas). Prevê-se que os trabalhos de bombagem e repulsão decorram num período máximo de 5 meses (Quadro VIII), a que corresponde um rendimento médio de 1.600m³/dia, considerando período de laboração de 10h/dia e estimando uma fracção de cerca de 1/11 (14 dias) de paragem dos trabalhos para reabastecimento, 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 VII – 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
Montagem de estaleiro																										
Levantamento topohidrográfico inicial da zona de intervenção																										
Colheita de sedimentos na praia e execução das análises granulométricas																										
Exploração da mancha de empréstimo, carga, repulsão, deposição e espalhamento nas praias dos Três Catelos, Amado e Careanos																										
Levantamento topohidrográfico final da zona de intervenção																										
Colheita de sedimentos na praia e execução das análises granulométricas																										
Desmontagem de estaleiro																										

6. ESTIMATIVA ORÇAMENTAL E TIPO DE CONTRATAÇÃO

O preço base para efeito de concurso é de € 965.000,00 Euros (novecentos e sessenta e cinco mil euros), acrescido de IVA, à taxa legal em vigor, sendo o prazo de execução de 26 semanas.

O procedimento será feito por concurso público ao abrigo da alínea b) do artº 19º do Código dos contratos públicos, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 111-B/2017, de 31 de Agosto.

Agradecimentos

O autor agradece à Filipa Duarte e Francisco Silva (Câmara Municipal de Portimão) e a Filipa Duarte (Administração dos Portos de Sines e Algarve) o apoio e cedência de peças cartográficas antigas. O autor agradece reconhecidamente a Maria João Pires o apoio no desenho das peças cartográficas.

Faro, 9 de Agosto de 2019



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.

CASTANHO, J. P., GOMES, N. A., CARVALHO, J.R., VERA-CRUZ, D., ARAÚJO, O. M., TEIXEIRA, A. A., WEINHOLTZ, M. B. (1974) – Means of controlling littoral drift to protect beaches, dunes, estuaries and harbour entrances, establishment of artificial beaches.. Memória LNEC nº 448. Lisboa, 26p.

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.
- GOMES, N. A. & WEINHOLTZ, M. B. (1971) - Evolução da embocadura do estuário do Arade (Portimão) e das praias adjacentes. Influência da construção dos molhes de fixação do canal de acesso ao Porto de Portimão. Emagrecimento da Praia da Rocha e sua reconstituição por deposição de areias dragadas no anteporto. *Com. 3^{as} Jornadas Luso-Brasileiras de Engenharia Civil*, Lourenço Marques, Vol. III, p. III-4-1/27.
- KOMAR, P. (1998) .- Beach processes and sedimentation (2^a edição). *Prentice Hall*, New Jersey, 544p.
- LOUREIRO, A. (1909) - Os Portos Marítimos de Portugal e Ilhas Adjacentes. Atlas do Vol. IV, *Imprensa Nacional*, Lisboa.
- MARQUES, F. M. S. F. (1997) - As arribas do litoral do Algarve. Dinâmica, Processos e Mecanismos. Dissertação Doutorado. *Universidade de Lisboa*, 556p, (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.
- PINTO, C.A., SILVEIRA, T.M., TEIXEIRA, S.B., (2018). Alimentação artificial de praias na faixa costeira de Portugal Continental: Enquadramento e retrospectiva das intervenções realizadas (1950- 2017). Relatório Técnico. Agência Portuguesa do Ambiente. 60p.
- 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.
- PSUTY, N. P. & MOREIRA, M.E.S.A. (1990) - Nourishment of a cliffed coastline, Praia da Rocha, Algarve, Portugal. *Journ. Coastal. Res.* 6, s. I: pp. 21-32.
- SHORT, A. D. (1999) – Wave dominated beaches. In *Handbook of beach and shoreface morphodynamics*, edited by Short, A. D., Wiley, pp. 173-203.
- SILVA, A. A. BALDAQUE (1889) - Roteiro Marítimo da Costa Occidental e Meridional de Portugal. Tomo I, *Imprensa Nacional*, Lisboa, 101p.
- TEIXEIRA, S. B. (2009) – Demarcação do leito e da margem das águas do mar no litoral meridional do Algarve. *Administração da Região Hidrográfica do Algarve*, Faro, 209p.
- TEIXEIRA, S. B. (2011) – Alimentação Artificial de Praias com Dragados no Algarve. In: Coelho C., Silva P.A., Pinheiro L.M. and Gonçalves D.S. (eds), *Dragagens - Fundamentos, Técnicas e Impactos*. Universidade de Aveiro, *Lusoimpress*, 221-240.
- TEIXEIRA, S. B. (2016) – A alimentação artificial como medida de redução do risco em praias suportadas por arribas rochosas na costa do Barlavento (Algarve, Portugal). *Journal of Integrated Coastal Zone Management / Revista da Gestão Costeira Integrada*, 16 (3):327-342.
- TEIXEIRA, S. B., ANDRADE, C. F., JONES, F. & ROMARIZ, C. (1989) - Dinâmica morfológica das praias de barreira da Ria Formosa. *Geolis*, Vol. III (1-2), pp. 238.254.
- WEINHOLTZ, M. B. (1982) - Anteporto de Portimão e Praia da Rocha. Evolução. Direcção Geral de Portos, 5p. (relatório não publicado).
- WRIGHT, L. D. & SHORT, A. D. (1984) – Morphodynamic variability of surf zones: a synthesis. *Marine Geology*, 52, pp. 339-364.

ANEXO - MAPA DE QUANTIDADES

Artigo		unidade	quantidade	preço unitário
1	ESTALEIRO			
1.1	Montagem e manutenção do estaleiro	vg	1	
1.2	Fornecimento e colocação de placa de identificação da obra	n	1	
1.3	Fornecimento e colocação de placa informativa	n	2	
1.4	Desmontagem do estaleiro, incluindo arranjo e limpeza final da zona ocupada	vg	1	
	total estaleiro			
2	ANÁLISES DE SEDIMENTOS			
2.1	Análises granulométricas das areias da praia	n	12	
2.2	Análises da qualidade dos sedimentos da mancha de empréstimo (Portaria nº 1450/2007, de 12 de Novembro)	n	6	
	total análises de sedimentos			
3	ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL DA PRAIA			
3.1	Mobilização de equipamento associado à exploração da mancha de empréstimo, carga, transporte, descarga e espalhamento de areia nas praias	vg	1	
3.2	Sucção de areia na mancha de empréstimo, repulsão e espalhamento de areia nas praias	m3	220 000	
3.3	Desmobilização de equipamento associado à exploração da mancha de empréstimo, carga, transporte, descarga e espalhamento de areia nas praias	vg	1	
	total alimentação artificial			
4	LEVANTAMENTOS TOPO-HIDROGRÁFICOS			
4.1	Levantamento topo-hidrográfico inicial da zona de intervenção (Escala 1/2000)	há	436	
4.2	Levantamento topo-hidrográfico final da zona de alimentação artificial (Escala 1/2000)	há	69	
4.3	Levantamento hidrográfico final da mancha de empréstimo (Escala 1/2000)	há	83	
	total levantamentos topo-hidrográficos			