

Banco e Forte do Bugio. Enquadramento Histórico e Sedimentar

André Filipe Silva Vilhena

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia Civil

Orientador: Professor Doutor António Alexandre Trigo Teixeira

Júri:

Presidente: Professor Rodrigo de Almada Cardoso Proença de Oliveira

Orientador: Professor Doutor António Alexandre Trigo Teixeira

Vogal: Engenheiro António Joaquim Sanches de Figueiredo do Valle

Mai de 2017

Resumo

Outrora conhecida pela Torre da Cabeça Seca, o Forte do Bugio ficou fortemente ligado à defesa marítima da cidade de Lisboa, tendo sido iniciada a sua construção em finais do século XVI. Com a sua estrutura circular imponente, onde se ergue uma torre com cerca de 16 metros de altura, o Forte do Bugio apresenta-se como um dos mais interessantes projectos de arquitectura militar.

Localizado estrategicamente à entrada da Barra do Tejo, na direcção da Cova do Vapor, é bastante credível que na altura da sua construção, o local onde se situava estaria acima do nível médio do mar (NMM), pelo que, fazendo a analogia em relação aos dias de hoje constata-se que a zona em questão tem uma dinâmica bastante forte a nível sedimentar.

O presente trabalho consiste em enquadrar historicamente todo o processo construtivo do Forte do Bugio ao longo dos anos e fazer também uma análise mais recente, especificando as várias intervenções ao nível de projectos de requalificação e protecção que foram realizados, devido a ameaças constantes que colocavam em causa a estabilidade de parte da estrutura do Forte.

Numa outra fase pretende-se efectuar uma análise acerca da evolução morfológica do Banco de areia do Bugio, utilizando o software *ArcGIS*. Nesta fase do trabalho pretende-se dar seguimento e comparar os resultados obtidos em relação ao estudo desenvolvido pelo Prof. Mota Oliveira, em 1994, analisando os processos de erosão ou acreção sedimentar que possam ter ocorrido, segundo um perfil coincidente em ambos os trabalhos.

Após essa análise morfodinâmica, pretende-se dar um parecer acerca do fecho da Golada do Tejo, como uma intervenção futura, destacando as implicações que a evolução do banco do Bugio possa ter na linha de costa e na própria estabilidade do Forte do Bugio.

Palavras-Chave:

- Forte do Bugio
- Banco de Areia
- Análise morfológica
- Erosão
- Acreção
- *ArcGIS*
- Golada do Tejo

Abstract

Once known as “Torre da Cabeça Seca”, the Bugio Fortress was strongly linked to the maritime defense of Lisbon. The construction started at the end of the XVI century. With its imposing circular structure on which stands a tower about 16 meters high, the Bugio Fortress presents itself as one of the most interesting military architecture projects.

Strategically located at the entrance of the Tagus estuary, in the direction of Cova do Vapor, it is quite credible that at the time of the construction, the place where it stood would be above the mean sea level (MSL), so making the analogy to the present day we can see that the area in question has a strong sedimentary dynamic.

The present work consists of historically frame the entire construction process of Bugio Fortress over the years and also make a more recent analysis by specifying the various interventions of redevelopment and protection that were carried out due to the constant threats that put into question the stability of the Fortress structure.

In another phase, the intention is to carry out an analysis of the morphological evolution of Bugio’s Sandbar, using ArcGIS software. At this stage of work, the purpose is to follow up and compare the results obtained with a study developed by the Prof. Mota Oliveira in 1994, analyzing the processes of erosion or sediment accretion that may have occurred, using a bottom profile in that has the same location in both studies.

After this morphodynamic analysis on the closure of Tagus river “Golada”, as a future intervention, highlighting the implications of the evolution of Bugio’s sandbank may have on the coast line and the very stability of Bugio Fortress.

Keywords

- Bugio Fortress
- Sandbank
- Morphological Analysis
- Erosion
- Accretion
- ArcGIS
- Tagus River “Golada”

Agradecimentos

A realização desta tese só foi possível graças à contribuição de inúmeras pessoas. A todas elas gostaria de expressar os meus profundos e mais sinceros agradecimentos. No entanto, não posso deixar de mencionar algumas das pessoas e entidades que tiveram um contributo especial para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao orientador científico, Professor Doutor António Alexandre Trigo Teixeira, agradeço o apoio, incentivo e a forma clara e objectiva como transmitiu o seu vasto conhecimento nesta área. Agradeço especialmente a inspiração e motivação transmitida pelas suas palavras em cada uma das inúmeras conversas que tivemos durante o desenvolvimento desta dissertação, sempre no sentido de procurar melhorar e aperfeiçoar o trabalho elaborado.

Ao Instituto Hidrográfico, agradeço os dados facultados e a celeridade com que os mesmos me foram disponibilizados, visto que sem eles seria impossível a elaboração desta tese.

Ao Instituto Superior Técnico, que de pronto se disponibilizou a avançar com o montante referente à solicitação dos dados, também sem este contributo teria sido muito difícil obter os dados para elaboração da tese.

Ao Engenheiro António Joaquim Sanches de Figueiredo do Valle, que a partir do momento em que falei com ele se mostrou completamente disponível a solicitar-me os documentos que necessitava para a elaboração desta dissertação.

Ao Engenheiro Luís Lopes de Castro, por todo o material e informação cedida, que se revelou de extrema relevância para a realização do presente trabalho.

À Professora Ana Paula Martins Falcão Flor, a quem tenho muito a agradecer pela disponibilidade que sempre apresentou para me esclarecer as dúvidas que me iam surgindo quando comecei a desenvolver o trabalho no software *ArcGIS*. Agradeço toda a sua paciência, cooperação e sugestões que me foi facultando ao longo de todo o trabalho.

A todos os meus amigos, sem excepção, pelo interesse, apoio, cooperação e compreensão que sempre demonstraram durante este período.

Finalmente gostaria de realçar o contributo de toda a minha família, em especial dos meus pais, Helder Vilhena e Eduarda Vilhena, que desde sempre foram os meus maiores e melhores conselheiros. Agradeço-lhes o apoio incondicional, o incentivo, a paciência e principalmente os valores que me transmitiram. A eles dedico esta dissertação

Índice Geral

1.	Introdução.....	1
1.1.	Âmbito	1
1.2.	Objectivos	2
1.3.	Metodologia e Organização	2
2.	O Forte da Cabeça Seca.....	5
2.1.	Primeiros Projectos de Fortificação da Cabeça Seca	7
2.2.	Forte de Madeira de Filipe Tercio.....	9
3.	A Fundação do Forte	9
3.1.	A obra de Vicencio Casale.....	9
3.2.	Lançamento da Obra	11
3.3.	A sucessão de Vicencio Casale.....	13
3.4.	Forte provisório de madeira	13
3.5.	Os projectos de Leonardo Turriano.....	14
3.6.	A obra Filipina	15
4.	O Forte da Restauração e o Farol Seiscentista.....	16
4.1.	Projecto de João Turriano.....	16
4.2.	O Forte projectado e construído	18
4.3.	Organização do espaço fortificado	20
4.4.	O primeiro farol do Bugio	21
5.	O Farol no século XVIII.....	22
5.1.	Molde construtivo.....	22
5.2.	O novo farol após o terramoto.....	25
6.	O Forte na Época Contemporânea.....	27
6.1.	As novas exigências militares	27
7.	O Farol, do passado oitocentista aos nossos dias.....	31
7.1.	O Farol do Bugio.....	31
7.2.	Obra de protecção do Forte do Bugio.....	33
8.	A Barra do Tejo.....	40
8.1.	Caracterização geral.....	40
8.2.	Agentes e parâmetros condicionantes do equilíbrio da embocadura	42
9.	O Banco do Bugio	43
9.1.	Evolução do Banco	43

9.2.	Evolução morfológica em redor do Forte do Bugio.....	47
10.	Apresentação de Proposta.....	52
10.1.	Solução de Estacas Prancha.....	52
11.	Obra de Fecho da Golada.....	55
11.1.	Enquadramento histórico	55
11.2.	Características hidro-morfológicas	56
12.	Considerações Finais	57
12.1.	Conclusões	57
12.2.	Desenvolvimentos Futuros.....	59
13.	Bibliografia	60

Índice de Figuras

Figura 1: Localização geográfica dos constituintes da Barra do Tejo, adaptado de (Barata, Rosa, Cabaço, Teles, Andrade, & Silveira, 2013)	8
Figura 2: Esquema interpretativo da planta da delimitação do espaço, recorrendo a estacas de madeira.....	12
Figura 3: Esquema interpretativo do projecto, em alçado da fundação do Forte do Bugio recorrendo a estacas de madeira e camadas de enrocamento.	12
Figura 4: Reconstituição a 3 dimensões do forte de madeira de 1594. Vista geral, adaptado de (Boiça & Barros, 2004)	14
Figura 5: Esquema interpretativo do projecto final, onde se salienta a presença de uma torre central.	19
Figura 6: Pormenor de um arcobotante do Forte do Bugio.	19
Figura 7: Alçado e planta do projecto traçado pelo arquitecto Mateus de Couto para o Forte do Bugio, 1693, adaptado de (Boiça & Barros, 2004).....	21
Figura 8: Representação em alçado das fissuras presentes na bateria baixa do Forte do Bugio, 1788, adaptado de (Boiça & Barros, 2004)	23
Figura 9: Planta do projecto da autoria do Capitão Joaquim Correria da Serra, adaptado de (Boiça & Barros, 2004)	24
Figura 10: Projecto em planta da construção da nova bateria no Forte do Bugio. Maximiano José da Serra, 1828, adaptado de (Boiça & Barros, 2004).....	28
Figura 11: Projecto em alçado da construção da bateria couraçada no Forte do Bugio. Eugénio Rodrigues Severim de Azevedo, 1875, adaptado de (Boiça & Barros, 2004) 29	
Figura 12: O forte e o farol nos anos 30 do século XX onde são visíveis duas estruturas couraçadas: “orelhões” na bateria baixa, adaptado de (Boiça & Barros, 2004).....	30

Figura 13: Projecto em planta de construção de quatro estruturas couraçadas para implantação de peças de tiro rápido, 1903, adaptado de (Boiça & Barros, 2004).....	30
Figura 14: Lapide no interior da torre do Bugio. Foto cedida pelo Eng.º Lopes de Castro.....	32
Figura 15: Farol do Bugio em 1993, antes da obra de reconstrução. Foto cedida pelo Eng.º Lopes de Castro.....	34
Figura 16: Representação do colapso que ocorreu na muralha e início da deposição dos cubos antifer (1998), foto cedida pelo Engº Lopes de Castro.	35
Figura 17: Farol do Bugio em 1998. Colocação dos blocos antifer. Foto cedida pelo Eng.º Lopes de Castro.....	35
Figura 18: Transporte e colocação da primeira camada de enrocamento no molhe circundante ao Forte do Bugio, 1998. Fotos cedidas pelo Eng.º Lopes de Castro.	36
Figura 19: Representação em planta do molhe semi-circular, adaptada de (Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1997)	36
Figura 20: Representação geográfica da zona de estudo fornecida pelo IH e dos perfis utilizados para proceder ao estudo da evolução sedimentar.	40
Figura 21: Representação da movimentação sedimentar, adaptado de (Oliveira, 1994)	41
Figura 22: Evolução em planta, do Banco do Bugio desde 1939 até 1985, adaptado de (Oliveira, 1994)	43
Figura 23: Evolução morfológica longitudinal, desde 1929 até 1985, adaptado de (Oliveira, 1994).	44
Figura 24: Variação sedimentar do Banco do Bugio, segundo o perfil P3.....	45
Figura 25: Perfil transversal da Solução D final, adaptado de (Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1997)	49

Figura 26: Representação da evolução sedimentar na vizinhança do Forte do Bugio, segundo o perfil P1 da Figura 28.....	49
Figura 27: Representação da evolução sedimentar na vizinhança do Forte do Bugio, segundo o perfil P2 da Figura 28.....	50
Figura 28: Localização dos perfis P1, P2 e P3.....	50
Figura 29: Esquema representativo do Forte antes da fase de perda de sedimentos.	52
Figura 30: Esquema representativo do Forte antes da fase de perda de sedimentos.	52
Figura 31: Esquema interpretativo do Forte, segundo o perfil P2, com a representação das perdas sedimentares nas zonas periféricas.	53
Figura 32: Esquema representativo com a proposta de estacas prancha como contenção.	54
Figura 33: Esquema representativo da viga de coroamento na envolvente periférica do Forte.	55

Índice de Quadros

Quadro 1: Evolução construtiva do Forte do Bugio de 1594 até 1904.	38
Quadro 2: Evolução construtiva do Forte do Bugio de 1993 até 2007	39
Quadro 3: Variação volumétrica sedimentar na zona do banco do Bugio.	44
Quadro 4: Variação volumétrica sedimentar na zona representada na Figura 20, ao longo dos vários anos.	47

1. Introdução

Neste capítulo apresentam-se as motivações que levaram ao desenvolvimento desta dissertação, assim como os objectivos que se pretendem alcançar e uma breve descrição dos conteúdos e dos diferentes capítulos que constituem o trabalho.

1.1. Âmbito

“A defesa marítima de Lisboa sempre foi uma preocupação constante da Coroa portuguesa”, (Boiça & Barros, 2004) daí nasce o projecto do Forte da Cabeça Seca. Localizado na Foz do Rio Tejo, na direcção da Cova do Vapor.

O Forte do Bugio, construído em meados do século XVI simbolizou, nessa altura, um marco histórico bastante importante no que diz respeito ao reforço da defesa da Barra do Tejo.

No ano de 1580, altura da invasão castelhana, esta estrutura sofreu danos consideráveis, o que por sua vez comprovou a fragilidade desta como estrutura de finalidade defensiva, que tinha como principal função defender a Barra do Tejo, foi então que se decidiu que seria evidente e incontornável avançar para o reforço da mesma. Por esta altura ergueu-se uma estrutura provisória de madeira, mas devido às constantes ameaças que surgiam por via marítima, depressa se percebeu que uma outra estrutura de outro porte ali se deveria fixar. Foi então que no início do século XVII, e após a restauração da independência, em 1640, se inicia a construção do Forte do Bugio, em estrutura de pedra.

Defende-se que por volta de 1693 se dava por concluída a construção do Forte, constituído por uma torre central, que se elevava bem acima do conjunto edificado. A torre, por sua vez cumpria as funções de vigia durante o dia e de farol à noite, iluminando o caminho dos navegadores.

De salientar também o impacto que o terramoto de 1755 teve neste Forte, onde a torre central acabou por ser a estrutura mais afectada de todo o conjunto. Desde essa época até aos dias de hoje, e após intervenções bastante significativas, no que diz respeito à reconstrução após o terramoto, como as várias obras de requalificação e protecção dos vários elementos do Forte, a estrutura tem vindo a funcionar principalmente como farol de apoio à navegação marítima.

É então fácil de perceber a forte influência histórica e arquitectónica que o Forte do Bugio tem na nossa História, sendo este um marco patrimonial de extrema importância que é de todo o interesse manter e proteger.

Neste estudo propõe-se uma análise morfológica da evolução do banco de areia do Bugio e a própria evolução sedimentar na vizinhança do Forte, para esta análise obtiveram-se os levantamentos isobatimétricos fornecidos pelo Instituto Hidrográfico (IH) da zona em questão e procedeu-se à sua análise com recurso a modelos de Sistema de Informação Geográfica (SIG), nomeadamente o software *ArcGIS*. Pretende-se ainda destacar as implicações que a evolução

do banco do Bugio possa ter na linha de costa e verificar a estabilidade da própria estrutura do Forte do Bugio. Este estudo pode vir a ser fundamental para compreender como deverão ser efectuadas as intervenções futuras.

1.2. Objectivos

O principal objectivo desta tese consiste em estudar o problema da erosão sedimentar que ao longo dos anos se verifica na Barra do Tejo. Tendo sempre como base de comparação o trabalho desenvolvido pelo Professor Mota Oliveira em 1994: *“Porto de Lisboa, melhoria das condições de acesso pela Barra Sul”*, este estudo envolve uma análise morfológica detalhada em torno do banco do Bugio e da zona envolvente do próprio Forte, de modo a verificar o andamento sedimentar do talude Norte da Barra do Tejo e analisar a estabilidade das fundações em termos de contenção sedimentar envolvente, respectivamente.

Dentro deste mesmo tema é também base de estudo desta tese a influência que possa haver com o fecho da Golada do Tejo, analisando se esta obra contribui para a resolução do problema da erosão sedimentar na Barra do Tejo e também qual a sua contribuição para a estabilização sedimentar na envolvente do Forte.

Outro dos objectivos deste trabalho é proceder a uma síntese histórica acerca da evolução construtiva do Forte do Bugio ao longo dos anos, desde a sua construção em meados do século XVI, até aos dias de hoje. Importa numa última fase desta parte analisar mais em detalhe as obras de requalificação e protecção realizadas.

1.3. Metodologia e Organização

A dissertação está essencialmente dividida em duas partes, na primeira é apresentado um enquadramento histórico acerca da evolução construtiva do Forte do Bugio, ao longo dos anos (capítulos 2 até ao 7) e na segunda parte procede-se a uma análise morfológica na zona do banco e da própria envolvente do Forte do Bugio, efectua-se uma proposta de contenção periférica do mesmo e posteriormente debate-se a temática do fecho da Golada com esta análise (capítulos 8, 9, 10 e 11).

Nos capítulos 2, 3, 4, 5 e 6 pretende-se realizar um enquadramento histórico acerca do Forte do Bugio, ou seja, as motivações que levaram à construção da estrutura em si e a sua importância ao longo do tempo, irá também ser alvo de referência as evoluções construtivas que o próprio Forte conheceu com o passar dos anos

No capítulo 7 pretende-se analisar o passado recente do Forte do Bugio, mencionando e especificando as várias intervenções ao nível de projectos de requalificação e protecção que foram levados a cabo mais recentemente, sob ameaça evidente de colapso parcial da estrutura periférica do Forte, nomeadamente a muralha que rodeia a bateria baixa do mesmo.

Nos capítulos 8 e 9 efectua-se uma análise morfológica do banco de areia do Bugio, que segundo (Oliveira, 1994), tem vindo a evoluir de forma gradual para Norte, constituindo uma

potencial ameaça para a navegação no que diz respeito ao acesso das embarcações de maior porte para o interior do Porto de Lisboa. Irá também ser efectuada uma análise de evolução sedimentar na vizinhança do Forte do Bugio, de modo a perceber se existe alguma possibilidade das suas fundações poderem estar sob ameaça de falta de contenção.

Nestes capítulos são também apresentados os resultados obtidos nas duas análises efectuadas. São executadas análises comparativas entre os resultados obtidos neste trabalho e os resultados apresentados pelo Professor Mota Oliveira em 1994, no trabalho: *“Porto de Lisboa, melhoria das condições de acesso pela Barra Sul”*.

No capítulo 10 apresenta-se uma proposta construtiva recorrendo a estacas prancha que tem como principal finalidade a contenção periférica em trono do Forte do Bugio.

No capítulo 11 analisa-se a obra do possível fecho da Golada entre o Forte do Bugio e a Cova do Vapor, Esporão da Calha mais precisamente. O objectivo será perceber se a realização desta obra irá contribuir positivamente para a resolução dos constantes problemas de erosão sedimentar que se verificam nesta zona. Importa também perceber qual o papel desta obra no que toca ao contributo da estabilidade do próprio Forte do Bugio.

No capítulo 12 são apresentadas as conclusões e as considerações finais sobre o trabalho desenvolvido, complementadas por sugestões de desenvolvimentos futuros sobre o tema.

2. O Forte da Cabeça Seca

Na concepção e planeamento de defesa militar do litoral português, em geral, e do porto de Lisboa, em particular, sempre se tiveram ao longo do tempo, duas visões estratégicas:

- Uma dada primazia à defesa fixa, a partir da costa, ou seja, a construção de fortificações nas embocaduras portuárias e em torno dos principais núcleos urbanos ribeirinhos;
- Outra dada primazia à defesa móvel, a partir do espaço marítimo, ou seja, a organização de armadas de guerra, que patrulhariam os mares e vigiariam os portos.

Embora os dois conceitos estratégicos não se anulassem e o ideal fosse mesmo a sua conjugação, a incapacidade de dar resposta a ambos, por insuficiência de meios humanos e financeiros, fez com que se privilegiasse, sobretudo, a defesa militar fixa.

Em meados do século XVI tornou-se claro que a defesa marítima de Lisboa deveria avançar até à foz do Tejo, mais concretamente em Oeiras, de modo a tirar partido das dificuldades naturais que a sua barra colocava à navegação. Acidentada e perigosa, só podia ser franqueada durante o dia, com ventos e marés favoráveis e apenas por pilotos experimentados e familiarizados com os seus fundos e correntes. (Boiça & Barros, 2004)

Assim, se a entrada da barra fosse fortificada, somavam-se aos perigos naturais outros de não menor intensidade. Avaliando esta situação, Diogo Cabral deu a conhecer a sua ideia ao rei D. João III no ano de 1553, a propósito da ameaça constante que representava, principalmente, a pirataria costeira. No entanto, consta-se, que terão sido pouco ou mesmo nada significativos os trabalhos realizados em tempos do rei D. João III, sendo então sob regência de D. Catarina de Áustria, sua esposa, que a acção de fortificação da barra deverá ser enquadrada. (Boiça & Barros, 2004)

A construção da fortaleza de S. Julião da Barra chamou a atenção para a importância estratégica do extenso areal que lhe ficava mais ou menos fronteiro, Cabeça Seca, desconhece-se, no entanto quando terá surgido a ideia de fortificá-lo de modo a tornar possível o cruzamento de fogo sobre os canais de navegação a partir da acção combinada de duas fortalezas encaradas. Aparentemente terá sido Francisco de Holanda quem primeiro formulou um projecto nesse sentido, em 1571. Porém, das suas propostas nada resultaria (Boiça & Barros, 2004).

A primeira experiência surge em Maio de 1580, com planta delineada por Filipe Tercio, na altura engenheiro-mor de Portugal. Ergue-se na ponta do areal virada a nascente um forte de madeira que tinha por função defender o estreito canal da Trafaria. Porém não chegou a cumprir a sua função, tendo sido nula a sua participação nas acções que se desencadearam para deter a progressão do invasor castelhano, tanto por terra como por mar. (Boiça & Barros, 2004)

A segunda experiência surge 10 anos depois, o objectivo, bem definido, era o de construir no extremo poente do areal, em posição frontal a S. Julião, uma fortificação que permitisse fechar a barra do Tejo com fogo cruzado. A ideia adquire forma sob responsabilidade do arquitecto italiano, Vicencio Casale, que traça para o local uma arrojada construção circular. No entanto, tudo se revelaria bem diferente, pois as obras em concreto, não avançavam ao ritmo pretendido, não obstante o empenho colocado e a força de braços de vários homens, à força destes opunha-se o mar, que umas vezes desfazia o que se havia construído, outras impedia que a obra prosseguisse. A natureza do local e o facto de apenas nas estações de Primavera e Verão se poder trabalhar foram factores condicionantes no processo de fortificação da Cabeça Seca. Todos estes factores levaram a que a obra tivesse uma grande demora e que ocasionalmente fossem questionados os planos construtivos, que por sua vez irão ser apresentados mais á frente. (Boiça & Barros, 2004)

Quanto às questões relacionadas sobre a forma do Forte, estas originaram várias discussões e fizeram-se acompanhar de projectos e planos construtivos de diferentes características. Tais discordâncias fizeram com que a construção do Forte se fosse adiando por anos e anos. Mesmo após a sua construção, no longo caminho que percorreu até ao século XX, foram discordantes as vozes que se fizeram ouvir sobre a necessidade e o modo de se modernizar a estrutura fortificada existente.

