

## **PROJECTO DE MELHORAMENTO DO TERRAPLENO-CAIS DE JAMESTOWN (ILHA DE SANTA HELENA)**

Miguel Robert

Consulmar – Projectistas e Consultores, Lda.  
Av. Joaquim António de Aguiar, 27-9º  
1099-062 Lisboa

**Resumo:** A Ilha de St. Helena situa-se a meio do Atlântico Sul, isolada e apenas acessível por via marítima.

Desde os anos 70 que têm vindo a ser equacionadas diversas soluções alternativas para a localização de obras de abrigo e novas infra-estruturas portuárias na Baía de James, na Ilha de St. Helena. No entanto, até há poucos anos, poucas foram realmente as intervenções levadas a cabo.

O Governo de St. Helena deu elevada prioridade ao melhoramento das condições de segurança e operacionalidade na sua principal estrutura portuária:

- Fase 1 – Protecção contra a queda de blocos da arriba sobre o terraplano, a aquisição de equipamento pesado de movimentação de cargas, a construção de terminal de passageiros e alfândega, o alargamento e protecção marítima do terraplano portuário, a protecção marítima da avenida marginal;
- Fase 2 - Construção de molhe de abrigo, rampa varadouro, muros-cais e plataformas para operação de guas.

As intervenções da Fase 1 foram praticamente concluídas, estando em fase de concurso as obras da Fase 2.

Os estudos, projectos e obras até agora realizados envolvem quase todas as especialidades e são únicos, dadas as características especiais das ondas incidentes, o carácter remoto da ilha, a escassez de recursos, os difíceis acessos terrestres e a exiguidade das áreas úteis. A possível construção de um aeroporto em simultâneo com as obras da Fase 2, veio ainda ditar novos constrangimentos.

A presente comunicação aborda essencialmente as obras marítimas e portuárias objecto destes pacotes, procurando ilustrar as particularidades que estas aqui ganharam, desde a fase de estudos até à sua construção ou concurso.

### **1. A ILHA DE SANTA HELENA E O TERRAPLENO-CAIS DE JAMESTOWN**

#### **1.1 Breve História e situação actual**

Santa Helena é uma ilha isolada de origem vulcânica, localizada no Atlântico Sul, a cerca de 2000 km da costa SW Africana. Habitada por quase 4000 pessoas, a ela apenas se pode aceder por via marítima e fundear na costa NW, ao abrigo das condições de vaga criadas pelos ventos alísios e da ondulação das tempestades geradas a sul e SW do continente Africano.

Descoberta por Portugueses em 1502, só quase um século depois viria a ser reclamada e colonizada pela companhia das Índias Inglesa, servindo de fundeadouro e interposto abastecedor, local de abate de navios negreiros e última prisão para Napoleão Bonaparte, Zulus e Boers, a que se seguiu, já no Séc. XX, um período de declínio. A ilha é quase totalmente financiada por Inglaterra, incluindo o seu navio correio RMS St. Helena, um híbrido de passageiros, carga geral e contentorizada dispendo de meios de elevação autónomos, único meio regular de acesso à ilha. Ocasionalmente, a ilha é escalada por veleiros, mas

também pelos grandes navios de cruzeiros intercontinentais, motivo de animação para a sua parca economia local.

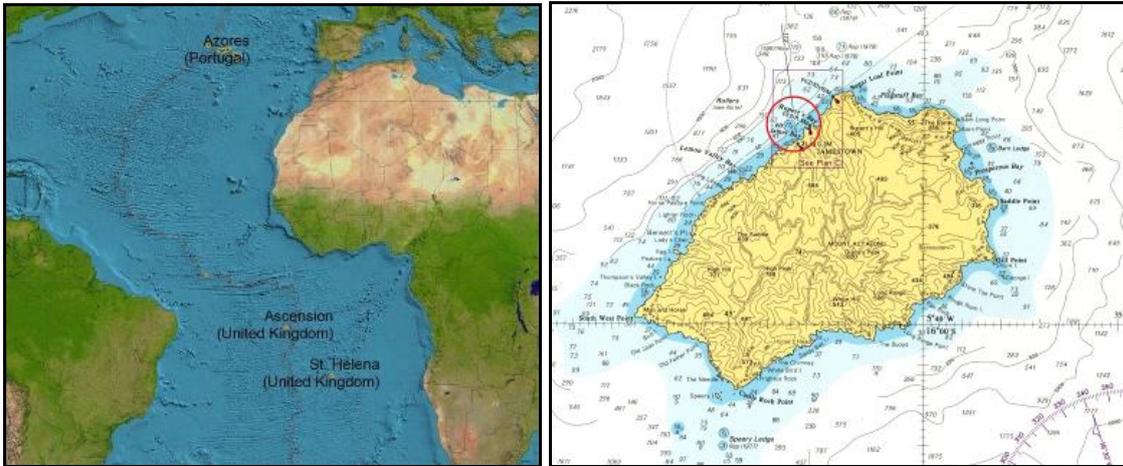


Fig. 1 e 2 – Plantas de localização da Ilha de St. Helena e da Baía de James

Delimitada por promontórios de mais de 200 m de altura, recortada por profundos mas estreitos vales, esta fortaleza rochosa apresenta dimensões extremas de 18 e 12 km, e cerca de 400 e 800 m de altitude média e máxima. O clima é ameno, regularizado pelo oceano e dominado pelos ventos alísios, apenas se encontrando fundos abrigados na costa NW, nas Baías de James (a Sul) e de Rupert's (a Norte).