Não foi apenas em torno da forma arquitectónica do forte que as discussões se geraram, as supostas consequências que a sua construção originaria no funcionamento hidráulico da barra do Tejo, em particular no assoreamento do canal de S. Julião que na altura era utilizado pelas naus no caminho marítimo para a Índia. Não se percebendo, na altura, que esse fenómeno é cíclico e que os agentes que o controlam são de outro tipo, tema esse, que será abordado mais à frente.

D. Filipe I encarregou então Vicencio Casale da responsabilidade do traçado e direcção das obras, que após a avaliação feita no local não esboçou a menor dúvida de que a forma circular seria a mais apropriada para a futura fortificação da Cabeça Seca. No entanto, o consenso gerado em torno desta solução estava longe de ser bem aceite por todas as entidades intervenientes e que tinham o direito e dever de se fazer ouvir. É então fácil perceber que no ano de 1602 após a morte de Casale e já no reinado de D. Filipe II, a obra ainda estava bastante longe de estar concluída. (Boiça & Barros, 2004)

Entre as várias transformações introduzidas uma se destacava: a existência de uma torre central, bem elevada, que na segunda metade do século XVII, passou a ter as funções de forte e farol, com a introdução de uma lanterna pétrea.

O forte que chega aos nossos dias não se esgota no discurso construtivo seiscentista, ou seja, a obra que se conserva é arquitectonicamente híbrida: se a sua raiz fundamental pertence ao período da Restauração, assentado sobre fundações filipinas, parte das estruturas funcionais que apresenta, bem como a composição de alguns dos seus volumes são dos anos sessenta

do século XVIII, após o terramoto de 1755. De certa forma, a configuração e a silhueta do forte actual estão muito próximos da realidade de finais do século XVIII. Em finais do século XIX, o Bugio, na prática, é já um espaço sem funções militares. (Boiça & Barros, 2004)

Há mais de 30 anos que de facto o farol do Bugio passou a ser automatizado, a ausência de faroleiros e respectivas famílias acelerou o processo de degradação dos espaços interiores e diminuiu a atenção e precaução na conservação das suas estruturas. No início dos anos 90 do século XX verificou-se uma derrocada que, progressivamente, foi adquirindo maiores proporções a ponto de fazer temer a ruína da própria estrutura. Tardiamente, mas de forma eficaz, com uma intervenção de vulto, corrigiu-se a situação, aquietando a preocupação de salvaguardar este testemunho único da nossa arquitectura, classificado como imóvel de interesse público pelo Decreto nº 41191 de 18 Julho de 1957.

É o respeito pela memória do passado que exige que se encontrem os meios indispensáveis para recuperar e salvaguardar o espaço interior do Forte do Bugio, degradado em muitos dos seus sectores, como é o caso da antiga capela. É também importante que se desenvolvam iniciativas de valorização patrimonial e que a estas se associem outras que permitam o usufruto cultural deste monumento impar no concelho de Oeiras e um dos mais marcantes da engenharia e da arquitectura militar portuguesa. (Boiça & Barros, 2004)

O Forte do Bugio é uma estrutura imponente que se ousou erguer numa restinga de areia, onde as águas do Tejo e Atlântico se fundam num abraço umas vezes calmo e amistoso, outras, tumultuoso e violento. (Boiça & Barros, 2004)

2.1. Primeiros Projectos de Fortificação da Cabeça Seca

A barra do Tejo era reconhecidamente ameaçadora, sobretudo em tempos de invernia. Na época em que a navegação era feita à vela penetrar na embocadura do Tejo e chegar a Lisboa era indispensável ter vento e maré a favor. (Boiça & Barros, 2004)

Desde tempos que a memória não deixou registos, que mareantes e pescadores deram nome a marcas terrestres, aos canais de navegação, aos mares onde se pescava e aos sítios onde o perigo espreitava constantemente. Algumas das designações atribuídas, sobretudo as que reportavam a marcas naturais, mantem-se até aos dias de hoje. É o caso, por exemplo, dos canais da barra e dos baixios situados à sua entrada, que todos temiam. Os baixios que condicionam a navegação na barra do Tejo são formações pétreas e arenosas conhecidas pelo nome de “cachopos”, que na terminologia marinha reconhece as restingas naturais que obstruem e tornam perigoso o acesso aos portos.

A sudoeste da ponta de S. Julião da Barra encontra-se o primeiro desses baixios, o Cachopo Norte, no qual se concentram areias que esporadicamente emergem das águas. Entre este cachopo e a costa define-se um canal de navegação pouco profundo e não muito largo, designado Barra Norte ou Pequena. (Boiça & Barros, 2004)

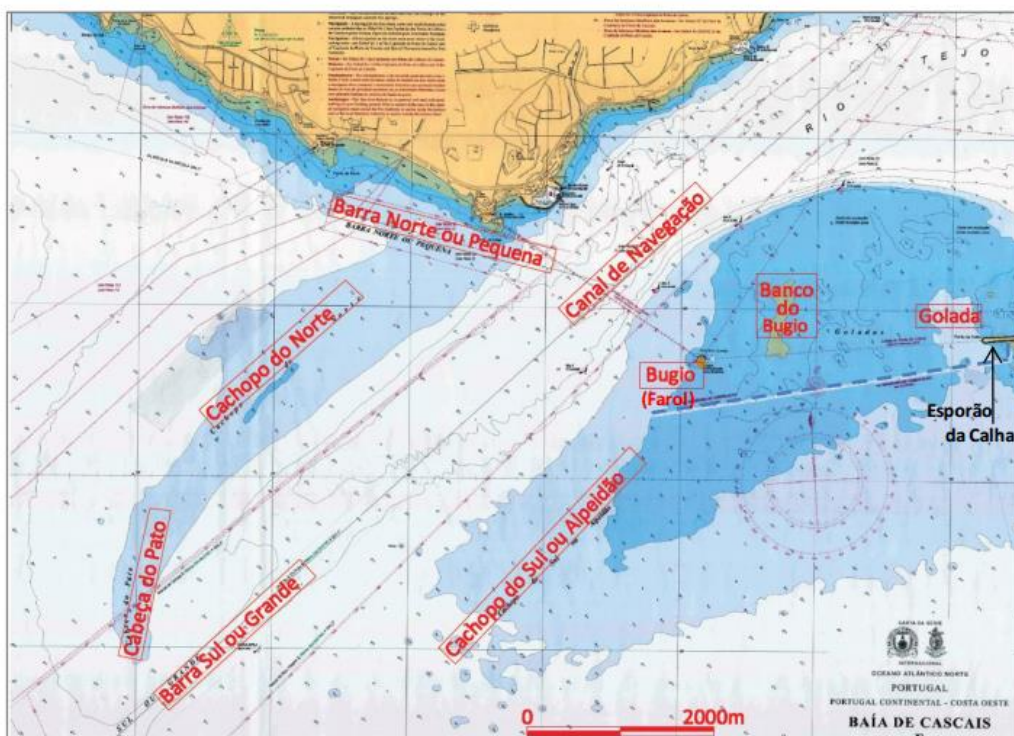


Figura 1: Localização geográfica dos constituintes da Barra do Tejo, adaptado de (Barata, Rosa, Cabaço, Teles, Andrade, & Silveira, 2013)

O segundo baixio, de maiores proporções, chamado Cachopo Sul ou Alpeidão, estende-se ao longo da barra e atrai a si grandes volumes de areia, de extensão e formas variáveis e que podem surgir acima da linha de água. Entre os dois cachopos situa-se um canal de navegação profundo e alargado, conhecido como a Barra Sul ou Grande, que passou a ser o mais utilizado a partir da navegação a vapor, toda esta informação pode ser consultada com recurso à Figura1.

A configuração e extensão das formações arenosas que se concentram nos cachopos são extremamente variáveis, dada a irregular acção dos elementos que as condicionam, como os ventos, caso as areias estejam fora de água, as marés e as correntes. Porém, ainda que o fenómeno do assoreamento seja por natureza instável pode verificar-se, em determinadas épocas, uma relativa estabilização dos seus níveis. Ao que tudo indica foi o que terá sucedido durante um longo e impreciso período de tempo compreendido entre os inícios do século XVI e as primeiras décadas do século XVII, durante o qual se formou o Cachopo Sul, uma apreciável coroa de areia que foi baptizada com o nome de Cabeça Seca. (Boiça & Barros, 2004)

Para além dos pescadores, poucos seriam aqueles que conheceriam de perto os extensos areais fronteiros à Trafaria. No entanto, em 1580, estes areais passaram também a ser familiares para alguns homens de outra bem distinta condição. Estes traziam consigo o objectivo de defender Lisboa dos inimigos que a ameaçavam conquistar, tendo para isso sondado e avaliado o areal de modo a escolher o local mais apropriado para assentar a estrutura de um forte, de madeira, que ousaram erguer e depois dotaram de peças de artilharia. (Boiça & Barros, 2004)

Com este mesmo objectivo, em 1589 e 1590, Vicencio Casale, percorreu e sondou essas areias, aparentemente, ficou a conhecê-las como ninguém. Estudou o processo de acumulação das areias e constituição do leito do rio, traçou um plano hidrográfico da Barra do Tejo, precisando os contornos dos cachopos, bem como as medidas dos canais de navegação, traçou um projecto de construção de uma fortificação pétrea para o local e inventou mecanismos que permitiram sacar do leito do rio as pedras que serviram de plataforma onde aquela iria assentar. Tinham um objectivo muito concreto: avaliar se o local tinha condições para nele se empreender a construção de uma estrutura que fosse capaz de travar a passagem, em acção combinada com forte de S. Julião da Barra, às armadas inimigas que ameaçassem penetrar o porto de Lisboa. (Boiça & Barros, 2004)

2.2. Forte de Madeira de Filipe Tercio

Entre Maio e Junho de 1580 ergue-se na ponta nascente do areal da Cabeça Seca um forte em madeira, com o objectivo de defender a passagem pelo canal da Trafaria, pelas mãos de Filipe Tercio, engenheiro-mor de Portugal. No entanto, a intervenção do forte no quadro dos acontecimentos militares em Outubro de 1580 foi nula, tendo sido desartilhada. A decisão de mandar recolher e guardar a artilharia e munições que pertenciam ao forte é o terminar, simbólico, da curta e ineficaz história do primeiro espaço fortificado de madeira da Cabeça Seca. (Boiça & Barros, 2004)

3. A Fundação do Forte

3.1. A obra de Vicencio Casale

Decorridos os tempos sob domínio dos castelhanos, nomeadamente, D. Filipe I, que por sua vez havia confiado, em 1580, a Vicencio Casale os trabalhos de construção de um forte entre S. Julião da Barra e Cascais, intervenção na Torre de Belém e levantamento de uma fortificação na Cabeça Seca, sendo que para o monarca esta última obra seria prioritária. Ficou então determinado que o local definitivo para a construção do forte seria na ponta do areal do Cachopo Sul, numa posição mais fronteira à Fortaleza de S. Julião da Barra, assegurando-se uma maior proximidade entre os dois fortes e, conseqüentemente, a eficácia do cruzamento de fogo. (Boiça & Barros, 2004)

Esta opção ditada por razões estratégicas não poderia deixar de ter implicações profundas, Casale teria plena consciência das dificuldades e das limitações que elas iriam ter, nomeadamente ao nível do ritmo de trabalho. Por outro lado, o transporte dos materiais também se antevia um processo difícil, pelas condicionantes a que estava sujeito. As condições agrestes de ordem natural seriam determinantes na definição dos princípios que iriam orientar o processo construtivo, segundo Casale a segurança e continuidade da construção seriam as ideias chave que guiavam a construção e execução dos planos de fortificação. Este modo de fortificar trazia outras vantagens pois se o trabalho de construção era naturalmente gradual e por isso vulnerável, a solidez dos alicerces garantia à partida uma maior resistência às tempestades de mar, evitando que arruinasse as partes já edificadas, por outro lado permitia ainda a execução dos trabalhos no Inverno e no Verão. (Boiça & Barros, 2004)

Resistir ao tempo e à acção intempestiva da conjugação das águas oceânicas e fluviais obrigava a um conhecimento profundo das condições do local onde se pretendia construir e Casale estava absolutamente ciente do carácter imperativo desta tarefa, pelo que efectuou inúmeras observações ao local de construção. A violência do embate das vagas e as especificidades de uma construção em meio aquático obrigava a obedecer, logo à partida, a certas premissas: uma delas residia no tipo de materiais a utilizar na construção, para Casale a pedra era a única matéria que, pelas suas características, poderia resistir e fazer face à ameaçadora acção continuada da água do mar, quanto à utilização de madeira apenas a concebia como ajuda à condução da obra ou em posição não estrutural. Neste caso particular, assiste-se então a uma mudança do próprio processo construtivo utilizado até à altura, pois a madeira estrutural utilizara-se durante bastante tempo em construções de obras marítimas. (Boiça & Barros, 2004)

No que diz respeito ao traçado do forte, Casale colocou à consideração de Filipe I dois projectos diferentes, embora faça salientar vantagens evidentes quanto à execução do primeiro que se tratava de um edifício em planta circular, contrariamente ao que era usual nas edificações militares da altura. O arquitecto justifica que esta solução daria maior resistência à acção do mar, sendo uma estrutura mais unida, sem ângulos salientes e de maior eficácia ofensiva, resultante da possibilidade de se poder visar qualquer embarcação inimiga sem que fosse necessário deslocar as peças de artilharia. (Boiça & Barros, 2004)

Movido pela urgência que se pretendia imprimir no processo de fortificação, Casale criara os modelos arquitectónicos, ainda antes de se deslocar ao areal da Cabeça Seca. Entretanto, os diversos instrumentos que mandara executar ficariam concluídos, tendo feito aparelhar um bate-estacas de altura de 45 pés, aproximadamente 13 metros, numa das duas grandes barcas que iria utilizar na curta travessia desde o portinho de S. Julião até à Cabeça Seca. (Boiça & Barros, 2004)

Em 1590, graças ao bom tempo e acalmia marítima foi possível proceder à experiência, durante a preia-mar o arquitecto fazendo-se acompanhar por cerca de 30 homens acostaram ao areal. À custa da força braçal, puseram em movimento o bate-estacas, fazendo penetrar no solo uma estaca com ponta em ferro que entrou sem dificuldade até à profundidade de 15 pés, cerca de 4.5 metros, ponto onde encontrou súbita resistência. Continuando com a operação, verificou-se que a estaca não produzia movimento algum, concluindo-se assim que o firme estaria próximo. (Boiça & Barros, 2004)

Os vários argumentos apresentados por Casale e os resultados a que chegou nas suas exposições práticas terão dissipado as dúvidas do rei D. Filipe I sobre a viabilidade e operacionalidade do forte que se pretendia construir na Cabeça Seca. Assim as obras, depois de todos os aparelhamentos, poderiam avançar.

3.2. Lançamento da Obra

Não se conhece carta ou documento régio em que seja concedido o aval para concretização da obra na Cabeça Seca. Mesmo que a concordância régia tenha sido dada de imediato, há que considerar um período, talvez de algumas semanas, para finalização dos preparativos necessários. Assim, tendo em conta estes indícios, “*estima-se que as obras na Cabeça Seca terão começado no decurso da Primavera de 1590*” (Boiça & Barros, 2004).

Em Fevereiro de 1593, três anos volvidos sobre a elaboração do projecto, os alicerces do forte estavam longe de estar concluídos. Alguns meses antes de morrer, Casale endereça uma carta ao rei, onde faz um pequeno historial do modo como, até então, tinham decorrido os trabalhos e o estado de desenvolvimento em que se encontravam. Na explicação ao monarca o arquitecto faz menção às diversas fases construtivas até então elaboradas. Nesse documento, Casale, começa por explicar que se começou por delimitar a área de construção através de estacas de madeira, formando uma circunferência de elevado diâmetro (Boiça & Barros, 2004).

Daquilo que se pode extrair de (Boiça & Barros, 2004), acerca de como os trabalhos iam avançando ao longo dos anos, pode-se observar, recorrendo às Figuras 2 e 3, esquemas interpretativos desses mesmos trabalhos iniciais que dizem respeito à sua fundação. De salientar que estes esquemas foram realizados em *AutoCAD* e visam ilustrar a evolução construtiva das fundações em estacas de madeira que sustentam o Forte do Bugio.

Inicialmente foi delimitado um diâmetro com aproximadamente 77 metros onde foram cravadas estacas de madeira.

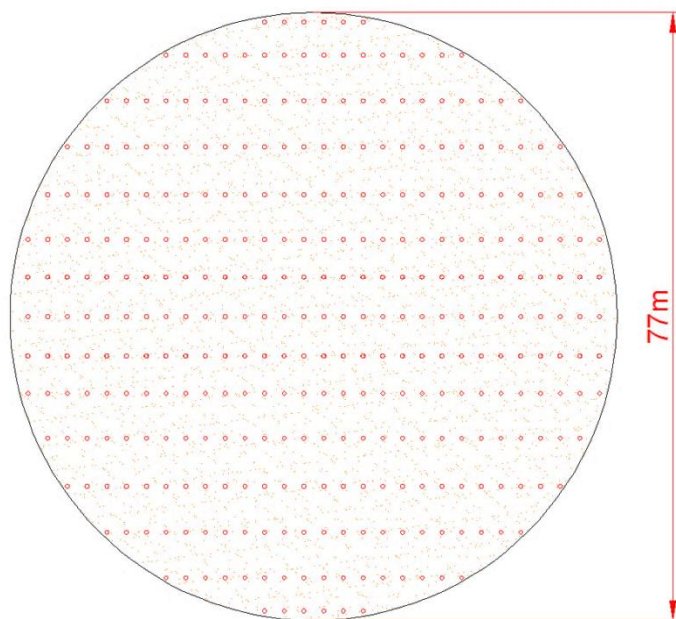


Figura 2: Esquema interpretativo da planta da delimitação do espaço, recorrendo a estacas de madeira.

Num segundo momento, procedeu-se à descarga, para o seu interior de muitas barcadas de pedra perdida, ou seja, pedras disformes que por sua vez constituíam o encabeçamento das estacas de madeira e que por acção do seu próprio peso e do movimento revolto do mar, o principal agente em todo este processo, iam penetrando na areia até repousarem no leito do rio. *Por esta altura já se havia acumulado no anel pré-definido duas camadas sobrepostas de pedra, no entanto o seu nível encontrava-se ainda imerso mas previa-se que com a terceira ordem de pedra o fundamento ultrapassasse a linha de água, ficando então a fundação terminada.* (Boiça & Barros, 2004)

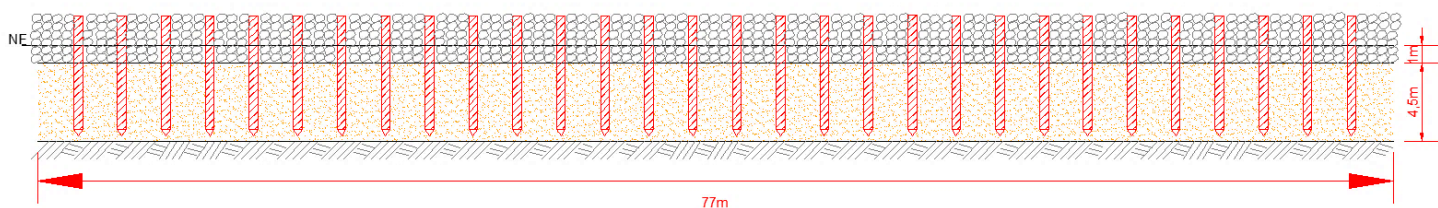


Figura 3: Esquema interpretativo do projecto, em alçado da fundação do Forte do Bugio recorrendo a estacas de madeira e camadas de enrocamento.

Inicialmente, Casale, fizera o cálculo de que em dois anos a fortificação iria ser levantada, porém esse limite já havia sido ultrapassado. Os principais motivos desta demora deviam-se à incorrecta avaliação feita logo à partida das condições de trabalho, nomeadamente, quando o arquitecto determinara que se poderia trabalhar quase ininterruptamente, quando na verdade a violência do mar, principalmente durante o Inverno, impedia por vezes a própria navegação. (Boiça & Barros, 2004)

Finalmente outro dos motivos prendeu-se com a pouco acertada estimativa quanto à quantidade de enrocamento indispensáveis à construção de alicerces para um diâmetro que ultrapassaria os 70 metros, uma profundidade de 5/6 metros e dos mecanismos de sedimentação dos mesmos. (Boiça & Barros, 2004)

Vicencio Casale viria a falecer a 21 de Dezembro de 1593, deixando a obra ainda bastante atrasada, embora o círculo de pedra que constituía os alicerces já havia sido erguido, finalmente (Boiça & Barros, 2004).

3.3. A sucessão de Vicencio Casale

Na altura da morte de Casale apenas Gaspar Ruiz estava a trabalhar na obra da Cabeça Seca. O monarca Filipe I entregou então a este a responsabilidade de continuar o trabalho de Casale. Ruiz começara a trabalhar por volta de 1591 como ajudante e discípulo de Vicencio Casale na construção do forte da Cabeça Seca (Boiça & Barros, 2004).

3.4. Forte provisório de madeira

Se os herdeiros da obra da Cabeça Seca foram escolhidos com todo o cuidado para assegurar à risca a planta projectada por Casale, o certo é que o desejo de colocar o quanto antes artilharia no local, já equacionada em vida de Casale, fez com que se abrandasse a execução dos planos construtivos do forte e se concentrassem os esforços na instalação de um forte provisório. De acordo com o procedimento usual, também para o projecto provisório da Cabeça Seca se pediram diversos pareceres. (Boiça & Barros, 2004)

Segundo (Boiça & Barros, 2004), o projecto do forte provisório seria constituído por uma plataforma octogonal, Figura 4, sustentada por estacas suficientemente espaçadas de modo a opor o mínimo de resistência à livre circulação de água do mar, ficando escorada no embasamento por pedras que se haviam aí colocado durante os quatro anos de trabalho já decorridos. A plataforma foi erguida através de uma teia de barrotes de madeira entrecruzados, limitada no exterior por um parapeito, ao centro elevava-se, a pouca altura, um pequeno edifício para albergar a guarnição, a artilharia, por sua vez, seria disposta radialmente. Os materiais construtivos cingiam-se à madeira e alguns tirantes de ferro para uma maior consolidação de toda a estrutura.

Em 1594, e após vários testes para averiguar o comportamento da estrutura em termos de resistência, às agressões naturais e à acção da sua própria artilharia, concluiu-se que o forte respondia bem às exigências impostas. Ficando assim aprovado o forte provisório. (Boiça & Barros, 2004)



Figura 4: Reconstituição a 3 dimensões do forte de madeira de 1594. Vista geral, adaptado de (Boiça & Barros, 2004)

No entanto, o fraco poder ofensivo que o forte provisório poderia dispor, considerado insuficiente para a defesa da entrada da barra, foi a razão principal pela qual se entendeu continuar com a construção da obra inicial, ou seja, o forte em pedra inicialmente projectado por Vicencio Casale. (Boiça & Barros, 2004)

Em 1594 a questão do assoreamento foi, provavelmente, relacionada pela primeira vez, com a edificação do forte na Cabeça Seca. Segundo (Boiça & Barros, 2004) o embasamento submerso que se tinha construído no areal, estaria na origem de uma maior acumulação de areia junto aos cachopos, provocando, assim a redução da largura dos canais de navegação. Embora este assunto viesse diversas vezes a discussão, não foi, todavia, suficiente para provocar a paragem dos trabalhos de construção do Forte.