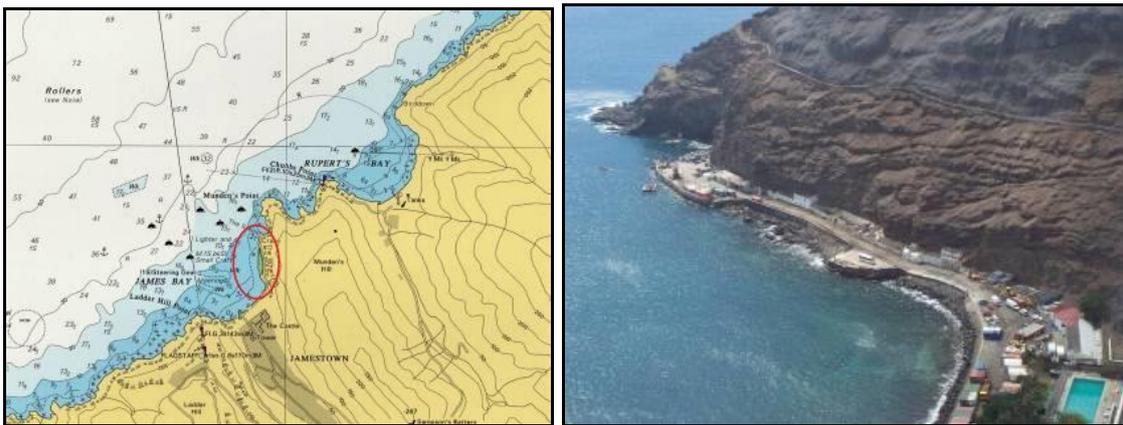


Fig. 3 – Planta das Baías de James e de Ruperts, com localização do Terraplino-Cais de Jamestown,

Foto 1 - Terraplino-Cais de Jamestown

Os baixos fundos destas baías, porém, obrigam os maiores navios a fundear ao largo. Na primeira, faz-se a trasfega de passageiros e carga contentorizada através de um serviço de vai-vem, por embarcação e pontão flutuante motorizado. Esta baía dá nome à vila e capital da ilha, Jamestown, nela se situando o seu único terraplino-cais ("wharf") e fundeadouro dotado de quadra de bóias.



Fotos 2 a 5 – Baía de James, RMS St. Helena, vai-vem e cais de desembarque



Fotos 6 a 9 – Pontão de contentores e grua, protecção provisória da entrada e restos da protecção da marginal

Na Baía de Ruperts, processa-se à trasfega de combustível por bombagem através de bóia e ponte de condutas, assim como ao aprestamento e desembarque das poucas embarcações de pesca local (essencialmente pesca de atum).

O terraplino de Jamestown, construído no Séc. XVIII, e seu pequeno cais de passageiros, não dispõem de obras de abrigo, fazendo-se as manobras de aproximação, permanência e largada em condições de risco. O terraplino é exíguo, sendo galgado pelos “rollers”, ondulação de baixa altura ao largo e grande período, proveniente de tempestades geradas no Atlântico Norte e que atinge a sua costa NW durante o Verão do Sul, empolando subitamente e rebentando com grande intensidade.

As correntes induzidas, mesmo por ondas menores, tornam extremamente perigosa qualquer manobra de aproximação aos “Wharves”, pelo que estas se reduzem a movimentos de “toca e foge” no cais (passageiros) e amarração em quadra de flutuação (pontões de carga) fazendo-se a trasfega com guas. Para apoio ao desembarque, o pequeno cais é dotado de estrutura porticada com cordas penduradas...



Frames 1 a 4 – Episódio de ondas de tempestade de NW galgando o “baixo terraplino”



Fotos 10 a 12– Operações de elevação de contentores e carga para o terraplino, durante episódio de ondas de tempestade de NW

O Terraplino-cais de Jamestown apresenta cota elevada em relação ao plano de água, sendo ainda assim galgado por ocasião dos “rollers”. É constituído por dois terraplinos ligados por estrada e denominados consoante a sua cota por “alto” e “baixo”. O primeiro dá seguimento á secção de entrada e concordância com a estrada marginal da baía; o segundo é onde se concentram as operações de trasfega com grua, situando-se no seu topo Norte as escadas de desembarque de passageiros. Para protecção destes, mal chegam são transportados em camioneta até à secção de entrada, assim se minimizando os riscos com a restante operação o portuária. Praticamente todo o terraplino e estrada de ligação apresenta fiada de edifícios antigos no encontro com o promontório, alguns classificados.