3.5. Os projectos de Leonardo Turriano

Em 1598, Leonardo Turriano, figura de prestígio e mérito reconhecido, exerceu funções de Engenheiro-mor de Portugal, em substituição de Filipe Tercio, que havia falecido. Por esta altura já Turriano detinha uma vasta experiência na arte de fortificar. Nesta sequência e com necessidade de estabelecer prioridades de intervenção nas fortificações do complexo defensivo de Lisboa, Leonardo Turriano é enviado para esta cidade com a missão de desenhar, projectar e emitir um parecer sobre as várias fortificações a erguer, de entre as quais, a da Cabeça Seca. (Boiça & Barros, 2004)

Neste contexto, Cascais foi considerado um dos pontos estratégicos mais desprotegidos e inseguros. Tendo esse facto em atenção, em 1597, o arquitecto envia uma planta com o projecto que havia concebido para fortalecimento do local. As várias exigências de ordem defensiva a que era necessário atender com urgência, justificavam-se, com a cada vez maior

frequência de assaltos que a armada inglesa fazia à costa portuguesa, receando-se uma entrada em força na barra do Tejo e um poderoso ataque a Lisboa. (Boiça & Barros, 2004)

Enviado a Madrid, pouco tempo depois da morte de Filipe I, Turriano contesta pela primeira vez a disposição circular da plataforma do forte, defendendo por sua vez, uma disposição oval. Os argumentos com que defendeu as vantagens da planta oval em detrimento da circular, advinham, essencialmente, de dois factores que se cruzam e interligam: a quantidade e a operacionalidade da artilharia. O rei Filipe II foi sensível aos argumentos apresentados por Turriano e em 1600 ordena a Gaspar Ruiz que colocasse em prática o novo traçado prolongado por Leonardo Turriano. (Boiça & Barros, 2004)

Numa decisão que viria a ser determinante no evoluir dos acontecimentos futuros, Gaspar Ruiz não obedeceu aos novos planos que declaravam a forma oval para o forte da Cabeça Seca, segundo (Boiça & Barros, 2004) “(...) tudo indica que terá sido a fidelidade ao seu antigo mestre, Casale, e apenas em 1602, Turriano se terá apercebido desta situação. Na sequência das denúncias destas gravosas circunstâncias aplicadas a Gaspar Ruiz, o monarca terá enviado ordem para que este fosse despedido do cargo que exercia. No entanto e depois de chamados os intervenientes à corte, nem Ruiz foi despedido nem a obra teria a configuração que o Engenheiro-mor defendia. Depois de analisados, em Concelho de Guerra, as teorias e projectos de Turriano e Ruiz acerca da Cabeça Seca, é elaborado um documento, determinando que as obras haveriam de prosseguir de forma circular, à imagem do que Vicencio Casale inicialmente propunha. Uma das questões principais prendia-se com a dimensão da plataforma principal onde assentaria a laje da bateria baixa e os alojamentos, decidiu-se, então, pelo aumento da plataforma, esta seria projectada com cerca de 240 pés de diâmetro, cerca de 70 metros (Boiça & Barros, 2004).

No prolongamento das determinações quanto ao traçado do forte, Gaspar Ruiz retorna à direcção de obra, trazendo consigo o projecto de Vicencio Casale, agora com uma variante que implicaria o aumento do embasamento. Os trabalhos de alargamento do embasamento terão começado em 1603, obrigando à demolição do troço que, mais recentemente, havia sido erguido, o que provocou, naturalmente, um maior atraso na obra. Esta esteve, desde sempre, condicionada por diversos factores, um deles incontornável, ano após ano a estação invernal, principalmente, parava por completo as obras, e não raras vezes, desfazia parte do que se havia construído. (Boiça & Barros, 2004)

3.6. A obra Filipina

São bastante poucas as notícias sobre o evoluir das obras nos anos imediatos, sobretudo entre o período compreendido entre inícios da segunda década de seiscentos e a Restauração, em 1640. Um dado, por seu lado, é certo: as expectativas que se exigiam não foram cumpridas, os trabalhos avançaram muito lentamente.

A falta de meios, o ritmo sazonal das obras, a má aplicação dos já reduzidos meios para financiar a fortificação, o desvio ilícito de dinheiros e pouco zelo de muitos dos que obravam

são factores que explicam, em grande parte, o evidente abrandamento do forte da Cabeça Seca. (Boiça & Barros, 2004)

Em 1609, Turriano faz chegar ao rei D. Filipe II uma carta a alertar que a instrução dada em 1600 para se executar ou terminar diversas fortificações costeiras como o forte em questão, estava ainda por concluir, devido, no essencial, à falta de verbas para financiar as obras, cenário que pouco se alterou nas décadas que se seguiram. (Boiça & Barros, 2004)

É apenas após a subida ao trono do rei D. Filipe III, por volta de 1623, que parece existir novo fôlego e o retomar de uma política de defesa marítima do litoral. Com todos os impasses que se geraram em torno da defesa do litoral e em particular do forte da Cabeça Seca, foi com naturalidade que em 1640 se encontrava, sobe um embasamento pétreo erguido a muito custo ao longo de quase cinquenta anos, um pequeno reduto provisório que, apesar da importância estratégica que lhe atribuíam, não desempenhou nenhuma acção de relevo que se possa assinalar. Quando no dia 2 de Dezembro de 1640, simbolicamente se rendeu, fechou-se o primeiro longo ciclo da sua vida. Porém, logo outro se haveria de iniciar. (Boiça & Barros, 2004)

Em termos concretos o legado filipino distinguiu-se no fundamento do forte. Os inúmeros projectos que se conceberam e as ideias díspares que proporcionaram, as discussões e dissertações que motivaram, formam uma memória intelectualmente fértil e enriquecedora que marcou o imaginário do local e da própria fortificação marítima portuguesa. (Boiça & Barros, 2004)

De modo quase subtil, dir-se-ia, que essa memória influenciou a forma da fortaleza que mais tarde se ergueu, materializando a visão de Vicencio Casale, que em 1590 assegurava que seria “maravilhoso e seguro!” (Boiça & Barros, 2004).

4. O Forte da Restauração e o Farol Seiscentista

4.1. Projecto de João Turriano

O movimento restaurador que nasce no dia 1 de Dezembro de 1640 triunfou sem resistência significativa por parte das forças terrestres e navais castelhanas estacionadas na capital e nas fortificações da barra do Tejo, o contingente existente não era, de resto, numeroso. A participação do Forte de S. Lourenço da Cabeça Seca no desenrolar e desfecho dos acontecimentos de 1640 foi irrelevante, aliás, dificilmente poderia ser de outro modo, dado o estado imperfeito e incompleto em que se encontrava. Mais não era do que uma plataforma em pedra rebaixada que pouco ultrapassava a altura média das águas do mar, na qual se dispunham algumas peças de artilharia e se erguiam algumas construções de madeira para aquartelamento de uma pequena guarnição. A precária condição do forte, que em situações de tempestade no mar se acentuava e podia mesmo forçar ao abandono temporário do local, não permitia, assim, que se seguisse o exemplo de resistência da vizinha fortaleza de S. Julião da Barra. (Boiça & Barros, 2004)

Antevia-se agora a difícil tarefa de defender a soberania restaurada, preservar as fronteiras, e salvaguardar o coração do reino: Lisboa. Era, portanto, exigida a mobilização de homens e recursos, sendo necessário a reorganização do exército e das forças navais e a modernização do aparelho defensivo, terrestre e marítimo, nomeadamente através da construção de novas fortificações e melhoramento das existentes. Foi o que sucedeu com o Forte de S. Lourenço da Cabeça Seca, obra considerada urgente e prioritária entre as que se projectaram para a costa na zona de Lisboa, principalmente. No entanto, a conclusão do forte demoraria largos anos, pois este suscitou opiniões controversas, e algumas polémicas à mistura. (Boiça & Barros, 2004)

Em traços gerais, o plano do rei D. João IV para defesa do porto de Lisboa e barra do Tejo passava pela ampliação da Fortaleza de S. Julião da Barra, conclusão do Forte de S. Lourenço da Cabeça Seca e da Cidadela de Cascais e da construção de uma série de fortes nas baías arenosas entre Belém e o Cabo da Roca para impedir manobras navais de aproximação à costa. (Boiça & Barros, 2004)

Em 1643, o rei D. João IV, nomeia para o lugar de engenheiro das obras na Cabeça Seca o frade beneditino João Turriano, filho do antigo Engenheiro-mor, Leonardo Turriano, que durante alguns anos chefiou a construção do Forte de S. Lourenço da Cabeça Seca. Com a entrada em funções de João Turriano a obra adquire um impulso assinalável, embora o seu ritmo tivesse sido condicionado pela escassez dos recursos que o reino dispunha para suportar o esforço de guerra com a vizinha Espanha, onde a parcela relativa aos trabalhos de fortificação da linha de costa pesava e de que maneira. Foi clara a preocupação, no entanto, de evitar que os trabalhos de construção do forte abrandassem ou fossem postos em causa. (Boiça & Barros, 2004)

Ao avaliar o estado em que João Turriano encontrou o forte, este, em carta enviada ao rei D. João IV, relata que poderia tomar por referência a obra realizada pelo seu pai, Leonardo Turriano, falecido no ano de 1629. Depois deste, ao que tudo indicava, os trabalhos na sapata do forte não foram significativos, nomeadamente a seguir à Restauração, quando à frente destes trabalhos se encontrava o engenheiro Mateus de Couto, personalidade muito contestada pelo seu mau desempenho no desenrolar da continuação das obras do forte. Entre 1643 e 1646, sob direcção de João Turriano, o rápido avanço registado na construção da plataforma do forte, contrasta, profundamente, com as duas décadas anteriores, durante as quais a obra pouco ou nada evoluiu. (Boiça & Barros, 2004)

Em 1646, João Turriano, coloca à consideração de D. João IV dois projectos de fortificação bem diferentes um do outro, um dos projectos consistia numa construção mais arrojada, provavelmente, aquela que estaria na ideia de seu pai, Leonardo Turriano. O outro projecto seria uma construção mais simples, de menores dimensões e que respondia à necessidade, que se tinha urgente, de artilhar o local o mais rápido possível, sendo claro, no entanto, que a sua preferência recaía neste ultimo de execução mais rápida. (Boiça & Barros, 2004)

O projecto da preferência de Turriano acabou por ser aprovado em Concelho de Guerra e pressupunha a construção de um edifício no centro da plataforma, com cerca de 21 metros de diâmetro, desprovido de cisterna e com oito divisões dispostas radialmente, que entroncavam num pequeno átrio central coberto, através do qual se estabelecia a comunicação interior. A área livre até ao parapeito da plataforma servia de bateria e de acesso ao cais. Na perspectiva de Turriano as obras de construção deste espaço fortificado durariam cerca de três anos. O menor custo e, sobretudo, a maior rapidez de execução terão sido factores determinantes na opção que se tomou de erguer na Cabeça Seca uma fortificação estruturalmente simples (Boiça & Barros, 2004).

4.2. O Forte projectado e construído

O processo de reavaliação do projecto para o futuro forte, atendendo à urgência que existia em terminar as obras na Cabeça Seca, consumou-se, ainda no ano de 1647, pois as alterações introduzidas no plano inicial de João Turriano, pela sua amplitude e implicações ao nível do planeamento e execução da obra teriam de ficar definidas, necessariamente, antes da conclusão da plataforma do forte, que consistia no preenchimento e colocação de lajes, nivelando o pavimento. As razões que determinaram as alterações que se promoveram, foram a ausência de uma cisterna para armazenamento de água, a existência de um pátio central e a volumetria do edifício, que impedia que se dispusesse de uma bateria alta e se aproveitasse a posição privilegiada do local para vigiar e controlar a navegação na barra do Tejo. (Boiça & Barros, 2004)

Atendendo a estas novas alterações no projecto, conclui-se, que o forte construído nada deve, de facto, aos planos de João Turriano. As profundas diferenças entre o que foi projectado e o que foi construído negam, claramente, esse facto.

Tal como se pode observar no esquema representativo realizado em AutoCAD da Figura 5, tentou-se reproduzir com base na informação recolhida em (Boiça & Barros, 2004) um esquema ilustrativo que melhor elucide acerca da forma que o Forte acabou por tomar.

Ao invés de um edifício com volume ao nível do chão, composto por oito divisões, desprovido de pátio e de cisterna e servido por uma bateria, ergueu-se um outro, mais amplo de maior massa arquitectónica, com doze divisões abobadadas, um pátio de circulação, duas baterias, uma baixa e uma alta, e uma torre, ao centro, a dominar o conjunto edificado e cuja base servia de cisterna. A presença de uma torre representa, do ponto de vista espacial e volumétrico, a grande novidade face às inúmeras propostas, desde finais do século XVI, para a fortificação da Cabeça Seca. Não a previam em particular Vicencio Casale e Leonardo Turriano que foram as principais personalidades a conceber uma série de projectos para o local. A torre deu resposta a um problema que desde sempre se fizera sentir, o do armazenamento de água potável, sem que esta corresse o risco, que as cisternas previstas noutros projectos não salvaguardavam, de ficar contaminada pela água do mar, que facilmente se infiltrava pelos interstícios da estrutura imersa do forte. (Boiça & Barros, 2004)

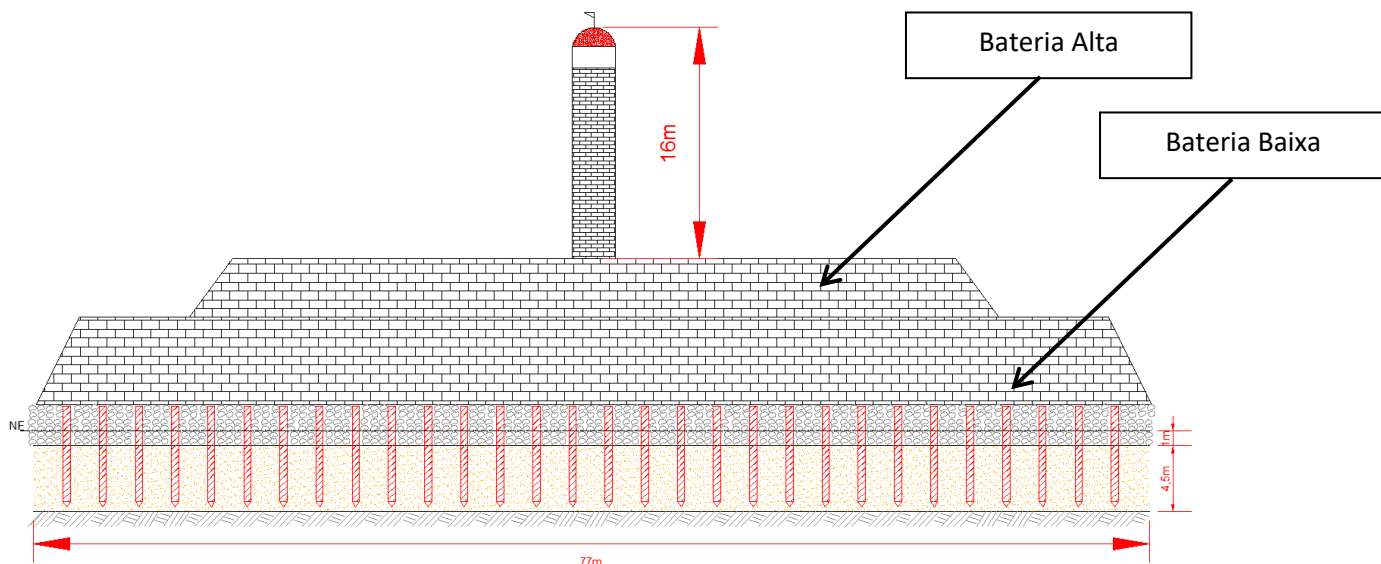


Figura 5: Esquema interpretativo do projecto final, onde se salienta a presença de uma torre central.

A engenhosa utilização da base da torre como cisterna só fazia sentido se esta se associasse a um esquema eficaz de canalização das águas pluviais, que obrigava, necessariamente, à concepção e aplicação de soluções técnicas ao nível da obra e à prévia adequação de outras estruturas do edifício para esse fim. Foi o que de facto sucedeu, ao adoptar-se a plataforma da bateria alta, à qual foi dada a inclinação conveniente para o escoamento das águas pluviais, que eram conduzidas para pequenos reservatórios e daí canalizadas para a cisterna. Tendo sido a torre o último elemento a ganhar forma, a sua intersecção com o conjunto edificado e as inclinações que daí resultaram, como a inclinação da plataforma da bateria alta e, sobretudo, a construção de quatro imponentes arcobotantes, que tal como a Figura 6 apresenta, trata-se de uma construção em forma de meio arco, erguida na parte exterior dos edifícios, principalmente para apoiar as paredes e repartir o peso das mesmas bem como das colunas. Neste caso particular do Forte do Bugio, os arcobotantes foram utilizados, essencialmente, para compensar as descargas laterais e lhes conferir estabilidade. (Boiça & Barros, 2004)

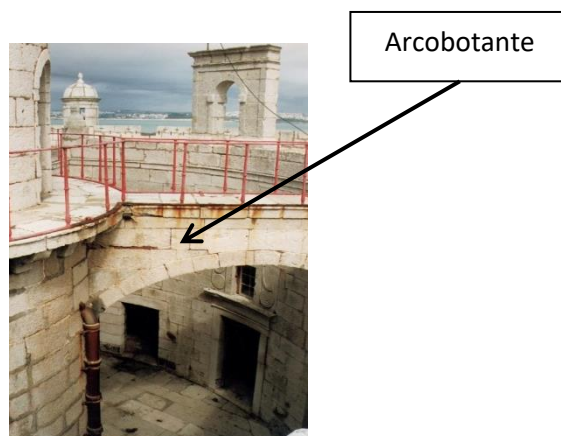


Figura 6: Pormenor de um arcobotante do Forte do Bugio.

A ausência de documentação não permite caracterizar a evolução do processo de construção do forte, nem perceber qual o evoluir das obras, sendo óbvio que a opção de erguer uma estrutura com características volumétricas e espaciais bem distintas das que João Turriano traçara, tornou a construção mais morosa. Segundo (Boiça & Barros, 2004) Estima-se que em vez dos três anos, inicialmente previstos, a obra terá demorado, pelo menos, dez anos. João Turriano permaneceu durante alguns anos à frente das obras, sendo incerta a data em que abandonou as funções, crê-se que terá sido até à década de cinquenta, pelo que permite que lhe seja atribuída a paternidade das principais fases de construção do forte.

Sendo que a condução técnica das obras está perfeitamente identificada, o mesmo não acontece em relação ao processo de alteração do projecto que se encontrava traçado e à concepção daquele que foi levado à prática. (Boiça & Barros, 2004)

4.3. Organização do espaço fortificado

Desconhece-se quando se satisfaz o objectivo de artilhar, pela primeira vez, a nova plataforma do forte. É a perspectiva de a poder utilizar com a maior brevidade possível, que D. João IV questiona o Conde de Cantanhede, na altura D. António Luís de Menezes, em Julho de 1648 nesse sentido. Não se sabe ao certo se terá sido nesse Verão, ou nos que lhe seguiram, que se instalaram peças de fogo na Cabeça Seca, tudo aponta, no entanto, nesse sentido. A partir do momento em que a plataforma do forte ficou terminada, seria possível conciliar as obras de levantamento progressivo das espessas paredes do edifício com a presença de artilharia e artilheiros no local. (Boiça & Barros, 2004)

Não foi concebida a D. João IV a graça de observar a conclusão do forte, embora não fosse muito o restaria a fazer quando este entregou a obra ao seu sucessor D. Afonso VI, a quem coube assistir a esse evento e chamar a si a responsabilidade de tomar as primeiras decisões sobre o governo da nova fortificação. Sabe-se que no Verão de 1657 as obras ainda decorriam, tratando-se, apenas, como tudo leva a crer, de trabalhos de acabamento. É então de supor que o Forte de S. Lourenço da Cabeça Seca se achasse concluído e operacional em finais do ano de 1657, ou no decorrer do ano seguinte. (Boiça & Barros, 2004)

Dada a localização do forte, será fácil perspectivar que ao longo do seu percurso histórico, outras obras se realizaram, tanto de restauro e consolidação, dado o desgaste e erosão provocados pela acção do mar, como o acrescento ou recomposição do espaço construído, em função do que seriam as novas necessidades logísticas no forte. (Boiça & Barros, 2004)

No que diz respeito ao modo como o forte estava organizado em finais do século XVII, é provável que desde logo se tenha adoptado a divisão espacial e definidos os traços fundamentais da estrutura arquitectónica que se observa na planta, alçado e corte executados em 1693 pelo arquitecto Mateus de Couto (Boiça & Barros, 2004).

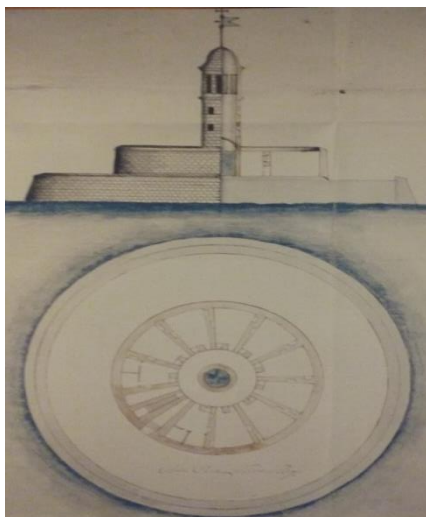


Figura 7: Alçado e planta do projecto traçado pelo arquitecto Mateus de Couto para o Forte do Bugio, 1693, adaptado de (Boiça & Barros, 2004)

Foi já no decorrer do século XVIII, que o forte adquiriu boa parte das características arquitectónicas que apresenta, ao nível de organização e divisão do espaço interno, da torre do farol, praticamente reerguida integralmente após o terramoto, e dos elementos construtivos em grande parte introduzidos após o terramoto de 1755.

Sendo o Forte de S. Lourenço da Cabeça Seca uma obra emblemática da arquitectura militar portuguesa. O forte é um edifício híbrido, onde se cruzam linguagens construtivas de diferentes épocas. Poderá afirmar-se que a solidez e a compacidade eram as características formais mais marcantes do forte em finais de seiscentos. (Boiça & Barros, 2004)

Tomando como referência a planta do arquitecto Mateus de Couto de 1693, verifica-se que existiu a preocupação de seccionar a estrutura circular do forte em compartimentos com áreas sensivelmente iguais, de forma a conferir solidez e estabilidade ao edifício.

4.4. O primeiro farol do Bugio

Tal como se havia referido anteriormente, os projectos do forte não contemplavam a presença de uma torre central. É, no entanto, indiscutível, que esta surgiu associada à necessidade de dotar o edifício de uma cisterna, circunstância essa a que se terá dado resposta ainda no decorrer das obras, ou seja, já existiria quando estas se encontravam perto de estar concluídas, em 1657. É provável que a decisão de erguer uma cisterna no pátio central do forte, aproveitando, como já foi referido, as águas pluviais recolhidas na ampla plataforma da bateria alta, tenha conduzido à ideia de aproveitar a sua estrutura como embasamento de uma torre. Inicialmente, poderia ter servido, apenas, de posto de vigia da barra, sendo posterior a determinação de nela erguer um farol. (Boiça & Barros, 2004)

A ideia de que os faróis portugueses surgiram em cumprimento do Alvará Pombalino de 1758, através do qual se ordenou a criação de seis faróis: Bugio, S. Julião, N. Sra. da Guia, Setúbal, Porto e Viana do Castelo, dado o grande perigo que corriam os navios que buscavam a costa portuguesa, encontra-se, ainda hoje bastante difundida. Ignora-se, sistematicamente, o facto,

de nestes pontos do litoral há muito que existiam torres de farol, tendo algumas delas ficado seriamente danificadas com o terramoto de 1755. (Boiça & Barros, 2004)

Em relação ao Farol do Bugio, desconhece-se que evolução teve e quanto tempo sobreviveu a lanterna pétreo do farol seiscentista, bem como as razões que levaram à sua desactivação, se o mau estado ou arruinamento da estrutura, se a necessidade prática de a substituir por uma lanterna metálica, cuja utilização se generalizou a partir de inícios do século XVII.

Das mais variadas questões que se colocam acerca do Farol do Bugio, algumas merecem destaque pela completa ignorância que permanece até aos dias de hoje, saber se o Farol do Bugio, dada a circunstância de se erguer num espaço fortificado e isolado pelo mar e de não existir, na altura, uma autoridade que regulasse o seu serviço, supondo que a sua organização estava entregue a pessoal próprio entre os quais constariam os homens de guarnição, funcionou sem sobressaltos e continuamente ao longo dos anos ou se conheceu períodos longos de inactividade. Cabe também questionar se o farol estaria em funcionamento em 1755, quando ocorreu o sismo que fez ruir parcialmente a torre e provocou estragos difíceis de avaliar na estrutura geral do forte.

5. O Farol no século XVIII

5.1. Molde construtivo

Embora existam grandes lacunas informativas é possível interpretar as principais transformações que ocorreram na organização e estrutura arquitectónica do forte e caracterizar alguns aspectos marcantes do seu dia a dia.

É principalmente a partir de registos iconográficos, de plantas e alçados do final do século XVIII que se pode avaliar a evolução que o farol do Bugio conheceu nesta época. Fica por conhecer, muito em particular, que transformações ocorreram antes do terramoto de 1755, bem como a extensão real dos estragos que este provocou. A questão que se coloca é se foi na sequência deste acontecimento que se verificaram as modificações mais significativas no espaço de raiz seiscentista, ou se já tinham sido ensaiadas algumas das soluções funcionais e construtivas que existem no edifício no final de setecentos. (Boiça & Barros, 2004)

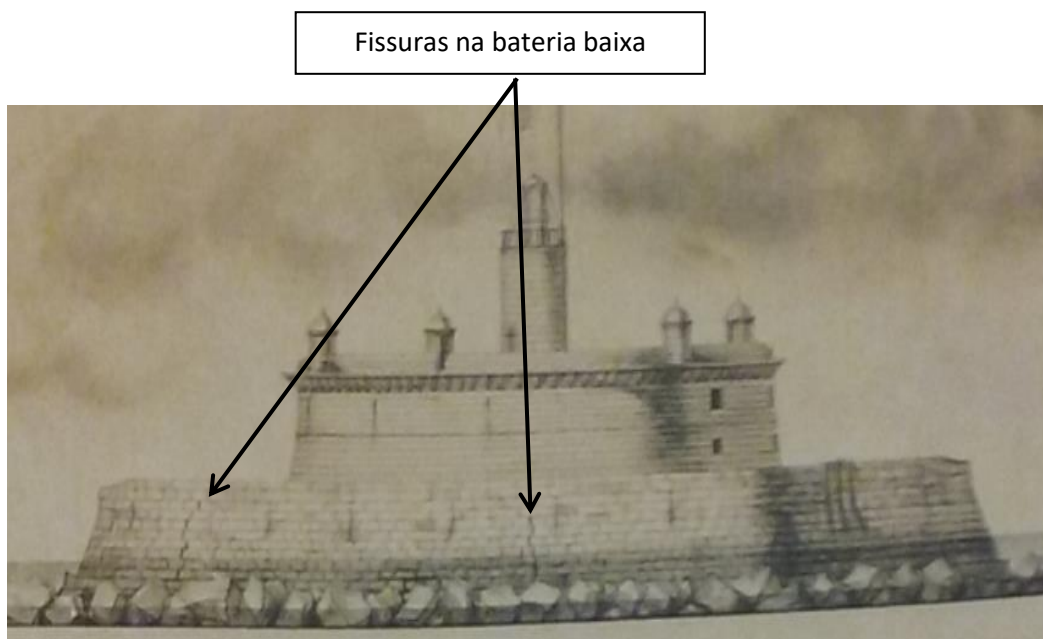


Figura 8: Representação em alçado das fissuras presentes na bateria baixa do Forte do Bugio, 1788, adaptado de (Boiça & Barros, 2004)

Para além das transformações que ocorreram no recinto do forte, foram realizadas, obras de consolidação e reconstrução ao nível da sapata e da bateria baixa, bem como de recuperação e substituição de madeiras e ferragens, principalmente. As obras na sapata motivadas pela acção intempestiva do mar, que por vezes provocava danos estruturais consideráveis, obrigava a mobilizar meios significativos, tanto materiais como humanos, factor que facilitava os níveis de arruinamento e acabava por originar maiores gastos. Segundo (Boiça & Barros, 2004) existem relatórios de inspecção que se realizaram na sequência de desmoronamentos e fissuras na sapata do forte que ilustram bem estas situações, Figura 8.

A primeira notícia de arruinamento significativo da estrutura primitiva do forte, data do ano de 1731, quando uma forte tempestade se abateu sobre a barra do Tejo fez ruir um lance de muralhas, não se sabe, no entanto, que cuidados terão sido tomados na altura. Porém, a solução encontrada não terá obtido resultados muito prolongados. O contínuo e violento fustigar das ondas do mar na sapata do forte originava a permanente reabertura de fendas, obrigando a obras de intervenção e recuperação progressivamente mais exigentes e complexas. Em 1781, assiste-se ao início de uma situação deste género. Regista-se a existência de dois rombos na plataforma, pelos quais as águas do mar penetravam e provocavam o abatimento da laje da bateria baixa. A sua extensão era significativa pois, constava que as ruínas por debaixo da plataforma seriam maiores do que inicialmente se previa. A incapacidade para reagir atempadamente conduziu, naturalmente, ao piorar do problema, tendo as ruínas adquirido uma maior amplitude. (Boiça & Barros, 2004)

Depois de sete anos, em 1788, o estado em que a sapata do forte se encontrava fazia temer pela sua integridade, disso deu conta o Sargento-mor Luís Carlos de Xavier que, nesse ano, havia inspeccionado o local. No ano seguinte, a sapata mantinha-se em estado de ruína, mas em breve se iria dar início às obras de reconstrução. É neste contexto que se inscreve, a

execução de um documento notável, a planta e o alçado do forte do Capitão Joaquim Correia da Serra. Através da preconizada representação que traçou, a segunda mais antiga que se conhece do Bugio, ilustram-se com clareza das roturas na bateria baixa, como se distribuíam e as suas dimensões. As mais significativas, não por acaso, situavam-se nos quadrantes oeste e norte, curiosamente, os mais expostos à acção marítima. (Boiça & Barros, 2004)

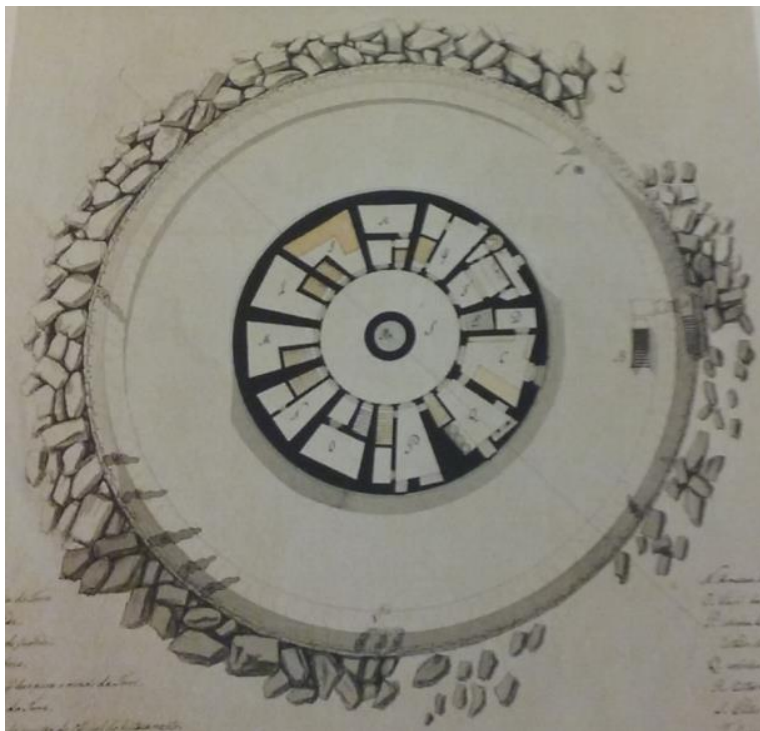


Figura 9: Planta do projecto da autoria do Capitão Joaquim Correria da Serra, adaptado de (Boiça & Barros, 2004)

Pela análise de um outro documento gráfico, datado de 1797 e assinado por Lourenço Homem da Cunha, Sargento-mor do Real Corpo de Engenheiros, fica a saber-se que a intervenção na sapata foi mandada executar em 1789 por ordem da rainha D. Maria I. Embora os registos que se conservam não permitam confirmar esta questão, é provável que em finais da década de oitenta ou inícios da década de noventa se encontrassem já corrigidas as partes arruinadas do forte. Atendendo às dimensões das ruínas é razoável pressupor que o preenchimento das fissuras interiores da bateria baixa tenha sido executado com recurso a argamassas de pedra, na recomposição da muralha e na recolocação da laje da bateria baixa se tenham despendido, no mínimo, dois a três anos. (Boiça & Barros, 2004)

Em termos estruturais, as transformações mais significativas que ocorreram no século XVIII, verificaram-se no amplo sector onde se situavam três espaços funcionalmente bem distintos: a entrada do edifício, as escadarias de acesso à plataforma da bateria alta e a capela de S. Lourenço. Os dois primeiros foram totalmente refeitos e a capela foi profundamente reformada. Embora se tenham verificado intervenções assinaláveis na estrutura do forte, a sua organização interna não terá sofrido grandes alterações, ou seja, não existem razões para

pensar que se registaram, ao longo do século XVIII, grandes alterações na distribuição e ocupação funcional das diversas dependências do espaço construído. (Boiça & Barros, 2004)

Relativamente à torre do farol e às baterias alta e baixa, embora as diferenças entre a realidade seiscentista e setecentista sejam notórias, o processo evolutivo que conheceram não se encontra bem documentado, uma vez que as informações disponíveis se reportam sensivelmente à segunda metade do século XVIII, fica por saber que adaptações e transformações se registaram na primeira metade deste século. (Boiça & Barros, 2004)

É um dado adquirido que as obras se estenderam até final da década de sessenta, não obstante, que as mais significativas ocorreram após o terramoto de 1755. A bateria alta que raras terão sido as vezes que recebeu peças de artilharia, conheceu a maior intervenção em setecentos com a construção das quatro guaritas equidistantes e a intersectar o parapeito, cuja presença passou a ser marcante na fisionomia do forte. Quanto à bateria baixa as modificações que ocorreram foram ditadas por razões meramente funcionais: a construção de latrinas, a abertura de um espaço na muralhas, sacrificando uma parcela do seu parapeito, no quadrante norte e próximo da porta do mar, para acomodar um guindaste, peça de grande importância que remete para uma vertente histórica do forte: o transporte e descarga de mercadorias destinadas ao serviço militar e à manutenção das guarnições. (Boiça & Barros, 2004)

5.2. O novo farol após o terramoto.

Desconhece-se a total extensão dos estragos provocados pelo terramoto de 1755, a torre do farol deverá, por sua vez, ter sido das estruturas mais afectadas de todo o conjunto, devido à sua altura. Para reforçar a sua estabilidade e compensar os impulsos laterais que o seu peso próprio provocava ergueram-se quatro pujantes arcobotantes projectados à altura da bateria alta e que encastravam na parede lateral do edifício principal, no entanto, estes não foram suficientes para contrariar os efeitos do sismo, sendo que o corpo superior da torre acabaria por ceder, a cúpula desmoronou-se tal como os arcobotantes.

Não é possível determinar, no caso particular da torre, se, nesta época, esta manteria ou não as características construtivas da estrutura original, representada por Mateus de Couto em 1693. A questão central que se coloca é se o abatimento da torre, motivado por causas naturais ou por um progressivo e irreversível processo de arruinamento, foi ou não seguido pela colocação de uma nova e mais moderna lanterna metálica. (Boiça & Barros, 2004)

Consta num relatório de inspecção, datado de 1751, que seria indispensável mandar consertar o pavimento do farol, ou seja, o topo pétreo no qual uma lanterna assentaria, o que poderá levar a concluir que esta, à data assinalada, não existiria. O custo de aparelhos de iluminação, sabendo-se que equipamentos deste tipo, mesmo nos tempos em que passou a existir um enquadramento institucional e verbas próprias para esse fim, demoravam longos anos a ser

adquiridos, faz-se então crer que a torre do Bugio poderá ter estado durante alguns anos sem farol. (Boiça & Barros, 2004)

A reconstrução da torre após o fatídico terramoto, não constava, contudo, nas obras tidas como prioritárias no recinto do forte. Embora fosse indispensável, como reclamavam os mareantes e mercadores, era prioritário recuperar as estruturas fortificadas. Mais do que a nobre missão de ser farol impunha-se que o Bugio recuperasse a sua função inicial, a de guardião da barra do Tejo. (Boiça & Barros, 2004)

Não existem elementos que permitam determinar quando se terá dado a reconstrução da torre, nem a partir de quando o seu topo voltou a exibir luzes que auxiliavam a orientar os navegadores na noite. É, no entanto, provável que estas obras se tenham efectuado nos primeiros anos da década de sessenta do século XVIII. A renovação tecnológica que os faróis sofreram, não obrigou, no entanto, na esmagadora maioria dos casos, a que se executassem transformações significativas nas suas estruturas originais, quanto muito, executaram-se acrescentos, conferindo maior altura às torres. (Boiça & Barros, 2004)

Atendendo às placas que se fixam no farol do Bugio, julga-se que estas possam assinalar a instalação, no ano de 1775, de equipamentos e cúpulas de novo tipo. De referir que a torre do Bugio não se encontrava nas melhores condições no ano de 1774, como terá advertido o Coronel Luís José Soares Ferrão em documento que enviara à Secretaria de Estado dos Negócios do Reino e que esta, seguidamente, terá dado conhecimento à Junta do Comércio, fazendo notar que era urgente mandar fazer os concertos e reparos que necessitava o Bugio. Era sob tutela da referida Junta que os faróis se encontravam e a quem competia definir e executar as medidas consideradas necessárias. Porém, as obras levadas a cabo não se terão resumido aos concertos e reparos de que a torre necessitava, pois dificilmente se mandaria erguer uma lápide para registar esse acontecimento. É então provável que o evento marcante datado de 1775, que se pretendeu perpetuar na memória histórica do edifício, tenha sido a instalação da cúpula metálica e vítrea que o farol passou a exibir. (Boiça & Barros, 2004)

O farol que se ergue nas décadas de sessenta e setenta do século XVIII, primeiro a torre e algum tempo depois a lanterna, era claramente distinto do que existiria até então. Embora o local de implantação fosse o mesmo e se tenham repetido algumas soluções construtivas, as características formais do edifício, eram agora outras. O farol do Bugio que os navegadores passaram a vislumbrar possuía agora uma torre mais baixa do que a anterior, factor que, claramente, não terá sido alheio ao sismo de 1755, com um gradeamento de ferro a circular o seu topo, e uma lanterna metálica, dotada de uma cúpula hemisférica e de painéis compostos por pequenas vidraças pela qual se escoava a luz produzida pelos candeeiros. Quatro tirantes, ligando a cúpula da lanterna à torre, conferiam uma maior solidez e segurança ao conjunto. (Boiça & Barros, 2004)

6. O Forte na Época Contemporânea

6.1. As novas exigências militares

O percurso histórico do forte do Bugio no século que abre a Idade Contemporânea é marcado por duas realidades que se entrecruzam: a progressiva diminuição do seu valor militar e a importância crescente que adquiriu a outra componente funcional, a de farol, que acabou por originar uma nova organização e usufruto do espaço construído. (Boiça & Barros, 2004)

A questão da capacidade e operacionalidade do forte do Bugio adquiriu, no século XIX, uma maior importância. Inicialmente, nos primeiros anos deste século, esboçaram-se propostas de correcção e melhoramento da estrutura existente que, no entanto, não chegaram a ser acompanhadas por estudos e planos construtivos, estes foram pouco fundamentados e acabaram por ser inconsequentes. Mais tarde, a partir de meados do século XIX, por força dos notáveis avanços da ciência pirobálica, ou seja, armas com maior capacidade de alcance, e do completo esgotamento das soluções construtivas que davam corpo à defesa marítima da barra e porto de Lisboa, a questão de melhoramento do forte teve uma abordagem diferente. (Boiça & Barros, 2004)

No ano de 1802 foi avançado pelo Tenente Coronel de Infantaria Eusébio Dias Azedo, uma proposta de transformação da estrutura fortificada do Bugio. Esta proposta surge no rescaldo da guerra que Portugal travava no ano anterior com a vizinha Espanha. Este projecto visava remediar os defeitos que derivavam da forma cilíndrica do forte, nomeadamente, a disposição radial das peças de artilharia. Para esse efeito, sugeriu a construção de uma nova bateria, no areal próximo do Bugio, que se iria desenvolver no sentido nordeste. As vantagens que este sistema proporcionaria seriam as de bater directamente fogo sobre o grande canal da barra e de impedir manobras de aproximação e disparos dos navios inimigos. Esta nova bateria iria ainda ultrapassar, segundo Eusébio Dias Azedo, outro defeito que resultara da configuração circular do forte e que seria a pouca protecção que os baixos parapeitos ofereciam à artilharia e aos próprios artilheiros. Sobre este problema, o engenheiro, tomou a iniciativa, pouco conhecida, de elevar e alargar os parapeitos da bateria baixa do forte, nos sectores norte e nordeste, utilizando para esse fim, enormes quantidades de terra, compactada e revestida por armações de madeira. Esta solução, claramente de recurso, deixa transparecer a preocupação que havia de minorar um dos defeitos construtivos que condicionavam o desempenho dos artilheiros do Bugio. (Boiça & Barros, 2004)

A obra não estava, no entanto, destinada a ter sucesso. Esta envolveria um número considerável de operários e meios de transporte e descarga de materiais. Segundo (Boiça & Barros, 2004) consta que um Inverno terá bastado para que toda a obra ficasse arrasada. Assim, poderá concluir-se que a iniciativa apresentada por Eusébio Dias Azedo não teve qualquer efeito prático.

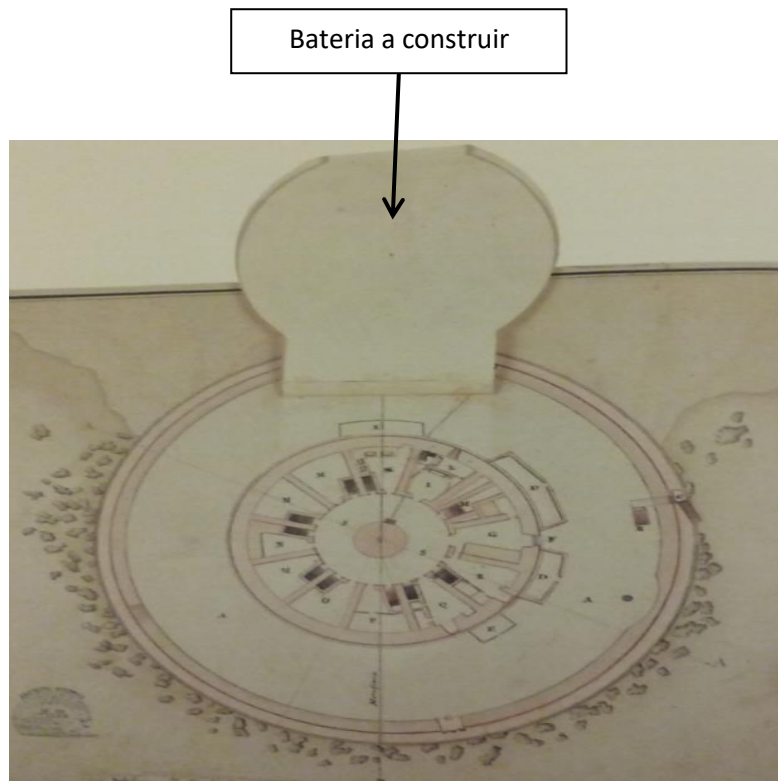


Figura 10: Projecto em planta da construção da nova bateria no Forte do Bugio. Maximiano José da Serra, 1828, adaptado de (Boiça & Barros, 2004)

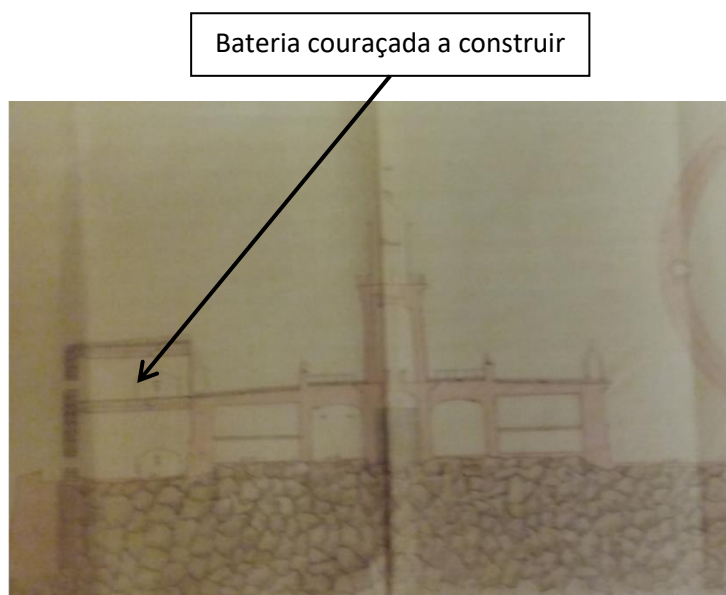
Contudo seriam realizadas obras de outro tipo, que iriam marcar durante algumas décadas o recorte arquitectónico do Bugio e criar uma nova dinâmica funcional no recinto. As obras em questão surgiram com a necessidade de aumentar a capacidade logística do forte, pois as poucas e pequenas acomodações que existiam, não estariam preparadas para acolher, como se pretendia, guarnições com mais de cem homens, para receber as munições de guerra e para resguardar das intempéries os artigos de guerra. (Boiça & Barros, 2004)

Um dos problemas que sempre existiu e se colocou com maior relevo em inícios da década de trinta, quando o forte viu reforçada a sua capacidade de fogo, foi a questão do armazenamento de artilharia, pois os espaços existentes eram pequenos e não estariam preparados para tal aumento de arsenal. Se a guerra ou ameaça da mesma fizeram com que se introduzisse modificações e acrescentos no espaço fortificado, como a construção de novas instalações no terraplano da bateria baixa, o longo período de paz que se vive a partir de meados do século XIX acabaria por colocar o problema inverso, ou seja, o de preservar e manter funcionais as estruturas que passaram a ser desproporcionais face ao pequeno número de homens que compunham a guarnição e à circunstância da artilharia ter ficado reduzida a cerca de uma quinzena de peças. (Boiça & Barros, 2004)

Esta situação facilitou a realização de transformações e adaptações funcionais no recinto do forte, impulsionadas pela necessidade crescente do serviço do farol e de alojamento dos faroleiros. Esta evolução registou-se num contexto de contínua apreciação e discussão em torno da requalificação militar do Bugio, já que a sua integração no complexo defensivo de Lisboa, até pela posição estratégica que ocupava, continuou a ser entendida, até inícios do século XX, como indispensável. (Boiça & Barros, 2004)

No ano de 1859, com o objectivo de estudar e planificar a modernização da defesa do porto de Lisboa, foi avaliado o papel do Bugio enquanto ponto de guerra marítima. Nessa avaliação, existiram três factores condicionantes sempre presentes: as limitações espaciais e formais do forte, os problemas de adaptação das suas estruturas aos progressos que se verificavam na artilharia e na marinha de guerra, nomeadamente, com a navegação a vapor, e os custos elevados das obras. (Boiça & Barros, 2004)

Em 1875, surge um novo projecto, de concepção mais modesta. O projecto da autoria do Tenente de engenharia Eugénio Rodrigues Severim Azevedo perspectivava a transformação de metade do Bugio em bateria couraçada, ou seja, esta nova estrutura ficaria completamente blindada de dois andares de casamatas, que se definem como instalações fortificadas, fechadas e abobadadas, que neste caso particular estariam integradas na própria fortificação, conferindo uma maior protecção. (Boiça & Barros, 2004)



Bateria couraçada a construir

Figura 11: Projecto em alçado da construção da bateria couraçada no Forte do Bugio. Eugénio Rodrigues Severim de Azevedo, 1875, adaptado de (Boiça & Barros, 2004)

No dia 1 de Janeiro de 1876 segue um despacho onde se ordenava que a obra fosse executada, mas mais uma vez tudo ficaria no plano das intenções. A obra não chegou a ser iniciada e aguardou-se um momento mais oportuno para a mesma. Este adiamento proporcionou o aparecimento de novas ideias e projectos. Embora o assunto não caísse completamente no esquecimento, a transformação do Bugio num forte marítimo moderno só readquiriu novo impulso em inícios do século XX. Em 1899 foi formalmente criado o “Campo entrincheirado” de Lisboa, que significou, uma rotura com a prática desenvolvida nos cinquenta anos anteriores de procurar ajustar as necessidades de defesa a valores baixos de investimento e de tímida abordagem conceptual ao problema da revolução operada no armamento e no modo de fortificar, (Boiça & Barros, 2004).