## 1.2 Condições naturais

Na aproximação à Baía de James verificam-se fundos relativamente profundos, da ordem de 30 m. No entanto, mais para terra, estes sobem, declivosos, verificando-se cotas de (-10m)ZH e (-5m)ZH à entrada e meio da baía. Ao longo do terraplino-cais de Jamestown, a profundidade média é de 2 a 3m. A zona central da Baía é revestida por coberto arenoso, enquanto nas vertentes laterais afloram lajedos rochosos, parcialmente cobertos por blocos de rocha. Os destroços de dois grandes navios assentam sobre os fundos arenosos da baía, a SW.

A Ilha de St. Helena tem origem vulcânica muito antiga, situando-se cerca de 800km para leste da crista oceânica que separa as placas Sul-americana e Africana. A orla costeira é marginada por promontórios com mais de 200 m de altura e recortada por profundos e estreitos vales. O terraplino-cais de Jamestown desenvolve-se na base de um destes promontórios, recentemente coberto com rede metálica anco-rada, para protecção contra a queda de blocos das vertentes em erosão.



Embora ocorram pequenos depósitos piroclásticos, as rochas vulcânicas ígneas resultam essencialmente de escoadas lávicas, sendo dominante o Basalto. O lajedo rochoso submarino sobre o qual foi construído o terraplino-cais dispõe-se em plataformas com espessura típica entre 1 e 3m. A erosão geológica da ilha dá origem a vastos depósitos submarinos de pedra de grande dimensão mais ou menos cimentados sobre os lajedos. Em terra, ocorrem diversas formações basálticas duras, adequadas para o sector da construção.

No Atlântico Sul, o Verão e Inverno ocorrem desfasados de 6 meses em relação ao Atlântico Norte. A ilha beneficia de um clima suave e estável, com valores médios mensais de temperatura e precipitação na costa de 20 a 30° e 5 a 30mm. No interior, as temperaturas são inferiores cerca de 6° e a precipitação 4 vezes superior. Os ventos alísios dominam, soprando localmente de SE com velocidades médias mensais da ordem de 15 a 30 km/h e rajadas até 90 km/h. No entanto, a localização e barreira de promontórios da Baía de James conferem um bom abrigo a este e outros sectores de ventos.

As marés são semi-diurnas regulares, apresentando nível médio a (+0,5m)ZH e amplitudes médias de águas vivas e mortas de 0,8 e 0,4 m. Os valores extremos variam entre (+1,1m)ZH e (-0,1m)ZH. As correntes oceânicas são em geral fracas, embora localmente mais intensas junto de pontas rochosas salientes. Este efeito é mais sentido e extensível às pequenas profundidades, para as correntes induzidas pelas ondas oceânicas de grande período.

Não havendo registos locais de agitação em St. Helena, recorreu-se aos resultados obtidos a intervalos de 6h pelo modelo de "hindcast" meteorológico Inglês, ao longo de 15,5 anos para posição a NW da Ilha, nos formatos integrado e espectral. Este último foi essencial, permitindo distinguir, em cada instante, diversos estados de mar e, muito em particular, as componentes de ondas oriundas do quadrante NW, menos frequentes mas críticas, origem dos famosos "rollers". A Baía de James oferece um excelente abrigo face às condições de vaga e de ondulação mais frequentes (acima de 80%, conforme Figura seguinte) e intensas ao largo, geradas a Sul da Ilha, o mesmo já não se passando para ondulação pouco frequente (ver gráfico ampliado) e de baixa altura ao largo, proveniente de NW.

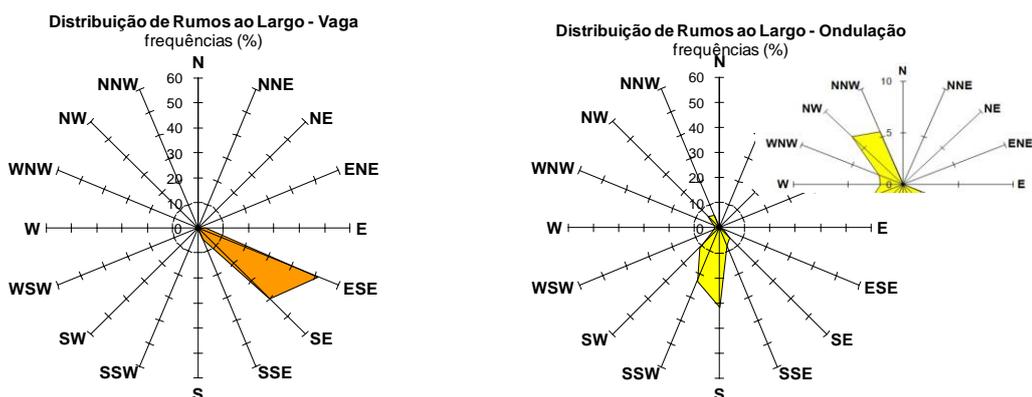


Fig. 4 – Distribuição de frequências de rumos de vaga (esq.) e ondulação (dir.)

A agitação do hemisfério Sul apresenta altura significativa ( $H_s$ ) média da ordem de 2 m, embora podendo atingir os 6 m, essencialmente devido a vaga gerada pelos ventos alísios e por vezes a ondulação das tempestades a Sul do Cabo da Boa Esperança. A agitação ao largo de NW é em geral ondulação de grande período, com  $H_s$  médio de cerca de 1 m, gerada pelas grandes tempestades do Atlântico Norte, e que, passando quase despercebida à entrada da Baía, empola depois subitamente, rebentando com grande intensidade sobre o interior, sendo localmente denominada por “rollers” (literalmente rolos) que podem atingir, em condições mais intensas,  $H_s$  da ordem de 3m na imediata vizinhança do terraplano-cais, estimando-se  $H_s$  superior a 4m para elevados períodos de retorno.



## 2. ESTUDOS DE BASE

### 2.1 Informação de base

Para completo conhecimento da morfologia dos fundos (essencial para o dimensionamento e medição das obras, mas também para a reprodução dos fundos em modelo matemático e físico), procedeu-se ao levantamento hidrográfico dos fundos da Baía de James até cotas da ordem de 30 m, com sonda acústica e sonar lateral, assim como ao levantamento topográfico do terraplano-cais e faixa marginal terrestre contígua com estação de medição terrestre, também equipada com GPS. Esta informação foi depois complementada e integrada numa base coordenada digital geral, recorrendo a todos os levantamentos obtidos em formato papel na ilha e depois georreferenciados, preenchendo-se as lacunas devidas à ondulação e à ocupação e actividade portuária e de construção (obras de revestimento do promontório em curso). Todas as cotas se referem ao ZH local situado 0,5 m abaixo do nível médio do mar.

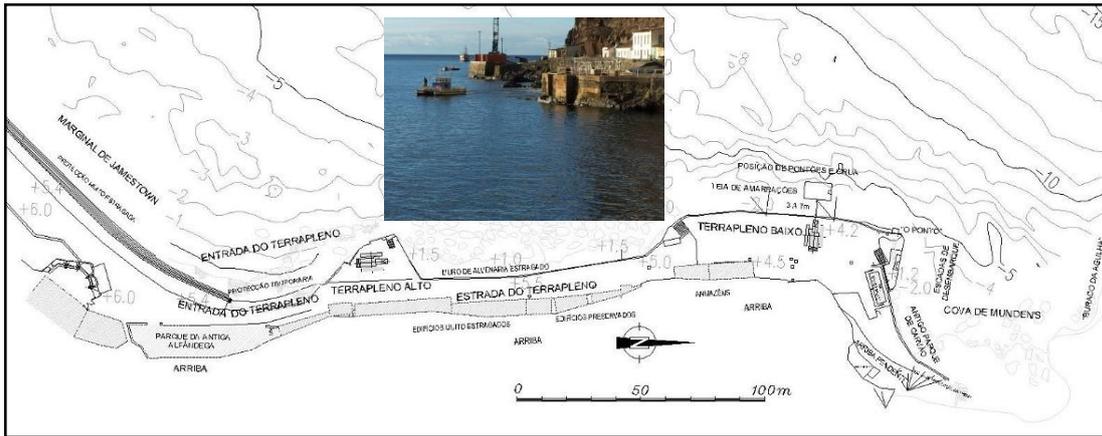


Fig. 5 – Planta da situação de referência e Catamarã usado para o levantamento hidrográfico

Foram realizadas entrevistas com os donos das pedreiras existentes ou em vias de licenciamento, incluindo visitas aos locais de empréstimo para observação dos equipamentos, análise expedita da qualidade da rocha e recolha de amostras de rocha e de agregados britados, mais tarde submetidos a ensaios preliminares, apenas possíveis fora da ilha. Os resultados dos testes foram depois comparados com valores de referência referidos no “Rock Manual”, revelando pedras com boas características quer para uso em betão, quer para maciços e mantos de enrocamentos selecionados, obtendo-se densidades de 2,6 a 2,9, resistência média claramente acima de 8,0 MPa e absorção de água de 0,5 a 2%. A máxima gama de pesos para enrocamentos passível de explorar em quantidade pelos meios locais é da ordem de 10 a 35 kN, o que introduz importantes condicionamentos ao dimensionamento de mantos de protecção.

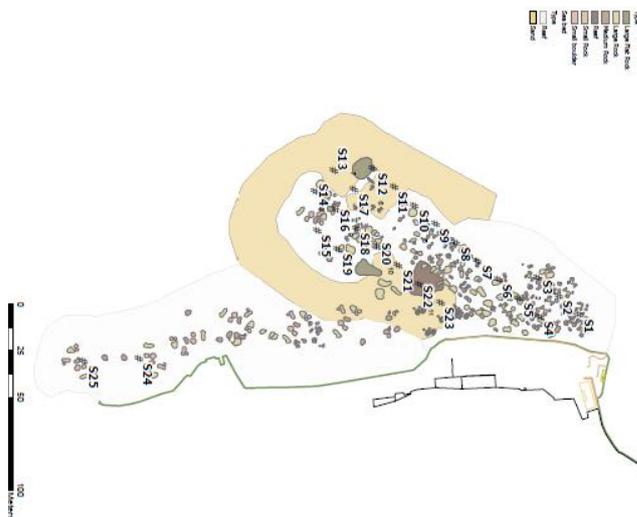


Fig. 6 – Planta com resultados da inspecção subaquática

Para conhecimento da natureza dos fundos das áreas de intervenção (Fases 1 e 2), para além da realização de levantamento com sonar lateral, especificou-se inspecção subaquática dos fundos, envolvendo medições e filmagem a realizar por equipa de mergulhadores, em percurso cobrindo malha previamente delineada. Os resultados obtidos vieram confirmar a presença de afloramentos rochosos em estratos de laje, sobre os quais funda a totalidade do terrapleno-cais. Os fundos adjacentes estão cobertos por blocos de pedra de média a grande dimensão, cimentados, oriundos da erosão do promontório contíguo. A presença de areias nesta área é quase inexistente, embora ganhe alguma expressão para o centro da Baía. Foram ainda identificados com sonar os destroços de dois navios de grande porte afundados na sua parte SW e que impõem fortes condicionamentos à implantação do molhe de abrigo previsto.