A iniciativa de dotar o Bugio de artilharia moderna, em 1904, é inseparável das obras de fortificação entretanto realizadas e em curso dos sectores interior e exterior da defesa marítima de Lisboa, que assentavam, sobretudo, na linha de costa de Oeiras. (Boiça & Barros, 2004)

Ainda no ano de 1904, determinou-se que a construção de estrutura couraçada, que basicamente seria uma estrutura construída para defender um ponto estratégico localizado no exterior da fortificação, no Bugio deveria ter execução imediata. Em termos gerais, o projecto previa a construção, sobre o terraplino da antiga bateria baixa de quatro cúpulas com parapeitos de betão, em forma de “orelhões”, com cerca de 4,5 metros de espessura. Entre muitas outras alterações e inovações, salienta-se a abertura de uma nova cisterna rectangular, compreendida entre as cúpulas nordeste e sudeste, servida por uma bomba aspirante para conduzir, quando necessário, a água para a cisterna central, situada no corpo inferior da torre do farol. (Boiça & Barros, 2004)



Figura 12: O forte e o farol nos anos 30 do século XX onde são visíveis duas estruturas couraçadas: “orelhões” na bateria baixa, adaptado de (Boiça & Barros, 2004)



Figura 13: Projecto em planta de construção de quatro estruturas couraçadas para implantação de peças de tiro rápido, 1903, adaptado de (Boiça & Barros, 2004).

As obras iniciaram-se, então, no ano de 1904 e prolongaram-se por vários anos, no final da década já os trabalhos tinham sido interrompidos. O projecto fixado para o Bugio, como se haveria de concluir, encontrava-se já ultrapassado. Os anos que ainda se gastaram na obra e o aumento, substancial, verificado no alcance das peças que passaram a equipar os navios de guerra aconselharam o abandono dos trabalhos. Outro factor que se deveria ter em conta na apreciação desta realidade, foi a visível dificuldade de conciliar a execução do projecto com a função de farol que a estrutura interpretava igualmente. O exercício pleno das duas funções, num espaço bastante limitado como o Bugio, revelou-se incompatível. (Boiça & Barros, 2004)

Em 1911 o forte ainda recebeu um contingente de artilheiros, porém, depressa os faroleiros passaram a ser os seus únicos ocupantes. Quanto às estruturas erguidas no início do século XX, imponentes e sem utilidade alguma, ficaram ao abandono até à década de sessenta desse mesmo século, altura em que se desmantelaram e o forte recuperou o seu velho traçado e fisionomia. (Boiça & Barros, 2004)

7. O Farol, do passado oitocentista aos nossos dias

7.1. O Farol do Bugio

Em inícios do século XIX o forte do Bugio encontrava-se completamente ultrapassado. O farol, apesar da sua tenra idade, já que poucas décadas tinham decorrido desde a sua reconstrução, encontrava-se, uma vez mais, necessitado de ser reformado. Era urgente e indispensável, à semelhança dos restantes faróis existentes na altura, acompanhar os processos técnicos verificados e modernizar o seu funcionamento. No ano de 1812 o oficial da armada, Marino Franzini pedia que os faróis portugueses tivessem um maior alcance luminoso, era esta a resposta, necessária, à segurança e às novas exigências do comércio marítimo internacional. Impunha-se, com celeridade, que se seguisse o exemplo de outros países europeus, como a França, onde os avanços tecnológicos eram mais notáveis. Porém, a modernização do alumiar da costa portuguesa iria desenvolver-se de forma pouco consistente, não obstante os avanços que se verificaram. (Boiça & Barros, 2004)

A partir do momento em que novos inventos revolucionaram profundamente o funcionamento dos faróis, como o aparecimento das chamadas lentes de Fresnel, o espaço para a recriação e experimentação portuguesa passaria a ser praticamente nulo. É após a industrialização destes e outros inventos e face à incapacidade económica nacional para adquiri-los atempadamente e à escala pretendida, tendo-se mantido em uso, muito para lá do que seria razoável, sistemas completamente ultrapassados de iluminação, o que mostrava bem o claro atraso nacional. Não é, então, de estranhar que à costa portuguesa se tenha atribuído o nome de “costa negra”, o que ilustra bem o atraso referido, não deixando de salientar a acção meritória e empenho de alguns no sentido de serem criados novos faróis e de se introduzirem sistemas de iluminação modernos, como foi o caso do vice-almirante Francisco Pereira da Silva, a quem cabe o primeiro plano de farolagem para o nosso litoral. (Boiça & Barros, 2004)

O Farol do Bugio constitui um bom exemplo das alterações que conheceu a iluminação da costa portuguesa durante o século XIX e as primeiras décadas do século XX, nomeadamente quanto ao processo, moroso e problemático, da modernização de estruturas e equipamentos e a organização do serviço de farolagem. No ano de 1814, no contexto da iniciativa de reformar os faróis portugueses, o do Bugio era aquele que mais cuidados inspirava, não só pelos seus defeitos construtivos e estado de ruína em que se encontrava, mas também pelo local estratégico onde se inseria. O seu mau estado de conservação justificava a solução, defendida pelo arquitecto Henrique Guilherme de Oliveira, de se construir um novo farol. No entanto, esta ideia não chegou a ser levada a cabo no ano que se previa, de 1815, pois a capacidade para suportar uma obra desta envergadura seria bastante limitada. (Boiça & Barros, 2004)

Segundo (Boiça & Barros, 2004) em finais de 1822, ter-se-á instalado uma nova lanterna e um novo sistema de iluminação e ter-se-ão realizado obras no topo da torre, de modo a corrigir os defeitos que esta tinha, que se supõe que fosse a inexistência de parapeito de pedra e uma base de assentamento da lanterna em condições. É também provável que se tenham introduzido adaptações no corpo da torre e substituído a escadaria de ferro que a percorria.

O farol de 1822 teve, por sua vez, uma vivência bastante curta. Sobre a estrutura caiu, violentamente, um raio que terá sido atraído pela estrutura em ferro da lanterna, despedaçando-a. Apenas em 1836 se terá voltado a equipar o Bugio com uma nova lanterna e um novo sistema de iluminação, as sempre presentes dificuldades financeiras terão ajudado, uma vez mais, às demoras que se verificaram. O farol do Bugio de 1836 surge associado à figura de Gaudêncio Fontana, Director Maquinista dos Faróis do Reino, a quem coube ultimar os trabalhos da sua construção e instalação. Para o posterior conhecimento dos vindouros, assinalou-se o acontecimento numa lápide, que ainda hoje se encontra presente na parede interior da torre, Figura 14. O novo aparelho de iluminação estava equipado com um sistema de dezasseis candeeiros de Argand, alimentados a azeite, que emitia uma luz branca com um alcance estimado em cerca de 16 milhas náuticas, cerca de 30kms. (Boiça & Barros, 2004)

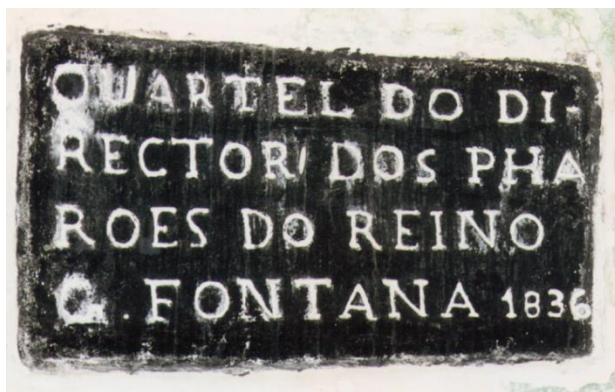


Figura 14: Lápide no interior da torre do Bugio. Foto cedida pelo Eng.º Lopes de Castro.

Cerca de trinta anos depois de estar em funcionamento, o aparelho que equipava o Bugio começava a mostrar sinais de desgaste. Os pequenos defeitos que este sistema apresentava, relatados por Francisco Maria Pereira da Silva, em 1865, justificaram o seu parecer de que se

deveria modernizar o funcionamento do farol, sendo mais vantajoso adquirir um novo aparelho lenticular, do que reparar o antigo. Mas mais uma vez as questões financeiras foram preponderantes nesta situação, fazendo com que o aparelho instalado em 1836 se mantivesse em funcionamento por mais três décadas, até 1895, ano em que o Bugio passou a estar equipado com um aparelho lenticular de 3ª ordem, com um mecanismo de relojoaria e candeeiros de três torcidas alimentado a petróleo. (Boiça & Barros, 2004)

O aparelho instalado em 1895 esteve em funcionamento cerca de uma centena de anos. Mudaram, no entanto, várias vezes, as fontes energéticas que davam vida ao sistema de iluminação. Inicialmente alimentado a petróleo, passou a consumir gás em 1933, vapor de petróleo em 1946 e electricidade em 1959, evolução que obrigou, naturalmente, a ajustes e adaptações tecnológicas de diferentes tipos. (Boiça & Barros, 2004)

Em 1981, acompanhando o ritmo imposto pelas novas tendências tecnológicas, a velha óptica de Fresnel, bem como todos os aparelhos de suporte de fornecimento de energia deram lugar a um sofisticado equipamento de tele-sinalização, controlado a partir da Direcção de Faróis, em Paço de Arcos, que projecta uma luz verde a uma distância de 21 milhas náuticas, cerca de 38 kms. A partir de então, o farol deixou de necessitar do serviço regular dos faroleiros. Em consequência, cessou, repentinamente, quase cinco séculos depois de ter sido erguido, a ocupação humana no Bugio. (Boiça & Barros, 2004)

7.2. Obra de protecção do Forte do Bugio

As transformações que se registaram entre finais do século XIX e início do século XX, ficaram a dever-se, em grande parte, à evolução que se registou nas fontes energéticas utilizadas no farol, desde finais da década de oitenta até aos dias de hoje é utilizada a energia solar. Inicialmente estas fontes energéticas necessitavam de grandes espaços para conter os depósitos de combustível e das várias unidades motoras. Hoje em dia, já sem faroleiros, pouco ou nada subsiste que recorde a presença destes, para lá das paredes vazias e das arruinadas divisórias que deixam antever vivências. Nem tão pouco se encontram registos da presença militar que emavas sucessivas, durante quase três séculos, ocuparam o Bugio. (Boiça & Barros, 2004)

A partir de 1981, com o processo de automatização e consequente dispensa da presença contínua de faroleiros, a realidade passou a ser outra. Não obstante, duas a três vezes por mês uma equipa de faroleiros da Direcção de Faróis desloca-se ao local e inspecciona os sofisticados aparelhos de iluminação. Ao deixar de ser habitado, tudo o que envolvia a presença permanente dos faroleiros, as suas casas e espaços de trabalho, depressa se degradaram e perderam todo o sentido de existência. A completa ausência de vida no Bugio trouxe problemas ao nível de manutenção geral do forte, porém, os efeitos do abandono total viriam a adquirir ainda uma maior proporção. (Boiça & Barros, 2004)

O Forte do Bugio encontra-se protegido por uma obra de defesa aderente a todo o perímetro da respectiva muralha, que por sua vez, se destina a garantir a protecção à agitação marítima existente.

A par deste conjunto de situações, uma outra, voltou a manifestar-se: o derrube, pela acção marítima, no Inverno de 1993, de uma parcela significativa da plataforma inferior do forte.

Desde sempre o Bugio conheceu problemas estruturais e sempre se exigiram repetidas operações de recuperação e consolidação, mas nunca, como na última década do século XX a sua integridade correu tantos riscos. A última grande intervenção de restauro do embasamento do forte ocorreu em finais da década de cinquenta do século XX. Nesta ocasião, as obras acabaram por se estender à remoção dos, anteriormente referidos “orelhões” de betão do inacabado projecto de modernização do forte, iniciado em 1904. Outras obras se seguiram, nomeadamente nos anos oitenta, sempre em torno dos quadrantes mais vulneráveis e expostos ao impacto do mar. As soluções encontradas basearam-se na reconstrução de troços das muralhas destruídas e protecção destas com camadas de enrocamento exteriores que, no entanto, se revelaram sempre pouco eficazes.

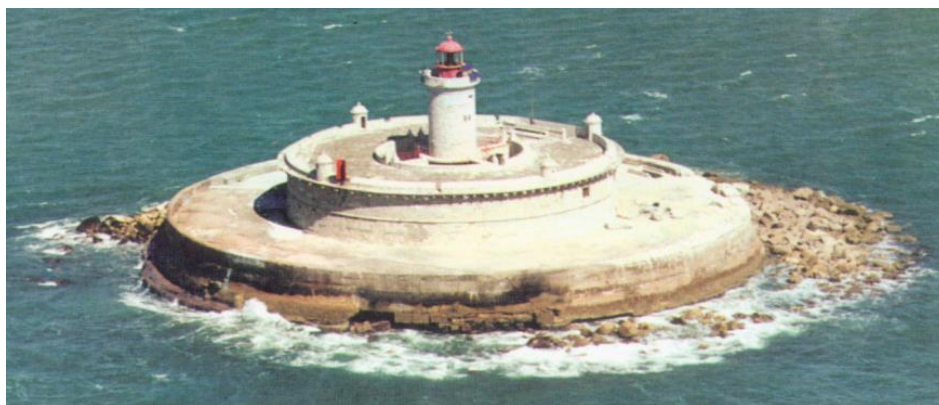


Figura 15: Farol do Bugio em 1993, antes da obra de reconstrução. Foto cedida pelo Eng.º Lopes de Castro.

O enorme desmoronamento na zona da muralha que ocorreu em 1993, como se mostra na Figura 16 e que nos anos seguintes se agravou, exigia, à partida, um restauro mais cuidado e profundo, bem como uma resposta mais consistente para os problemas, crónicos, de conservação da plataforma do forte.

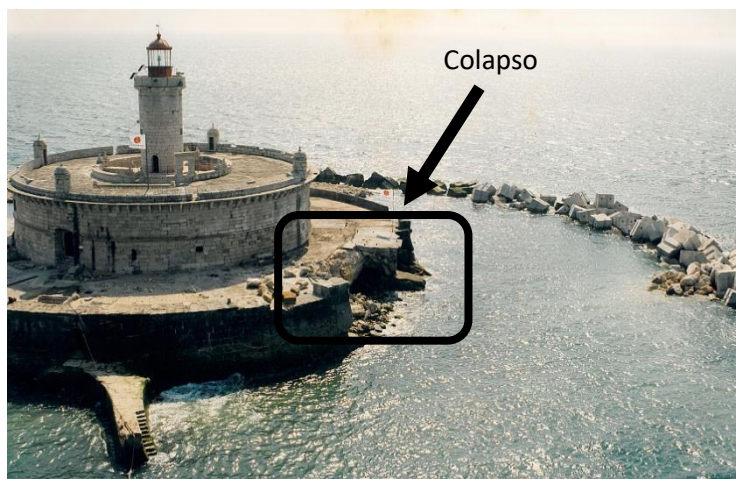


Figura 16: Representação do colapso que ocorreu na muralha e início da deposição dos cubos antifer (1998), foto cedida pelo Eng.º Lopes de Castro.

Foi, então, o que sucedeu após uma pouco expressiva intervenção empreendida em 1996, entre os anos 1997 e 2001. “Sob alçada da ex-Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais, procedeu-se ao restauro das ruínas existentes e das muralhas. Quanto à envolvente do forte, foi construído um robusto molhe semi-circular constituído por duas camadas de enrocamento de 60 e 80 kN e blocos antifer de 15.1 m³, o equivalente a cerca de 36 toneladas, que constitui o manto envolvente exterior e por sua vez, passou a absorver os impactos da agitação marítima, obra que se fez acompanhar, ainda, da construção de um novo cais de acostagem. Na base dos blocos antifer e das camadas de enrocamento existe uma camada geral de ToT”, (WW - Consultores de Hidráulica e Obras Marítimas, S.A., 2014)



Figura 17: Farol do Bugio em 1998. Colocação dos blocos antifer. Foto cedida pelo Eng.º Lopes de Castro.



Figura 18: Transporte e colocação da primeira camada de enrocamento no molhe circundante ao Forte do Bugio, 1998. Fotos cedidas pelo Eng.º Lopes de Castro.

A obra em questão foi executada pela SOPOL, S.A com base num projecto da Hidrotécnica Portuguesa. A elaboração deste projecto foi apoiada por um conjunto de ensaios em modelo físico tridimensional de estabilidade e galgamento realizados pelo LNEC, tendo sido ensaiadas várias soluções e cujos resultados permitiram validar a solução apresentada na Figura 19.

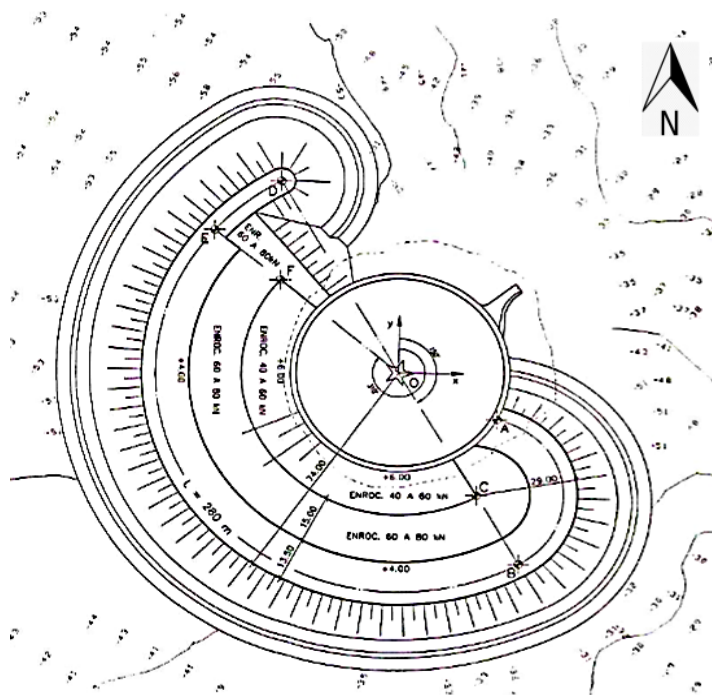


Figura 19: Representação em planta do molhe semi-circular, adaptada de (Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1997)





Porém, se o forte ficou salvaguardado, foi muito pouco o que se fez nos seus degradados espaços interiores. A esbelta e rica capela seiscentista não foi intervencionada e contínua a apresentar um elevado estado de degradação, os antigos aposentos dos faroleiros também caminham para o estado de ruína, assim como a torre do farol.

Em Fevereiro de 2013, numa visita solicitada pela Direcção de Infra-Estruturas da Marinha, para observação de eventuais patologias e definição de possíveis medidas a tomar, foi possível observar que tanto o manto envolvente dos blocos antifer e as camadas de enrocamento apresentavam um aparente e aceitável estado de conservação e estabilidade, o que por sua vez indicaria um bom comportamento do núcleo da obra. (WW - Consultores de Hidráulica e Obras Marítimas, S.A., 2014)

Em seguida apresentam-se dois quadros resumo que cronologicamente enquadram a evolução construtiva do Forte do Bugio desde o século XVI até ao século XXI.

Forte do Bugio	Ano	Descrição
	<p align="center">1594</p>	<p>Projecto do Forte provisório, construído em madeira por uma plataforma octogonal, sustentado por estacas</p>
	<p align="center">1693</p>	<p>Forte projectado pelo arquitecto Mateus Couto, primeiro projecto em que o Forte se apresentava com uma organização e divisão espacial</p>
	<p align="center">1788</p>	<p>Representação ilustrativa de como ficou o Forte após o terramoto de 1755.</p>
	<p align="center">1904</p>	<p>Forte projectado com a instalação de "orelhões" couraçados na bateria baixa.</p>

Quadro 1: Evolução construtiva do Forte do Bugio de 1594 até 1904.

Forte do Bugio	Ano	Descrição
	<p style="text-align: center;">1993</p>	<p>Representação fotográfica do Forte nos tempos mais modernos, muralha em estado de ruína já algo avançado.</p>
	<p style="text-align: center;">1998</p>	<p>Obras no Forte do Bugio, reconstrução da muralha e construção do molhe de protecção.</p>
	<p style="text-align: center;">2000</p>	<p>Obras da muralha do Forte já concluídas e continuação da construção do molhe semi-circular, com recurso a blocos antifer.</p>
	<p style="text-align: center;">2007</p>	<p>Obras do Forte do Bugio concluídas.</p>

Quadro 2: Evolução construtiva do Forte do Bugio de 1993 até 2007

8. A Barra do Tejo

8.1. Caracterização geral

A Barra do Tejo e praticamente toda a zona litoral portuguesa é caracterizada por ser bastante sensível do ponto de vista morfodinâmico. Desde o final do século XIX, esta zona tem vindo a sofrer um recuo significativo da linha de costa, sobretudo o banco de areia que se estende entre o Forte do Bugio e a Cova do Vapor. Nesta fase do estudo pretende-se mostrar a evolução morfológica que tem vindo a ocorrer precisamente nesse banco de areia, comparando essencialmente os dados do estudo levado a cabo pelo Prof. Mota Oliveira: “*Melhoria das condições de acesso pela Barra Sul*”, em 1994, que contempla os anos de 1929 a 1985, com os dados fornecidos pelo Instituto Hidrográfico (IH) que contém os dados dos levantamentos isobatimétricos realizados entre os meses de Setembro e Outubro nos anos de 1990, 1992, 1994, 1996, 1998, 2000, 2002, 2006, 2008, 2010, 2012 e 2015, de salientar que no seguimento do trabalho realizado em 1994, fez-se coincidir a área dos levantamentos do IH com essa mesma área de estudo, tal como se pode observar na Figura 20.

Na base deste estudo apresentam-se as variações dos perfis morfológicos segundo os perfis P1, P2 e P3, representadas na Figura 20, ao longo dos vários anos. As linhas isobatimétricas que estão na base destes perfis, também elas representadas na mesma Figura, apresentam uma equidistância de 1 metro entre elas.