Para conhecimento da natureza dos fundos das áreas de intervenção (Fases 1 e 2), para além da realização de levantamento com sonar lateral, especificou-se inspecção subaquática dos fundos, envolvendo medições e filmagem a realizar por equipa de mergulhadores, em percurso cobrindo malha previamente delineada. Os resultados obtidos vieram confirmar a presença de afloramentos rochosos em estratos de laje, sobre os quais funda a totalidade do terrapleno-cais. Os fundos adjacentes estão cobertos por blocos de pedra de média a grande dimensão, cimentados, oriundos da erosão do promontório contíguo. A presença de areias nesta área é quase inexistente, embora ganhe alguma expressão para o centro da Baía. Foram ainda identificados com sonar os destroços de dois navios de grande porte afundados na sua parte SW e que impõem fortes condicionamentos à implantação do molhe de abrigo previsto.

A rede de estradas local é exígua, muitas vezes apenas permitindo a passagem de um veículo à vez, tendo ainda uma capacidade máxima de 14 ton por veículo, o que constitui importante condicionante ao transporte de materiais e elementos de construção previstos. Em termos construtivos, para aceder ao terrapleno-cais, para além do vaivém e pontões de serviço ao RMS e outros navios, apenas existem duas possibilidades: via terrestre, atravessando a “capital”, Jamestown; via terrestre/marítima, descendo o Vale de Ruperts e navegando (pontão). Se no primeiro caso existem fortes constrangimentos físicos (portão de passagem único para a marginal) e ambientais, o segundo caso foi recentemente reservado para a logística da construção do futuro Aeroporto de St. Helena, dependendo por isso da vontade de negociação das entidades aí envolvidas, caso essa obra siga em frente.

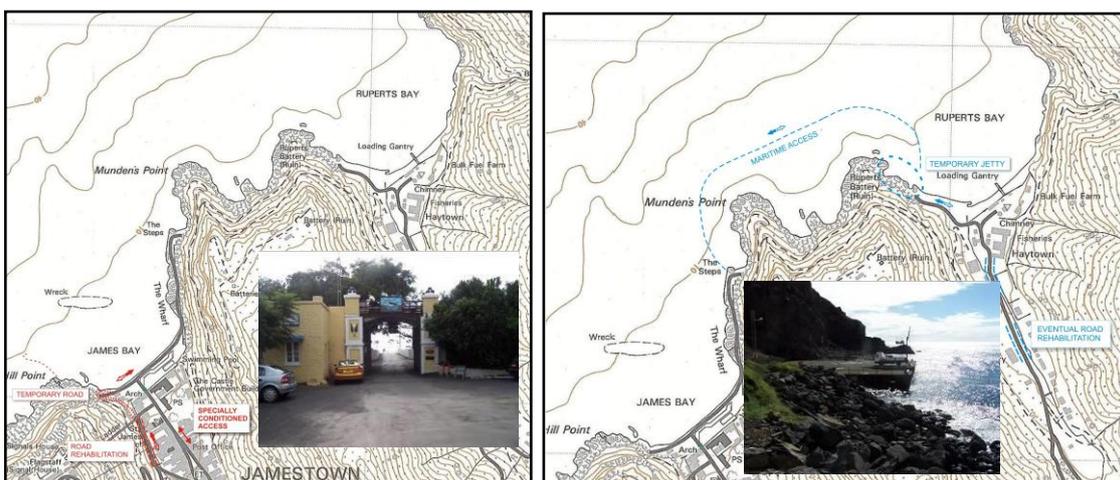


Fig. 7 – Planta dos acessos terrestres (esq.) e marítimos (dir.)

Para colmatar esta lacuna de alternativas e para efeitos da Fase 2 das obras, o Dono de Obra irá construir estrada de acesso a pequena baía resguardada a SW de James, na qual o empreiteiro vencedor deverá construir cais provisório para transporte marítimo até à obra (à semelhança do que teria de fazer, caso optasse por Ruperts).

A agitação marítima adquirida nos formatos integrado e espectral, incluía a direcção média associada a cada banda de frequências do espectro aspecto, repete-se, que é aqui essencial, uma vez só assim ser possível de discriminar a ocorrência simultânea de vaga de Sul com ondulação de NW, a primeira regra geral mais energética ao largo, a segunda claramente mais intensa no local. A totalidade dos estados de mar foi depois propagada por refração espectral até vários pontos à entrada da Baía de James e submetida a tratamento estatístico de valores médios e extremos. Verifica-se que mais de 75% das ondas têm ali altura significativa ( $H_s$ ) inferior a 0,5m e menos de 4% são superiores a 1m. Os períodos médios são elevados, mais de 75% entre 10 e 15s. O sextante de rumos locais mais frequente é o WNW, com quase 60% das ocorrências, seguindo-se o NW com pouco mais de 25%.

Na Fig. 8 é apresentada a comparação realizada entre os dados de agitação agora propagados numericamente para o local e medições visuais efectuadas no terrapleno-cais (tendo por isso uma escala de alturas distinta e por patamares), na exacta data de ocorrência de um conhecido episódio de “rollers”, no Inverno Sul de 1995/96. É bem patente a excelente concordância no andamento de ambos os registos. Atente-se ainda nos gráficos situados à direita da figura, ilustrando a existência simultânea de estados de vaga e de ondulação com direcções opostas.

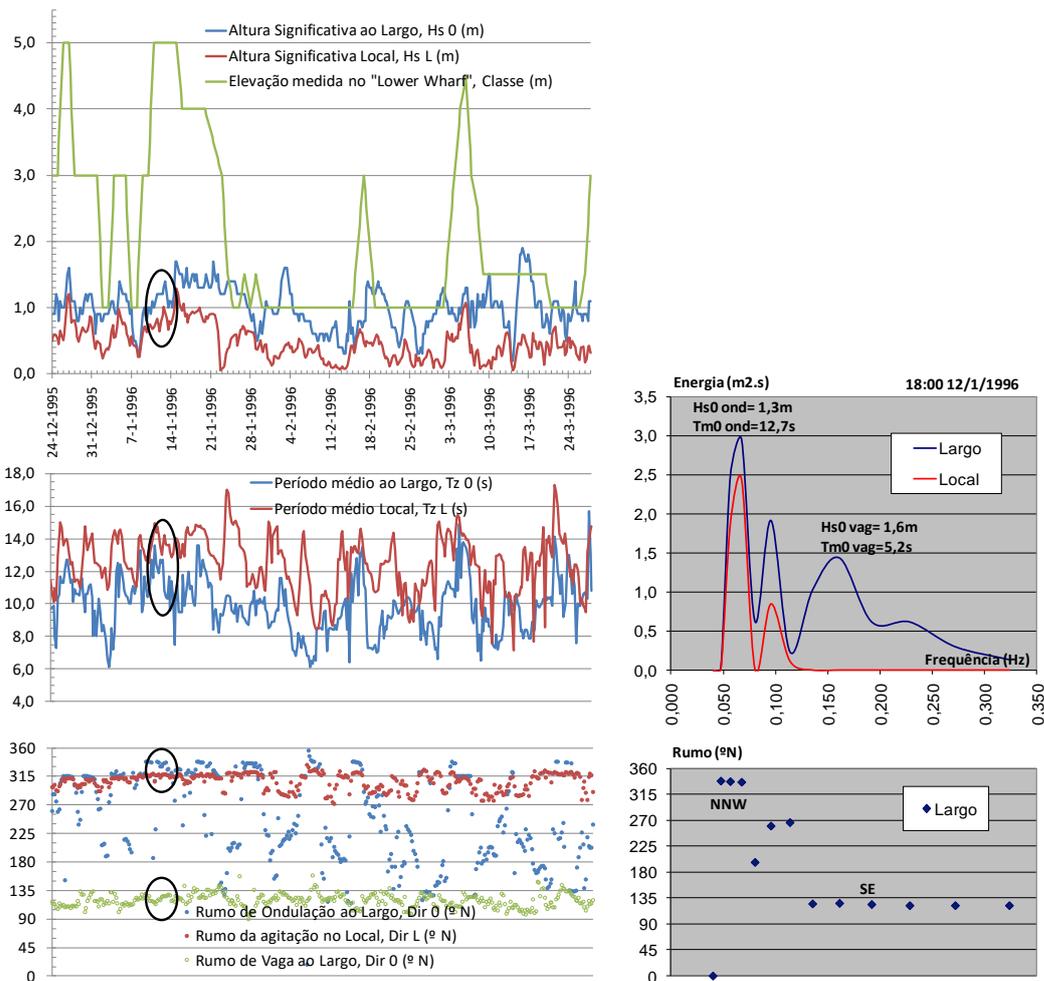


Fig. 8 – Comparação de registos de episódio de “rollers”, Extractos de análise em frequência (esq.) e espectral (dir.)

## 2.2 Concepção inicial e soluções alternativas

Para apoio à concepção das obras previstas, realizou-se pesquisa histórica, envolvendo a revisão e crítica de todos os estudos e projectos relacionados, desde os anos 70 até ao presente, assim como a consulta de diversos elementos técnicos dos arquivos do departamento de obras do Governo de St. Helena e a entrevista de engenheiros ligados às obras realizadas e em curso (protecção contra a queda de blocos do promontório sobranceiro ao terraplano-cais).