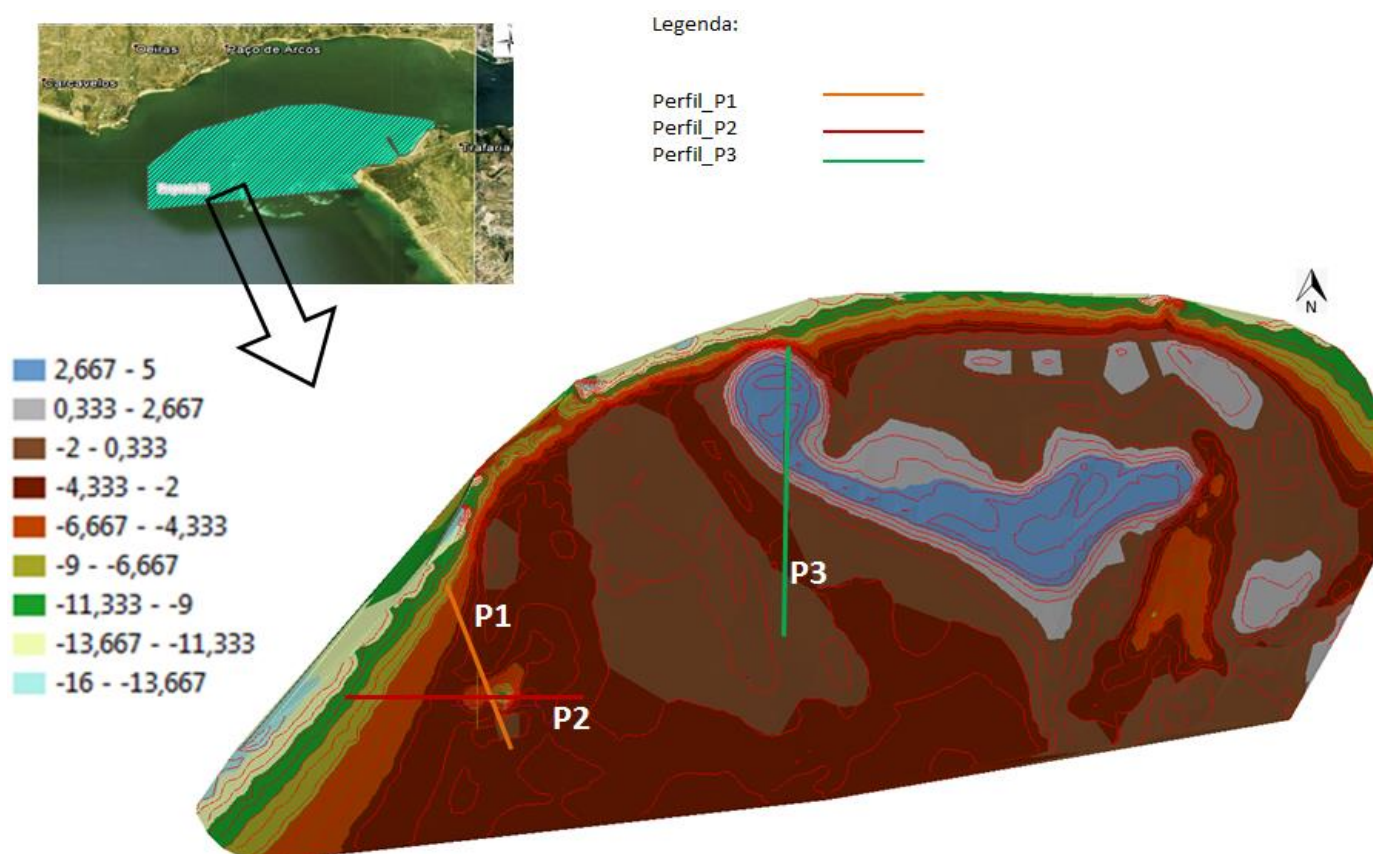


Figura 20: Representação geográfica da zona de estudo fornecida pelo IH e dos perfis utilizados para proceder ao estudo da evolução sedimentar.

A zona da Costa da Caparica, em termos geológicos caracteriza-se como sendo um depósito aluvionar plano, cuja formação está associada aos fenómenos de interacção entre a agitação, as marés e as correntes fluviais, bem como os fenómenos de difracção/refracção que provocam localmente o transporte de sedimentos, maioritariamente de Sul para Norte.

“A agitação marítima é caracterizada por uma altura de onda significativa, que varia entre os 0.5m e os 2.5m, com períodos de onda a oscilar entre os 5 e 15 segundos. As marés astronómicas são do tipo semi-diurno, com preia-mar de águas vivas máxima detectada no marégrafo de Cascais de 3.83m e a baixa-mar de águas vivas de 0.27m. As marés metereológicas, por ocorrência de baixas pressões e ocorrência constante de ventos e agitação, podem atingir os 0.5m. Relativamente às correntes, estas podem atingir os 2m/s durante a enchente e os 1.8m/s na vazante, em maré média, os valores situam-se nos 1.5m/s e 1.4m/s, respectivamente”. (Gomes, Pinto, & Joaquim Pais Barbosa, Estudo das Intervenções na Costa da Caparica, 2006)

A maior parte do regime de agitação atinge o sector entre a Cova do Vapor e a zona Sul da Costa da Caparica devido aos fenómenos de difracção e refracção, que por sua vez introduzem uma deslocação sedimentar de Sul para Norte, conjugando a acção das correntes de maré de enchente e a acção da onda, que varia consoante as condições metereológicas verificadas nessa altura, sobre o banco de areia, na zona do banco do Bugio, aumentam a capacidade de deslocamento das areias na mesma direcção, por sua vez, estas acabam por se depositar na face Norte do talude do banco, contribuindo assim para a propagação deste nessa direcção. Durante a vazante, as correntes no canal natural, de cariz constante e que depende dos factores astronómicos associados à variação de marés, promovem o transporte de areias em direcção ao exterior da barra, essas mesmas areias vão-se depositando à medida que a intensidade da corrente diminui, o que contribui para a diminuição das profundidades aí verificadas. Seguidamente é a onda incidente e a corrente da maré de enchente que retoma o processo de transporte sedimentar em direcção à costa, ao longo do talude virado a Sul, deste modo concluí-se o ciclo, representado na Figura 21, de movimentação sedimentar na zona do banco do Bugio.

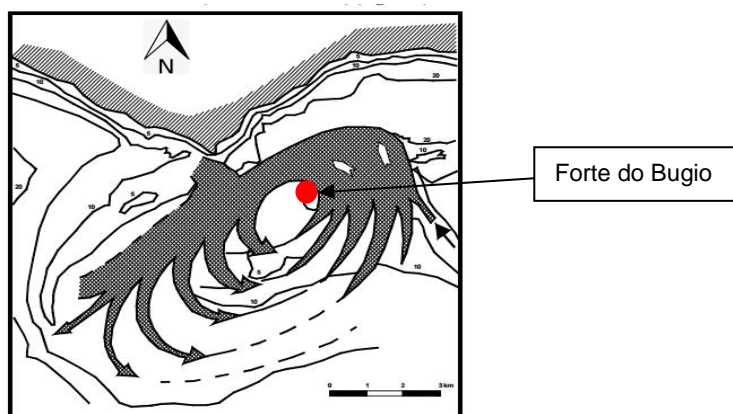


Figura 21: Representação da movimentação sedimentar, adaptado de (Oliveira, 1994)

Com esta imagem pretende-se mostrar o fenómeno cíclico que ocorre na embocadura do Tejo, nomeadamente sobre o Cachopo Sul e na zona entre o Bugio e a Cova do Vapor. De salientar que este fenómeno pode apresentar diferentes variações consoante o ano em questão, pois caso se verifique um ano em que ocorram tempestades que promovam uma forte agitação marítima, isto traduz uma significativa deposição sedimentar na zona do talude do banco, o que por sua vez promove a propagação deste talude para Norte.

“Um dos aspectos importantes a focar é a desproporção entre a envergadura do fenómeno e a importância do alinhamento litoral, relativamente à unidade fisiográfica em que se insere. Neste caso particular a embocadura realiza um trabalho de manutenção natural sem ser perturbada por um afluxo litoral significativo. De referir que mesmo antes do rompimento do cordão aluvionar entre o Bugio e a Cova do Vapor, um fenómeno deste tipo já deveria ocorrer na zona do Cachopo Sul, embora sem a intensidade que se verifica hoje em dia.” (Mota Oliveira, 1973).

8.2. Agentes e parâmetros condicionantes do equilíbrio da embocadura

Por agentes condicionantes do equilíbrio da embocadura entende-se fundamentalmente a onda e as correntes, devido ao seu carácter de agentes activos, por parâmetros entende-se a granulometria dos materiais presentes na embocadura devido à sua intervenção passiva no processo. A influência de factores como o vento e as variações de pressões atmosféricas não se consideram por si mesmas mas apenas através da sua influência em termos qualitativos, sobre o regime de correntes na embocadura, devido a alterações do valor relativo das capacidades de arrastamento da enchente e da vazante devido, exclusivamente, às marés.

“As ondas e marés são os factores activos da fisiografia da embocadura, podendo-se afirmar que um e outro são indispensáveis para a existência de condições de equilíbrio” (Mota Oliveira, 1973).

Os factores condicionantes deste processo são a geometria da embocadura, ou seja, o comprimento do canal, e a relação entre as capacidades de arrastamento, tanto da enchente como da vazante, estas são fundamentalmente comandadas pelo desfasamento entre as curvas de caudais e níveis. As correntes podem ainda ter efeitos negativos quando são excessivas, pois podem depositar as aluviões em pontos profundos ou afastados da linha litoral, onde só poderão ser retirados, com bastante dificuldade, devido ao efeito da onda.

Em relação à onda, devido à sua pequena energia, terá apenas capacidade de movimentação aluvionar significativa a pequenas profundidades. Partindo destes dois factores contraditórios entre o valor da profundidade a que os materiais podem ser depositados e aquele em que estes podem ser retomados pela onda para, devido ao transporte transversal, se reintegrarem ao longo da costa, assim resultará uma deposição progressiva e verifica-se o alteamento dos fundos nas zonas exteriores de influência da embocadura até às cotas a que as capacidades dos agentes de transporte se equilibrem. (Oliveira, 1994)

Atendendo, então a este caso específico, o resultado que daqui se retira será que as cotas no banco exterior irão aumentar, e assim, as condições oferecidas pela embocadura serão piores quanto menor for a energia de agitação exterior.

9. O Banco do Bugio

9.1. Evolução do Banco

É corrente afirmar-se que por décadas de quarenta do século XX se terá dado o rompimento da Golada. Na ideia de rompimento está implícito a existência prévia duma barreira arenosa contínua, entre o farol do Bugio e a Cova do Vapor. Esta rotura atribui-se à extracção de areia na vertente norte do banco do Bugio que por esta época terá sido realizada para execução de terraplenos portuários na margem norte do estuário.

A análise da evolução morfológica do banco do Bugio, com base na análise das Figuras 22 e 23, correspondentes aos anos de 1929 e 1985 demonstra que, pelo menos durante alguns anos a Golada nunca se apresentou estabilizada, muito pelo contrário, essa análise coloca em evidência a instabilidade, com fases de alargamento ou abertura seguidas de fases de acções contrárias.

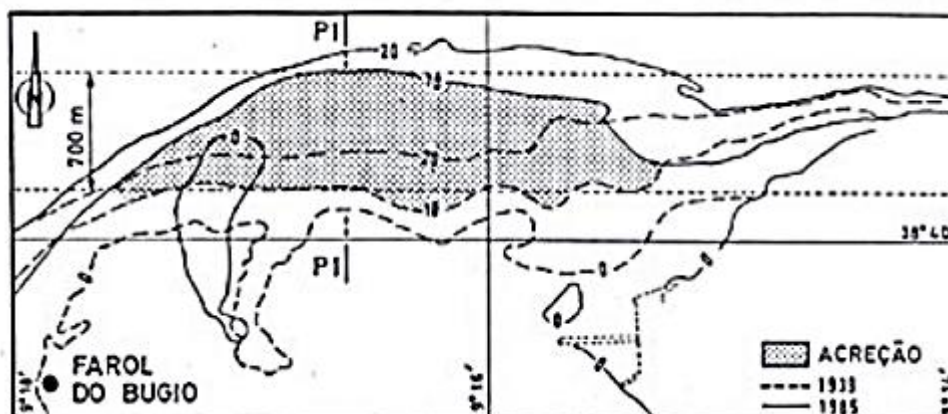


Figura 22: Evolução em planta, do Banco do Bugio desde 1939 até 1985, adaptado de (Oliveira, 1994)

“Na zona da Golada a acção conjugada das correntes de enchente e da onda prevalece largamente sobre a acção das correntes de vazante no que diz respeito à capacidade de transporte sedimentar”. (Oliveira, 1994)

Depois do rompimento da Golada na década de quarenta, mais precisamente entre 1929 e 1985, um volume da ordem dos 36×10^6 metros cúbicos de areia foi acumulado na vertente norte do banco do Bugio, Quadro 3, o que se traduziu num avanço de cerca de 700 metros desta margem para norte, tal como se pode observar pela análise da Figura 23.

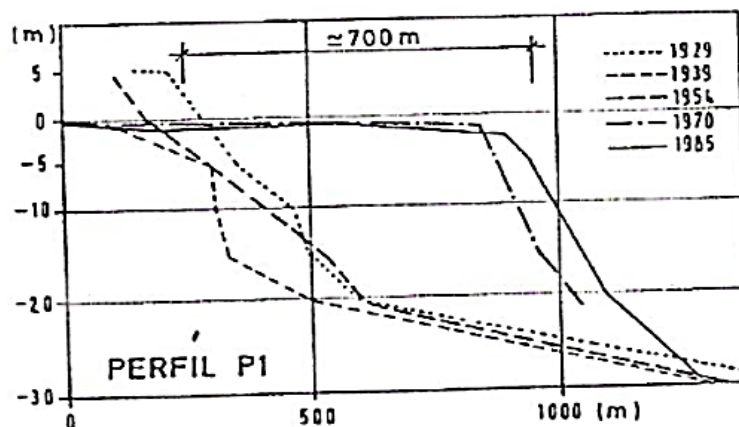


Figura 23: Evolução morfológica longitudinal, desde 1929 até 1985, adaptado de (Oliveira, 1994).

DATA	ΔV ($10^6 m^3$)
1929	-7
1939	-7
1939	+1,2
1954	+23,3
1970	+7,5
1970	+7,5
1980	+3,8
1985	+3,8

Quadro 3: Variação volumétrica sedimentar na zona do banco do Bugio, adaptado de (Oliveira, 1994).

Segundo (Oliveira, 1994) este processo de acumulação é o resultado de duas acções opostas: o transporte sedimentar dirigido para o interior sob o efeito conjugado das correntes de enchente e da onda através da Golada, e a acção de arrastamento das correntes de vazante no canal principal, paralelas à vertente norte do banco do Bugio, varrendo as areias aí acumuladas em direcção à barra exterior.

Tendo como base de análise os factos evidenciados, e com recurso aos dados fornecidos pelo IH, foi efectuada a análise do perfil P3, apresentado na Figura 20, em *ArcGIS*, de modo a estudar a evolução do Banco do Bugio desde 1990 até 2015, ano do último levantamento efectuado. De salientar que o perfil P3, coincide com o perfil P1, que serve de base para o estudo morfológico efectuado pelo Prof. Mota Oliveira, apresentado na Figura 22. A evolução do banco, desde 1990 a 2015 pode ser analisada com base na Figura 24. Ao efectuar uma análise mais ao pormenor, pode-se concluir que os avanços e recuos do talude norte do banco

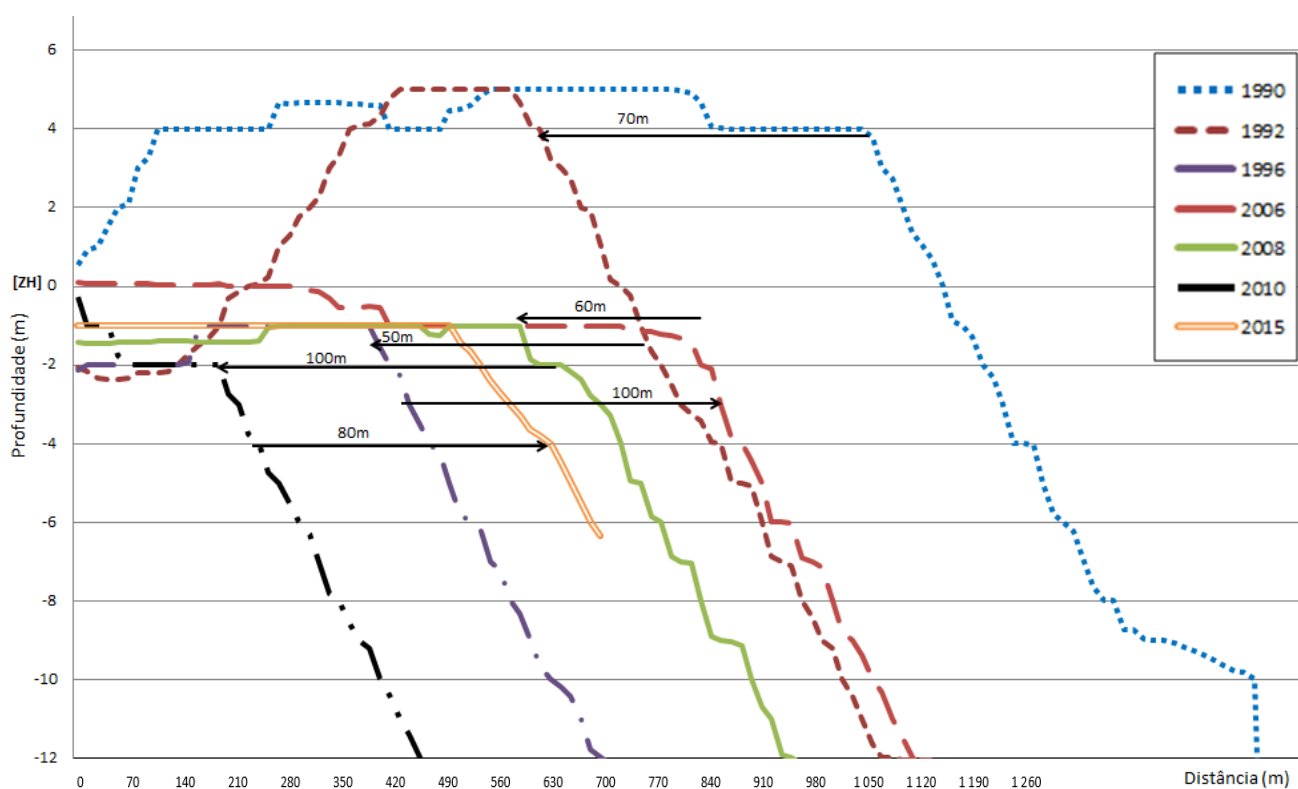


Figura 24: Variação sedimentar do Banco do Bugio, segundo o perfil P3.

do Bugio são constantes. Um aspecto importante a referir é também o facto de se verificar uma descida bastante significativa da cota do banco, pois se nos anos de 1990 e 1992 a cota se mantém em média nos 5m a cima do ZH, o mesmo não acontece nos anos seguintes, constatando que comparativamente com os anos de 2006, 2008 e 2015 essa mesma cota diminui para cerca de 1m, abaixo do ZH, a partir desta análise pode-se concluir que a acção dos agentes erosivos, tal como as correntes de vazante e enchente e a acção da onda em muito contribuíram para este aumento de profundidade verificado ao longo dos anos.

Relativamente à evolução do talude norte do banco do Bugio, verifica-se que a partir do ano de 1990, o seu recuo foi na ordem dos 70m, até ao ano de 1992. Este recuo vem, por sua vez, contrariar aquilo que vinha acontecendo até à data de 1985, segundo a análise do Prof Mota Oliveira, que tinha constatado um avanço do talude na ordem dos 700m, durante cerca de 50 anos, tal como se tinha referido anteriormente.

Porém, e tomando como ponto de partida o ano de 1992, verifica-se um recuo, embora menos acentuado, segundo a análise efectuada anteriormente, na ordem dos 50m, até ao ano de 1996.

Após recuos consecutivos, observa-se que em 1996 e até 2006, houve um avanço do talude para norte, novamente, avanço este na ordem dos 100m. Posteriormente observa-se recuos entre 2006 e 2008, na ordem dos 60m, e entre 2008 e 2010, recuo este na ordem dos 100m. Por fim, entre 2010 e 2015, ocorreu um avanço na ordem dos 80m.

Em suma, e comparativamente com a análise efectuada pelo Prof. Mota Oliveira em (Oliveira, 1994), pode-se concluir que a evolução do talude norte do banco do Bugio terá encontrado um equilíbrio, ou seja, a sua migração consecutiva para norte parou, encontrando-se agora num estado de “abrandamento” no que toca à sua evolução, pois nem os avanços nem os recuos representados na Figura 24 são muito significativos, demonstrando que não existe uma tendência clara no que toca à evolução do talude.

Atendendo agora os volumes acumulados na vertente norte do banco do bugio, e tomando como ponto de comparação o ano de 1990 relativamente aos restantes anos, efectuiu-se, com recurso ao software *ArcGIS* e tendo por base a área demonstrada na Figura 20, uma operação, denominada “*Minus*” que permitiu obter as variações dos volumes entre os anos apresentados no Quadro 4. De modo a obter estas variações volumétricas, o procedimento inicial consistiu em criar uma rede triangular irregular, *TIN (Triangular Irregular Network)* para cada um dos anos analisados, cujo procedimento e a sua funcionalidade será descrita mais à frente, quando se abordar a evolução morfológica em torno do Forte do Bugio. Depois de criada a rede triangular irregular em *ArcGIS*, esta converteu-se para um formato *Raster*, que basicamente é um aplicativo de sistemas de informação geográfica (SIG) que se utiliza quando se pretende exibir informações contínuas que não podem ser facilmente divididas em funções vectoriais. Ao converter estes dados para formato *Raster*, passa-se a ter uma imagem com uma grande quantidade de detalhe, difíceis de expressar como vectores. Assim transforma-se cada um destas *TIN's* para formato *Raster* com uma dimensão de célula de 10m, o que permite obter ainda um maior grau de detalhe, visto que toda a imagem convertida para *Raster* fica dividida numa destas células.

Posteriormente, e já com todos os dados convertidos, recorre-se à função *Raster Math*, operação *Minus*, que por sua vez efectua a diferença entre cada uma das células, obtidas na conversão para o formato *Raster*.

DATA	ΔV ($10^6 m^3$)
1990	-1,02
1992	
1990	+1,12
1994	
1990	+2,50
1996	
1990	+2,57
1998	
1990	+2,77
2000	
1990	+5,40
2002	
1990	+6,59
2006	
1990	+9,46
2008	
1990	+11,5
2010	
1990	+12,4
2012	

Quadro 4: Variação volumétrica sedimentar na zona representada na Figura 20, ao longo dos vários anos.

Comparando os resultados do Quadro 4 com os dados do Quadro 3, fornecidos pelo trabalho do Prof. Mota Oliveira em 1994, conclui-se que a acumulação de sedimentos em toda a área do banco que é coberta pelos levantamentos já mencionados, está a estabilizar, embora se verifique uma constante acreção entre os anos apresentados. Se no final do ano de 1985 a variação de sedimentos acumulados foi na ordem dos 36 milhões de metros cúbicos, entre 1990 e 2012 essa acumulação abrandou significativamente, registando-se agora valores na ordem dos 12 milhões de metros cúbicos.

9.2. Evolução morfológica em redor do Forte do Bugio

Do ponto de vista da evolução morfológica também se torna importante fazer esta análise em torno do Forte do Bugio, de modo a estudar a estabilidade morfológica da zona imediatamente vizinha da fundação do Forte ao longo dos anos. Para esta análise, efectuada mais uma vez em *ArcGIS*, utilizaram-se como referências os perfis P1 e P2, representados na Figura 20, estes alinhamentos fizeram-se coincidir com a posição aproximada do Forte do Bugio, para que a análise morfológica seja a que melhor representa a variação sedimentar ao longo do tempo neste mesmo local. Esta análise pode vir a ser interessante para ter noção do quão exposto às acções marítimas estará a estrutura de fundação do Forte.

Desde logo há que salientar que o modo de operação em *ArcGIS* para obter estes perfis, consistiu em primeiro lugar efectuar uma transformação de coordenadas, passando de cartográficas para geográficas, mais precisamente o modelo PTTM06ETRS89. Seguidamente e tendo como base os dados, os dados fornecidos pelo IH, ou seja, as linhas isométricas, que por sua vez estavam georreferenciadas, transformando-as numa rede triangular irregular, *TIN* (*Triangular Irregular Network*), que consiste em criar um modelo digital onde ocorre a interpolação dos valores de altitude através da criação de triângulos entre duas linhas consecutivas, neste caso as linhas isométricas, este triângulo cria um modelo matemático com os respectivos valores de altitude. A partir do momento que todos os dados estão convertidos num formato *TIN*, faz-se traçar uma directriz pelo local pretendido e a partir daí obtém-se o perfil longitudinal. Este processo foi utilizado tanto para os perfis longitudinais em torno do Forte do Bugio, como no traçado da evolução sedimentar do próprio banco, já mencionado.

Antes de proceder a uma análise mais detalhada das Figuras 26 e 27 importa referir alguns aspectos e estudos levados a cabo pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), em 1997, quando *“(..)* depois de terem sido considerados insatisfatórios os resultados obtidos nos ensaios em modelo físico tridimensional da estabilidade do enchimento artificial, apresentados no relatório *“Protecção do Forte do Bugio. Estudos de Hidrodinâmica e Sedimentologia. Estabilidade do Enchimento Artificial de Protecção”, relatório 70/97-NET, LNEC. Abril de 1997, foi solicitado ao LNEC a realização de uma série de ensaios de outras soluções desenvolvidas pela Hidrotécnica Portuguesa (HP), com vista à protecção do Forte do Bugio.”* (Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1997).

Assim, depois de testadas algumas soluções de protecção, verificou-se que a Solução D, seria a mais eficaz do ponto de vista de chegada de energia proveniente da agitação marítima à muralha do Forte do Bugio, Figura 25, do ponto de vista estrutural foram realizados alguns ensaios de modo a concluir qual a classe de enrocamento que deveria ser utilizada em obra para a protecção do enchimento interior do quebra-mar.

Com uma cota de coroamento do quebra-mar a +4.0 m (ZH), *“(..)*concluiu-se que as camadas de enrocamento a ser utilizadas seriam as de 60 a 80 KN, importa também referir que tanto o enrocamento que constituiu a berma do pé de taludes, como as duas camadas de cubos Antifer de 15.1 metros cúbicos que constituem o manto resistente do quebra-mar, apresentaram um comportamento perfeitamente estável a quando da realização do ensaio.” (Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1997). Esta solução está representada nas Figuras 19 e 25,

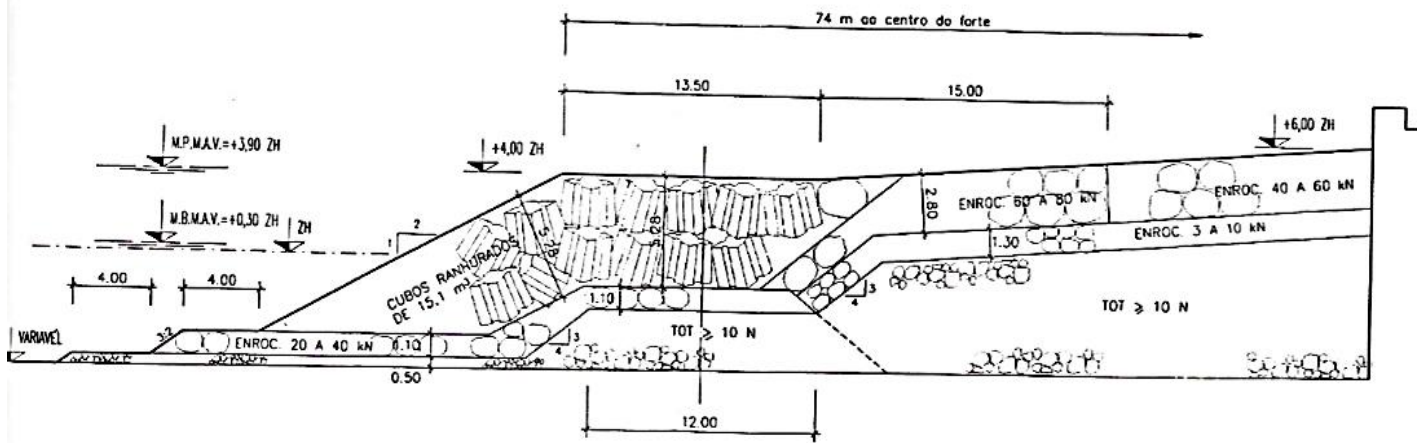


Figura 25: Perfil transversal da Solução D final, adaptado de (Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1997)

Atendendo aos dados fornecidos pelo relatório efectuado pelo LNEC em 1997, “*Protecção do Forte do Bugio. Ensaio adicionais de estabilidade e galgamentos das obras de protecção*”, constatou-se que para a solução final adoptada de protecção do Forte do Bugio, foram tomados os seguintes valores, de acordo com os dados fornecidos pelo marégrafo de Cascais, para a máxima preia-mar em águas vivas (MPMAV)=+3.90 ZH e para a máxima baixa-mar em águas vivas (MBMAV)=+0.30 ZH, tais valores podem ser confirmados na Figura 25.

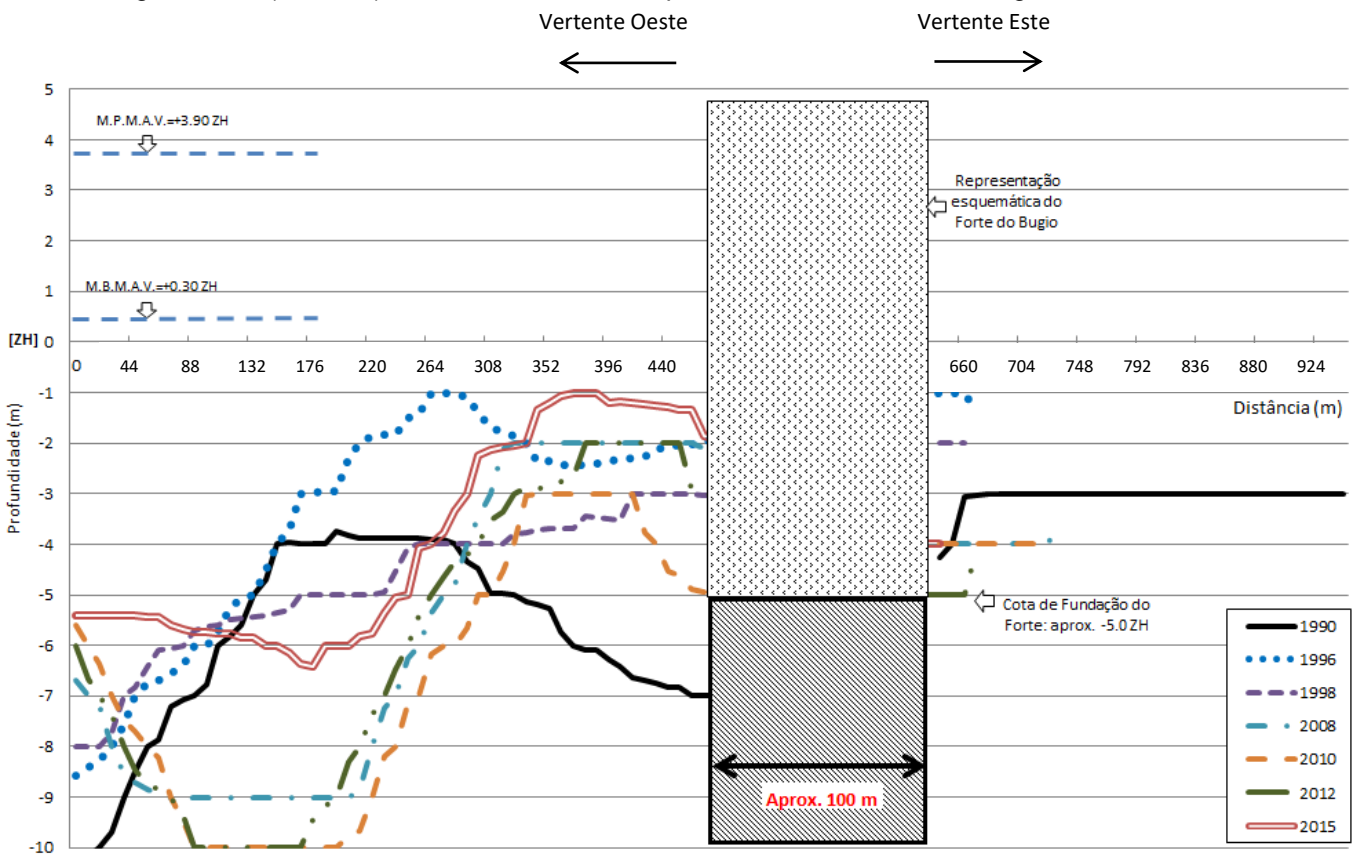


Figura 26: Representação da evolução sedimentar na vizinhança do Forte do Bugio, segundo o perfil P1 da Figura 28.

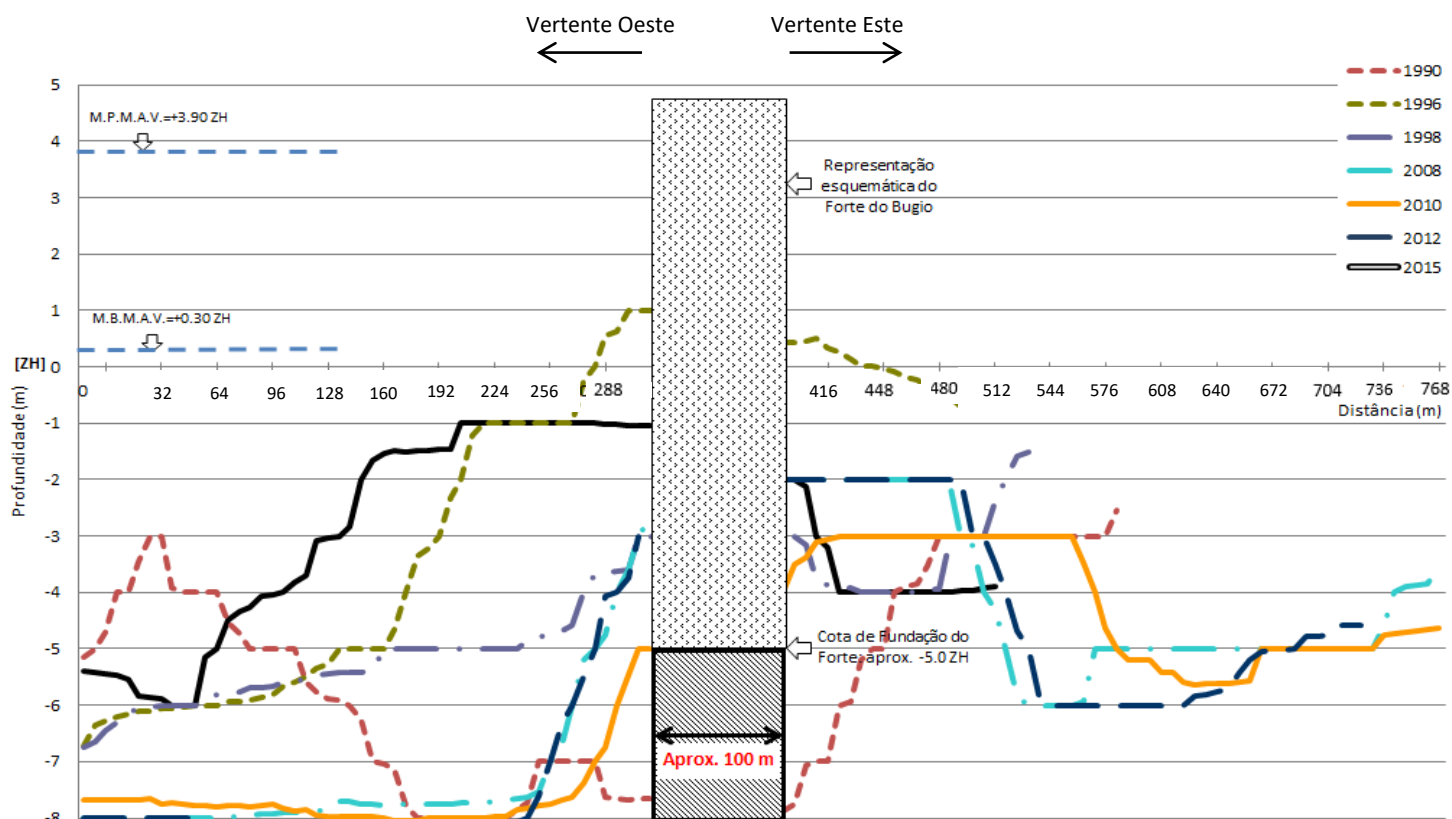


Figura 27: Representação da evolução sedimentar na vizinhança do Forte do Bugio, segundo o perfil P2 da Figura 28.

Transpondo os dados do estudo efectuado pelo LNEC em 1997 e os dados fornecidos pelo IH para as Figuras 26 e 27, e assumindo, pela análise da Figura 25 uma cota de fundação de, aproximadamente, -5.0 ZH, efectuou-se uma análise morfológica ao longo do perfil P2 e P1 da Figura 28.

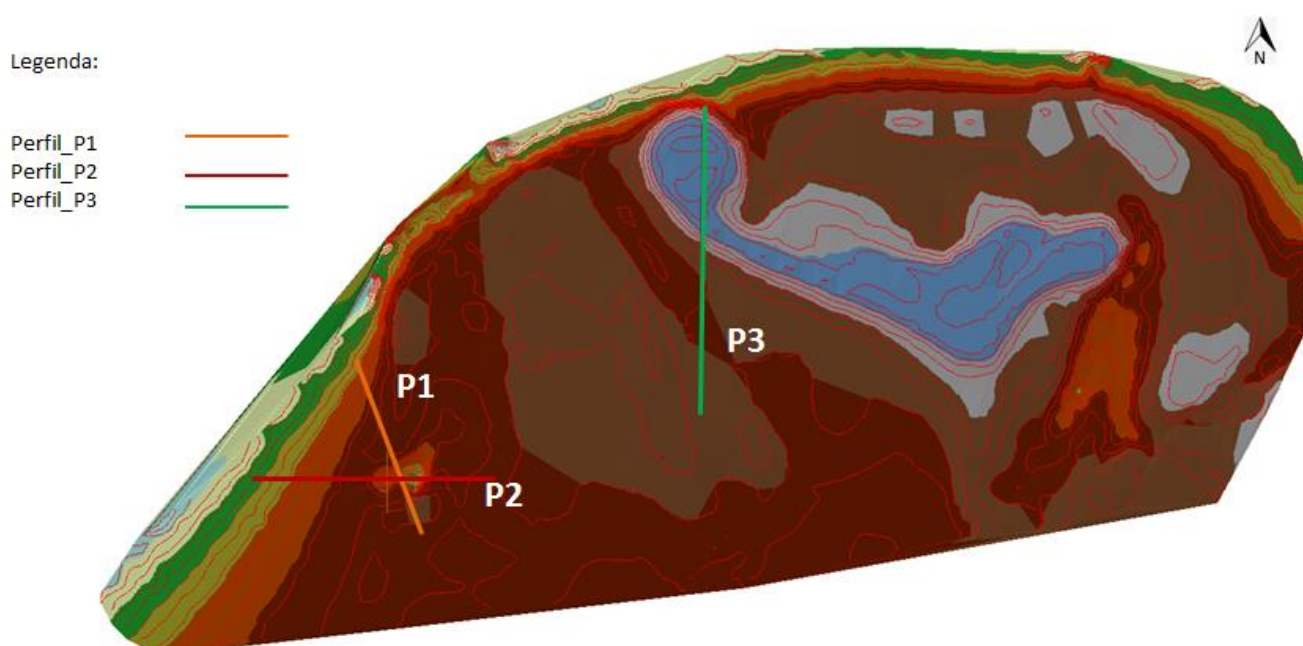


Figura 28: Localização dos perfis P1, P2 e P3.

Da análise das Figuras conclui-se que desde o ano de 1990 até 1996 houve um fenómeno de acreção considerável, tendo existido uma deposição sedimentar na zona imediatamente

vizinha, vertente Oeste, onde se localiza o Forte do Bugio da ordem dos 5m, correspondente ao perfil P1 e cerca de 8m, correspondente ao perfil P2. A partir de 1996 verifica-se a ocorrência de fenómenos de erosão, principalmente entre 1996 e 1998, fenómenos estes que estão directamente ligados aos acontecimentos de desabamento de parte da estrutura do forte, mencionados no capítulo 7, em que o nível sedimentar no local do Forte desce cerca de 4m (perfil P2) e cerca de 1m (perfil P1), considerando agora o espaço temporal entre 1998 e 2015, verifica-se que tanto ocorrem fenómenos de acreção como de erosão, embora com variações não muito significativas, na ordem dos 1 / 2 metros nesta zona específica, o que poderá querer dizer que atendendo aos factos evidenciados pela análise demonstrada estamos na presença de uma fase de estabilização e equilíbrio morfológico ao nível da erosão sedimentar, um dos factores que pode explicar estes fenómenos de relativa estabilização será o facto do talude situado a Oeste do Forte do Bugio proporcionar uma dissipação de energia da onda antes desta chegar ao Forte, pois atendendo ao facto de a altura da onda num determinado local não pode ser maior que a profundidade da água nesse mesmo local, assim quando a onda atinge o Forte, a energia com que o faz é relativamente pequena, não causando tantos estragos a nível de estabilidade da estrutura, nomeadamente das fundações. No ano de 1990 pode-se observar, pela análise das Figuras 26 e 27, que é o ano, de entre todos os representados, onde o nível sedimentar se encontra mais baixo, factor esse que também se pode relacionar directamente com os acontecimentos de 1993, mencionados no capítulo 7. É também possível observar que a altura do talude é a mais baixa, o que origina maior altura de onda na zona imediatamente vizinha do Forte do Bugio, na vertente Oeste, vertente esta que está mais exposta aos fenómenos de acção marítima e que maiores preocupações causa em termos de estabilidade da estrutura, aliás é nesta vertente onde se localiza o molhe de protecção que se representa na Figura 19 e 25.

Efectuando agora uma análise à vertente Este do Forte do Bugio, e analisando o que a nível sedimentar ocorre na vizinhança do Forte, verifica-se que pela análise das Figuras 26 e 27, os fenómenos de acreção e erosão não são tão significativos comparativamente com aqueles analisados na vertente Oeste, tal factor pode ser explicado pelo facto de esta zona não ser tão afectada pelos agentes modeladores, tal como a onda e a corrente de enchente. Assim verifica-se que, com excepção do ano de 1990, nomeadamente no perfil P2, onde se verifica um nível sedimentar bastante baixo, que claramente colocou em causa a estrutura envolvente do Forte do Bugio, tal como já foi referido. Após 1990 e após as obras de requalificação e protecção do Forte, verifica-se uma estabilização relativamente ao nível sedimentar na vertente Este do Bugio, principalmente após 1996.

Visto que a georreferenciação das curvas isométricas fornecidas pelo IH é efectuada através de sondagens, com recurso a navegação marítima, é perceptível que estes instrumentos utilizados nas sondagens perto da zona do Forte do Bugio não cobrem esta zona por se tratar de uma zona em que a sua envolvente se encontra a seco, nas Figuras 26 e 27 é então possível verificar a localização do Forte, pois trata-se da zona em que as linhas isobatimétricas

se interrompem. De salientar que a representação do Forte do Bugio nas Figuras 26 e 27 é meramente esquemática porque as Figuras se encontram sobrelevadas, pois a escala vertical (1/100) é diferente da horizontal (1/10000).

10. Apresentação de Proposta

10.1. Solução de Estacas Prancha

Tendo por base a análise morfológica efectuada anteriormente verifica-se que o problema da estabilidade estrutural do Forte, principalmente as fundações e restante estrutura periférica, está longe de estar solucionado.

Uma das soluções que se poderá considerar viável para este problema será a introdução de estacas prancha como estrutura de contenção periférica em redor de todo o Forte, diminuindo assim as sucessivas perdas de sedimentos que tem como base de sustentação as fundações e a sua própria estrutura.

De seguida representa-se um esquema sequencial que visa demonstrar de que forma a solução de estacas prancha poderá ajudar a conter os sedimentos nas zonas periféricas do Forte. Os perfis que se irão demonstrar em seguida visam representar o perfil P2 presente na Figura 28.

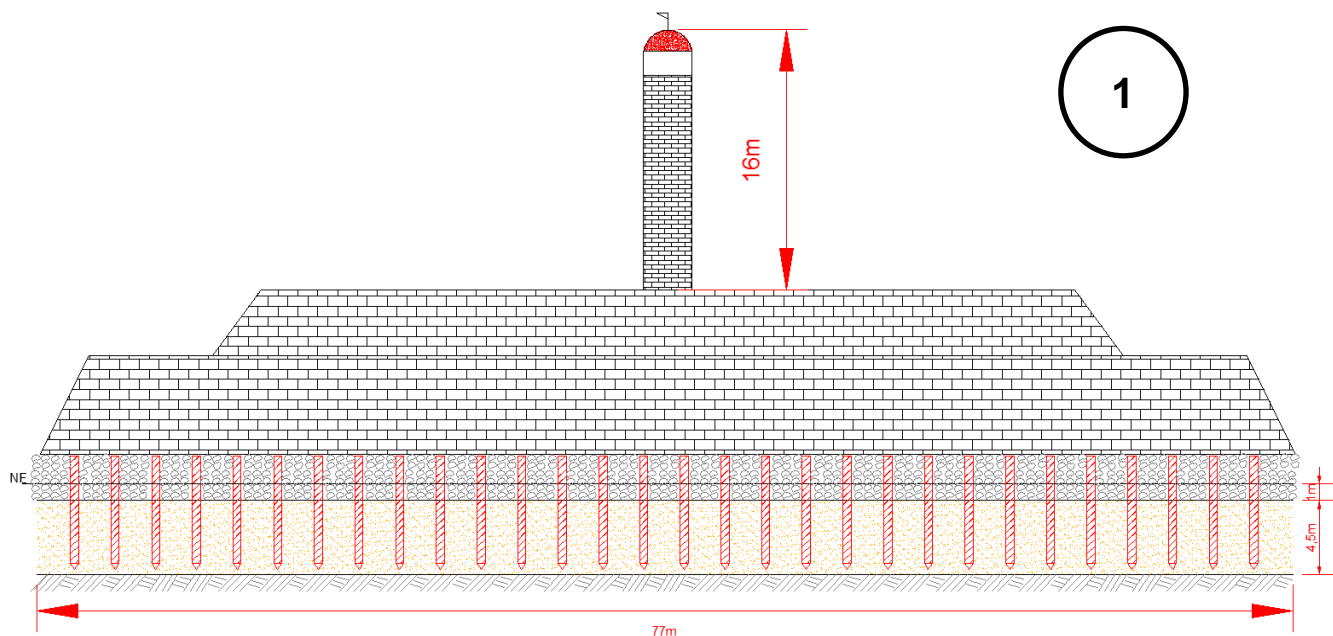


Figura 29: Esquema representativo do Forte antes da fase de perda de sedimentos.

Ao esquema demonstrativo representado como número 1, poder-se-á fazer a analogia com o ano de 2000, ano em que se concluíram as obras da muralha no Forte e ainda decorriam as obras do molhe semi-circular da envolvente sudoeste. Como se observa na Figura 29 toda a zona até à cota de fundação do Forte se encontra preenchida tanto pelas camadas de enrocamento como pela camada de areia imediatamente abaixo.