No âmbito da Fase 1 dos trabalhos, pretendia-se inicialmente ampliar o terraplano portuário, essencialmente para as operações de armazenamento e manuseamento de contentores e carga geral, e do tráfego associado, a criação de nova plataforma para grua e espaço dedicado à manutenção de embarcações, assim como a melhoria geral das redes técnicas, a construção de abrigo para embarcação salva-vidas, rampa varadouro, reparação de muros submersos danificados e reforço da protecção da marginal.

A concepção inicial é a apresentada na Figura seguinte e envolvia esquema de organização dos contentores, de acordo com o equipamento então existente e que limitava a altura das pilhas de contentores a duas unidades (semi-trailer). A protecção marítima envolvia manto de protecção em Tetrápodos, de maneira a minimizar o galgamento e a cota de coroamento do muro-cortina do novo terraplano, assim como a reflexão para a área de amarração na quadra de bóias existente. Estes elementos, por envolverem duas camadas, apresentam uma resistência residual que lhes confere alguma vantagem face a blocos em 1 camada,

especialmente tendo em conta a enorme dificuldade em garantir obras de manutenção aqui em tempo útil. Este facto, motivou ainda a opção por onda de projecto com período de retorno excepcional (500 anos). Depressa se entendeu não ser viável a construção de rampa varadouro nesta Fase, em condições de total exposição às ondas e correntes, pelo que foi transferida para as obras da Fase 2. Para abrigo e lançamento à água da embarcação de socorro, preconizava-se solução porticada dotada de vigas e carris, semelhante à utilizada no Posto de Socorros a Náufragos da Madeira e a relocalizar durante as obras da Fase 2. As duas Fases estavam ainda interligadas, no facto de se poder reaproveitar o prisma de protecção Norte para a futura construção do molhe da Fase 2, bastando para tal considerar no referido troço um muro-cais escondido. Esta zona funcionaria assim também como um depósito temporário de materiais, com óbvias vantagens ao nível dos investimentos mobilizados.

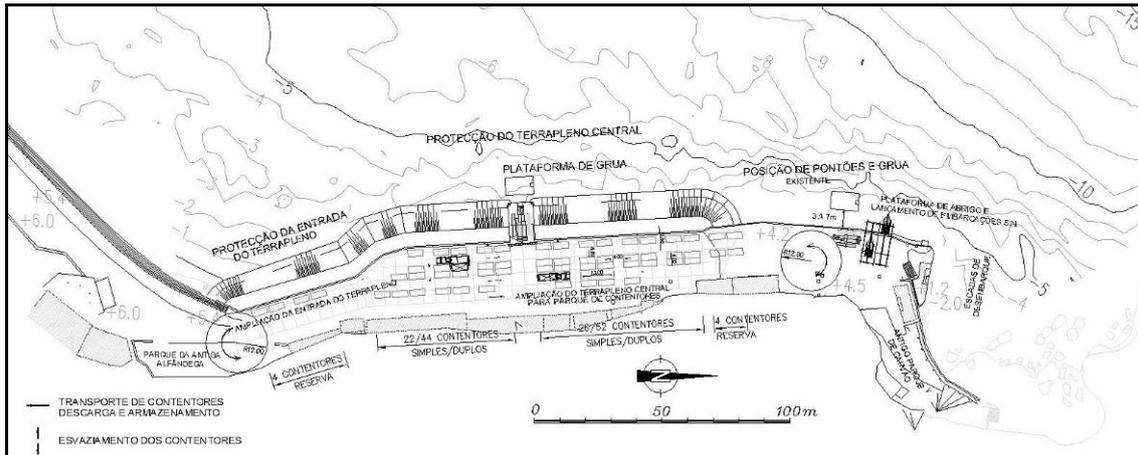


Fig. 9 – Planta de arranjo geral da Fase 1

No que respeita à Fase 2, pretendia-se melhorar as condições de segurança no desembarque de passageiros, envolvendo a construção de um molhe de abrigo e a eventual realocização das escadas de acesso existentes. Consideraram-se duas soluções alternativas para o molhe de abrigo, a avaliar em termos de grau de abrigo, acessibilidade e custo, distinguindo-se pelo seu comprimento e abertura de ângulo com o terraplénio-cais, conforme as figuras seguintes.