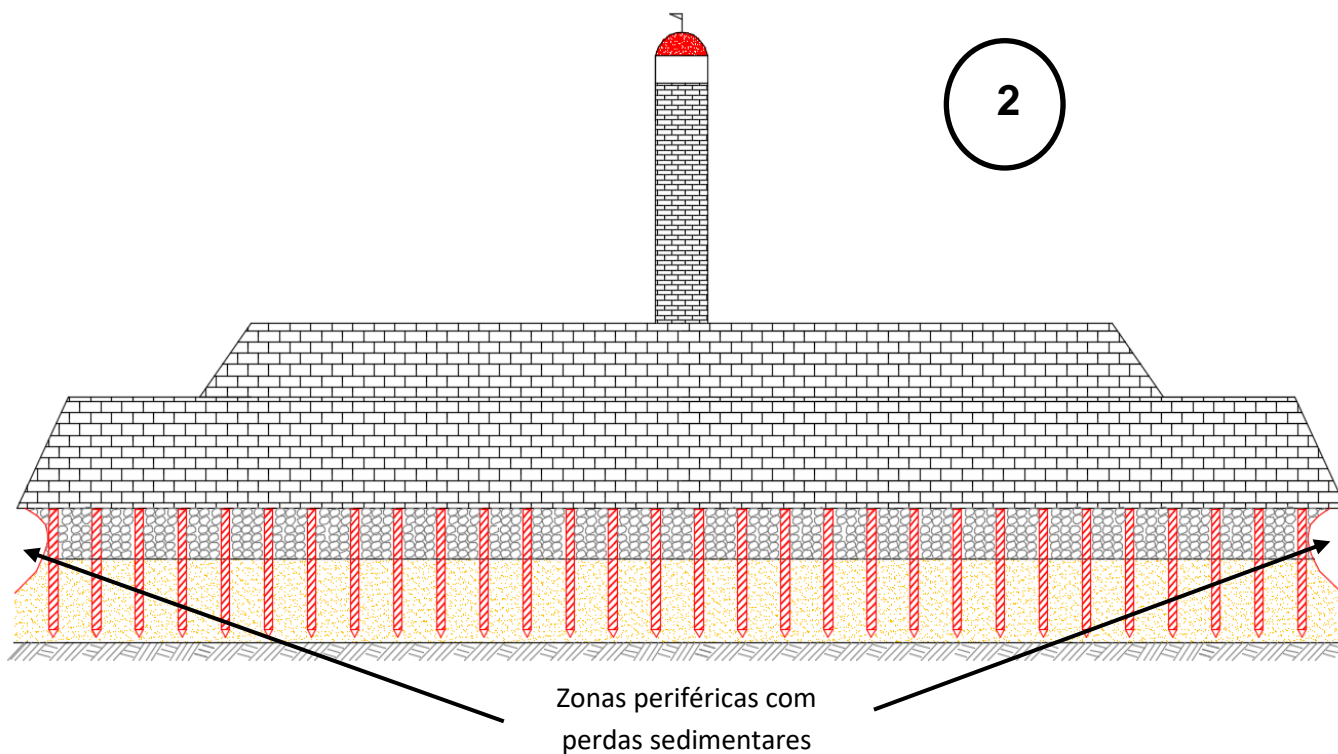


Figura 30: Esquema interpretativo do Forte, segundo o perfil P2, com a representação das perdas sedimentares nas zonas periféricas.

Com o auxílio do esquema nº 2 é possível verificar que devido à constante acção marítima, principalmente nas zonas periféricas do Forte e ao nível das fundações, estas vão perdendo os materiais que lhe conferem alguma contenção e estabilidade como a camada de enrocamento e a de areia, visíveis na Figura 30. A sucessiva perda destes materiais poderá até mesmo colocar em risco a estabilidade da bateria baixa do Forte como já aconteceu anteriormente, recordando o ano de 1993.

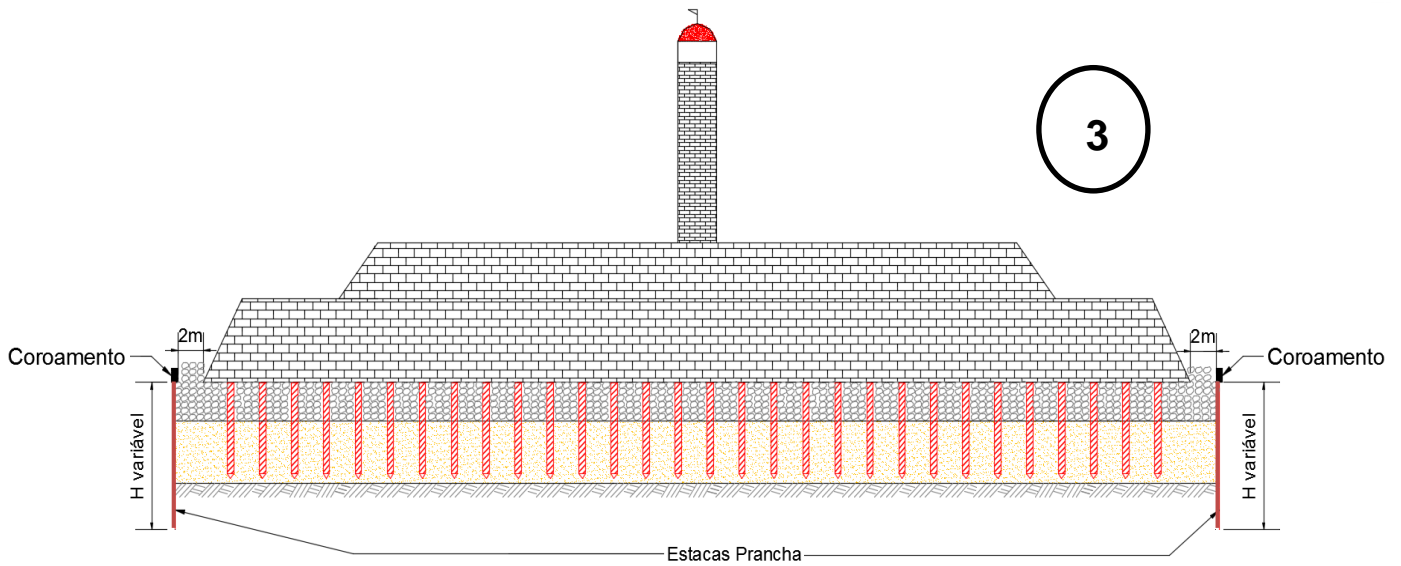


Figura 31: Esquema representativo com a proposta de estacas prancha como contenção.

O esquema nº3 pretende representar uma proposta que consiste na introdução de estacas prancha como estrutura de contenção periférica encabeçada por uma viga de coroamento, tal como representa a Figura 31, ao longo de toda a estrutura do Forte. Assim o objectivo será criar uma barreira de protecção contra as acções marítimas em toda a envolvente do Forte de modo a fixar as camadas de enrocamento e as de areia nas zonas onde se manifestou o problema representado no esquema nº2, conferindo assim maior estabilidade estrutural ao próprio Forte.

Por fim, importa representar como ficaria a estrutura de contenção periférica em planta, na Figura 32, observa-se a viga de coroamento em toda a envolvente do Forte.

De um modo geral a proposta de solução apresentada enquadra-se naquilo que é o principal problema ao nível da estabilidade estrutural do Forte do Bugio, principalmente e como se concluí ao nível das fundações.

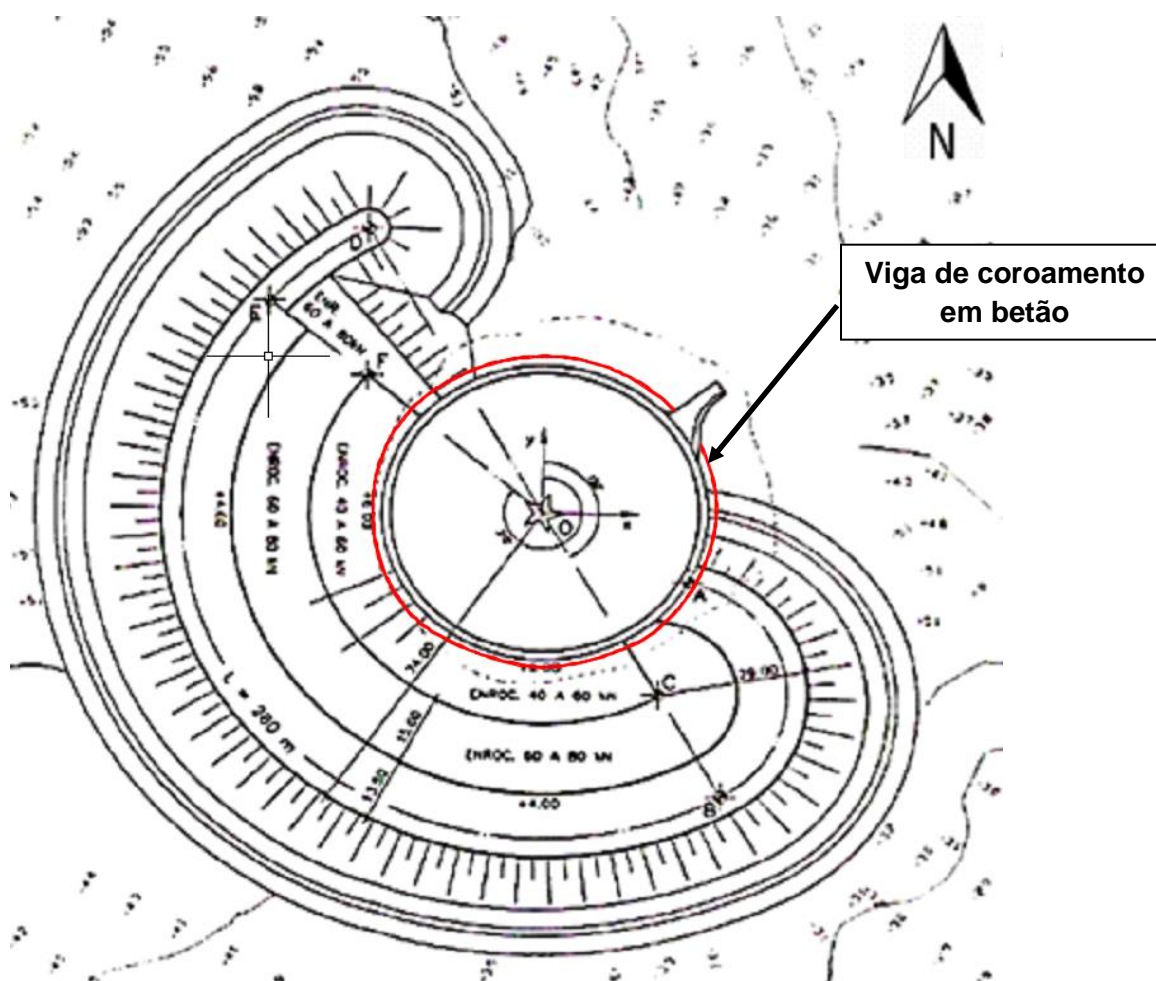


Figura 32: Esquema representativo da viga de coroamento na envolvente periférica do Forte.

11. Obra de Fecho da Golada

11.1. Enquadramento histórico

Pelo que se encontra documentado em (Abreu, 2010), “(...) a Golada do Tejo, designação para a passagem entre a Cova do Vapor e o Forte do Bugio, tem-se mantido aberta ao longo dos séculos tendo, no entanto, fechado naturalmente durante mais de 50 anos, de finais do século XIX até meados do século XX. Reabriu por ação do Homem, quando da zona foram retiradas cerca de 14,5 milhões de metros cúbicos de areia para aterros na margem direita do Tejo, (...)”. Supõe-se que caso a Golada se tivesse mantido fechada a acumulação de areia nesta zona teria continuado, reforçando em termos de acumulação de sedimento a ligação entre o Bugio e a Cova do Vapor.

Segundo (Abreu, 2010), “(...) no início dos anos 70 houve, por parte de um grupo privado, intenções de construir um estaleiro naval na zona da Golada, que naturalmente, acabaria por ser fechada. O projecto acabaria por ser chumbado pela Administração Geral do Porto de Lisboa (AGPL), hoje em dia Administração do Porto de Lisboa (APL), pois haveria intenção desta entidade se instalar na mesma área. Mais recentemente, em 1989, foi realizado um estudo pela Hidrotécnica Portuguesa (HP) a pedido da APL, no sentido de encontrar a melhor

solução para o canal da Barra poder vir a receber os futuros porta-contentores de 4ª geração. Estudadas várias soluções, é recomendado o fecho da Golada. Aberto, o concurso internacional, por decisão do Conselho de Ministros de 1992, a obra foi suspensa face às posições de uma Comissão de Avaliação do Estudo de Impacte Ambiental, embora esse estudo, não obrigatório, tivesse concluído pela possibilidade da obra.”

Desde essa altura para cá os estudos do comportamento hidro e morfodinâmico da zona do Estuário do Tejo têm continuado, no entanto, sem intenção concreta no sentido do fecho da Golada.

11.2. Características hidro-morfológicas

Quando a Golada se encontrava fechada, esta funcionava como uma espécie de barreira capaz de reter os sedimentos que por sua vez se iam acumulando na zona das praias da Costa da Caparica, dando origem ao extenso areal que se manteve durante largas décadas. Nos dias de hoje, em que a Golada se encontra aberta, os sedimentos não encontram qualquer tipo de barreira e, devido à acção da onda os sedimentos voltam a passar para dentro do canal de navegação do Tejo, o que origina um assoreamento cíclico da parte terminal da margem esquerda, acabando estes por ser expelidos devido ao efeito das sucessivas correntes de vazante que por sua vez, não se altera, movimento cíclico este que se encontra ilustrado na Figura 21. Das principais consequências da abertura da Golada, destacam-se o já referido assoreamento da margem esquerda, a perda de sedimentos na zona das praias da Costa da Caparica, o crescimento da vertente Norte do Banco do Bugio, tal como está representado na Figura 23 e existe um aumento de acumulação de sedimentos na zona da Cabeça de Pato, pelo que as condições de navegação para navios com maior calado tenham tendência a piorar.

O estudo realizado por (HIDROTÉCNICA PORTUGUESA C. p., 1989), concluía que o fecho da Golada seria a melhor solução para a manutenção da Barra Sul, visto que ao diminuir o comprimento da secção por onde entra e sai um determinado volume de água em cada ciclo de maré, a cota da secção aumenta forçosamente, aprofundando assim a Barra Sul e como consequência o próprio canal de navegação. Com o fecho da Golada o movimento circular, representado na Figura 21, em torno do Bugio será interrompido, o que por sua vez, espera-se, que promova a deposição de sedimentos com a criação de um extenso areal entre o Bugio e a Caparica.

Segundo (Abreu, 2010), *“O Porto de Lisboa situa-se no cruzamento da maior intensidade de tráfego marítimo mundial, representando 20% de toda a carga processada nos portos nacionais e 44% da carga contentorizada, no entanto o Porto está a ‘emagrecer’, e quando tal sucede, reflecte-se em toda a zona metropolitana envolvente.”*

Com base nesta informação será imperativo travar este processo, não só pela importância do Porto de Lisboa, mas também pelo impacto que este fenómeno poderá ter a nível da economia nacional. Deste modo o Porto de Lisboa precisa de se preparar para receber os futuros porta-

contentores, não se avistando outra alternativa a não ser o local abrigado que resultará da obra de fecho da Golada.

12. Considerações Finais

12.1. Conclusões

Pela análise dos documentos históricos consultados para realização deste trabalho, pode-se concluir que a obra do Forte de São Lourenço da Cabeça Seca sempre conheceu diversos problemas durante a sua construção e reconstrução ao longo do tempo. É mesmo seguro afirmar que foi uma obra para a qual se executaram vários projectos e esboços construtivos, sendo que a maior parte nunca passaram disso mesmo, esboços construtivos da autoria de várias personalidades de renome que ao longo dos anos foram assumindo o comando do projecto, sendo que o mais marcante destes mestres foi Vicencio Casale, o homem que fez nascer o Forte. Inicialmente concebido como fortificação para fins militares, nomeadamente a protecção de defesa marítima da Barra do Tejo, sendo que este fim nunca foi devidamente atingido devido à fraca artilharia que possuía, outro dos factores e talvez o mais importante para que nunca houvesse sucesso neste campo terá sido o facto de aquando das várias investidas, as obras no Forte ainda não estarem terminadas.

Sendo que o projecto de execução do Forte incluía uma torre central, este depressa se transformou num farol de auxílio à navegação marítima, abandonando por completo as funções militares que inicialmente levaram à sua construção.

Desde muito cedo se teve conhecimento que a forte agitação marítima do local poderia ter uma grande influência no processo construtivo do Forte, embora na altura da construção a zona da Cabeça Seca fosse constituída por um extenso areal sobre o qual foi possível executar as fundações do Forte. Com o passar dos anos este banco de areia foi desaparecendo devido aos processos de erosão sedimentar já mencionados e também devido à acção humana, aquando da utilização do banco arenoso como zona de empréstimo, e com o agravar da erosão sedimentar na zona em questão agravaram-se também os problemas de estabilidade das fundações e muralhas envolventes do Forte do Bugio. Tais problemas estruturais já levaram a algumas intervenções, nomeadamente em 1997, levada a cabo pela SOPOL, S.A.

Na fase de análise morfológica, correspondente ao intervalo de tempo entre 1990 e 2015 teria sido bastante interessante apresentar uma Figura semelhante à Figura 22, onde ao longo dos anos de 1939 até 1985 é possível analisar a evolução do banco do Bugio em planta. No entanto ao tentar efectuar esta análise em *ArcG/S* verificou-se que como os levantamentos isobatimétricos estão dependentes da informação de base, ou seja a informação que previamente foi cedida pelo IH, que por sua vez é a informação de relevo para toda a base de estudo e análise de dados, esta informação apenas se baseia em curvas de nível não constando nestes levantamentos pontos cotados de referência que dariam continuidade à

cotagem do terreno. Devido a este constrangimento as curvas de nível que se geraram num novo Modelo Digital do Terreno (MDT), que “*possibilita a qualquer conjunto de dados em suporte numérico que, para uma determinada zona, permite associar a qualquer ponto definido sobre o plano cartográfico um valor correspondente à sua altitude*” (Matos, 2007), iriam gerar um erro significativo em termos de análise, de salientar que se gerou um novo MDT de modo a tentar contrariar a falta de informação de base. Assim optou-se por abandonar esta análise de evolução do banco em planta.

No que toca ao Forte do Bugio, este fluxo cíclico sedimentar poderá trazer problemas a nível da estabilidade do Forte, pois tal como se verifica nas Figuras 26 e 27, nos anos representados, é possível concluir que a cota do fundo junto ao forte anda abaixo ou bastante próximo da cota de fundação do Forte do Bugio que se assumiu como sendo aproximadamente -5.0 relativamente ao zero hidrográfico, pela análise da Figura 25. Sendo que hoje em dia a vertente Oeste do Forte do Bugio está protegida com um molhe semi-circular representado na Figura 19, constituído por cubos antifer, enrocamento e ToT, esta solução não irá impedir que a longo prazo, devido à constante movimentação sedimentar que se dá nesta zona, não ocorram abatimentos constantes no próprio molhe e posteriormente na rotura na muralha envolvente do Forte, tal como ocorreu antes da intervenção da SOPOL, S.A. Esta movimentação pode mesmo vir a influenciar as estacas mais periféricas sob o qual está fundado o Forte do Bugio, colocando em sério perigo a estabilidade da estrutura.

Relativamente ao fecho da golada do Tejo entre o Forte do Bugio e o Esporão da Calha na Trafaria, esta será uma obra que pode resolver o problema da migração constante dos sedimentos para o talude virado a Norte, impedindo assim a sua acumulação nesta zona, sendo que os sedimentos seriam acumulados a sul do Esporão da Calha na zona da praia de São João, contribuindo assim para o aumento do areal na zona das praias da Costa da Caparica, problema esse também bem presente nos dias de hoje, iria melhorar a protecção do Forte do Bugio, devido à acção do caudal de maré que não se altera, este iria levar ao recuo do banco do Bugio e ficavam criadas as condições para a deposição de sedimentos na zona do fecho da Golada, devido à acção contrária da onda que, tal como se verifica na Figura 21 iria repor esses sedimentos. Ficariam igualmente criadas as condições para o aproveitamento terminal da margem esquerda, com fundos naturais da ordem dos 20m e águas tranquilas face à protecção dada pela obra de fecho da Golada.

As condições de navegação para navios de maior porte, cujo calado é maior, também seriam melhores, visto que mais uma vez por acção do caudal de maré o banco recua e a zona da Cabeça de Pato tem tendência a diminuir, alargando o canal e por consequência melhorando as condições de navegação. De salientar que os sedimentos removidos por acção do caudal de maré seriam depositados, a sua grande maioria, por acção da onda na zona de fecho da Golada.

No entanto, um dos problemas que a obra do fecho da golada poderá levantar será a interrupção do movimento cíclico, representado na Figura 21, isto traduzir-se-á numa acumulação sedimentar no banco de areia que constitui a Golada, pela acção da onda e corrente de enchente, e continuação da migração de sedimentos para Sul, por acção da corrente de vazante, o que irá proporcionar um agravar do problema da erosão sedimentar na vertente Oeste do Forte do Bugio, pois será um fluxo que se dá a um ritmo constante sem que haja uma reposição desses mesmos sedimentos, devido à interrupção do ciclo.

12.2. Desenvolvimentos Futuros

- Antes do estudo em mais pormenor da solução apresentada no capítulo 10, valerá a pena fazer uma campanha de reconhecimento geotécnico tendo em vista identificar as características mecânicas dos solos subjacentes, tendo em vista a cravação da cortina de estacas prancha;
- Na fase de projecto deverá estudar-se um eventual ancoramento da cortina.

13. Bibliografia

- Abreu, A. F. (2010). *O Porto de Lisboa e a Golada do Tejo*. Lisboa: Academia de Marinha.
- Barata, A., Rosa, T., Cabaço, J. G., Teles, M., Andrade, C. F., & Silveira, T. M. (2013). *Evolução morfodinâmica da região das Barras do Tejo*. Lisboa.
- Boiça, J. M., & Barros, M. d. (2004). *O Forte e o Farol do Bugio. São Lourenço da Cabeça Seca*. Fundação Marques de Pombal.
- Castro, D. M. (2010). Fecho da Golada do Tejo. *Transportes em Revista*, 83.
- Gomes, F. V. (Junho de 2014). Protecção do Litoral Português. (INGENIUM, Entrevistador)
- Gomes, F. V., & Pinto, F. T. (s.d.). *Cova do Vapor, Costa da Caparica*. Porto.
- Gomes, F. V., Pinto, F. T., & Joaquim Pais Barbosa, J. C. (2006). *Estudo das Intervenções na Costa da Caparica*. Porto.
- Gomes, F. V., Pinto, F. T., & Joaquim Pais Barbosa, J. C. (2007). *As obras de Defesa Costeira na Costa da Caparica*. Porto.
- HIDROTÉCNICA PORTUGUESA, C. p. (1989). *Barra do Porto de Lisboa. Obra de fecho da golada entre a Cova do Vapor e o Bugio. Estudo Preliminar e Anteprojecto*. Lisboa.
- HIDROTÉCNICA PORTUGUESA, C. p. (1990). *Obra de Fecho da Golada entre a Cova do Vapor e o Bugio*. Lisboa.
- Laboratório Nacional de Engenharia Civil, (. (1997). *Protecção do Forte do Bugio. Ensaios Adicionais de Estabilidade e Galgamentos das Obras de Protecção*. Lisboa.
- Matos, J. (2007). *Modelos Digitais de Terreno*. Lisboa: Instituto Superior Técnico.
- Oliveira, I. M. (1994). *Porto de Lisboa, Melhoria das Condições de Acesso pela Barra Sul*. Lisboa.
- Rotas Turísticas*. (s.d.). Obtido em 20 de Outubro de 2016, de Forte de São Lourenço do Bugio: http://www.rotasturisticas.com/monumento_oeiras_forte_de_sao_lourenco_do_bugio.html?SeeHotel=Yes
- Santos, F. D. (2015). *Estratégia para a Zona Costeira de Portugal em Cenários de Alterações Climáticas*. Lisboa.
- Silva, A. J. (25 de Agosto de 2013). *Farol da Nossa Terra/Farol do Bugio*. Obtido em 27 de Novembro de 2015, de Farol da Nossa Terra: <http://www.faroldanossaterra.net/2013/08/25/farol-do-bugio/>
- WW - Consultores de Hidráulica e Obras Marítimas, S.A. (2014). *Obras de Protecção Marítima do Farol do Bugio. Programa de Monitorização da Obra*. Lisboa.