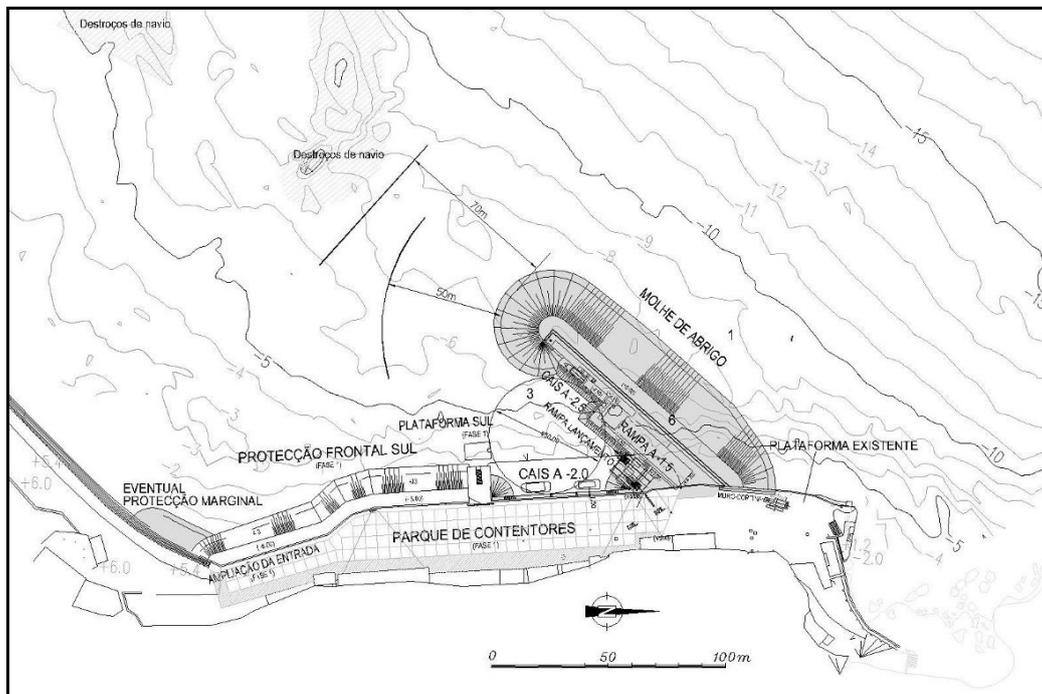


Fig. 10 – Planta de arranjo geral da Fase 2 (solução A)

Para ocupação do menor espaço possível, o molhe seria dotado de cais vertical interior e protegido exteriormente por enrocamentos e por tetrápodos, pelas mesmas razões indicadas para a Fase 1, mas reaproveitando parte da protecção de enrocamentos e tetrapódos existente da Fase anterior. A remoção destes elementos libertaria um novo cais que delimitaria com a plataforma intermédia da grua e o molhe uma bacia de manobra com as dimensões mínimas necessárias (e possíveis). Tirando partido do abrigo e contenção do molhe, seria criada rampa varadouro no enraizamento do cais do molhe. O abrigo da embarcação de socorro seria realocado lateralmente ao topo da rampa, assim libertando espaço para operação de grua no terrapleno baixo.

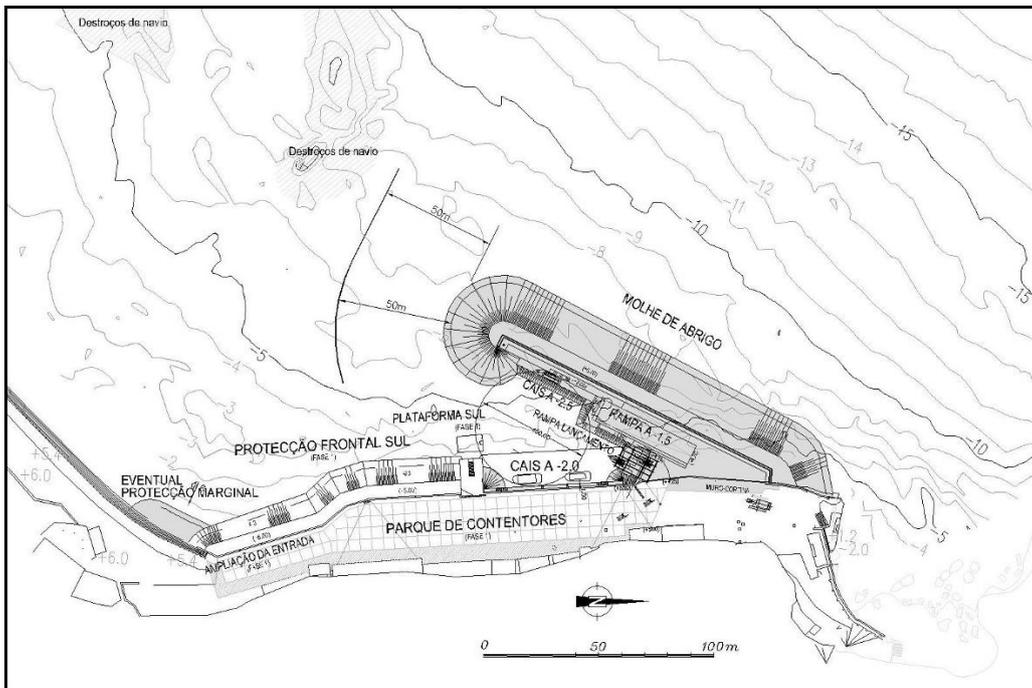


Fig. 11 – Planta de arranjo geral da Fase 2 (solução B)

Para dimensionamento preliminar das obras de abrigo e verificação dos layouts concebidos, foi simulada a propagação de ondas em modelo numérico complexo do tipo Boussinesq, capaz de reproduzir a maior parte dos respectivos fenómenos hidráulicos. Considerou-se a situação de referência, as obras propostas para a Fase 1 e duas soluções alternativas para as da Fase 2, submetidos a 12 estados de mar, com variação de todos os parâmetros de onda (3 rumos, períodos de 8 a 20s e alturas de 1 e 3m) e maré (0 e +1m.ZH, para análise de sensibilidade. Foram particularmente discriminadas as condições de reflexão simuladas, caso a caso.

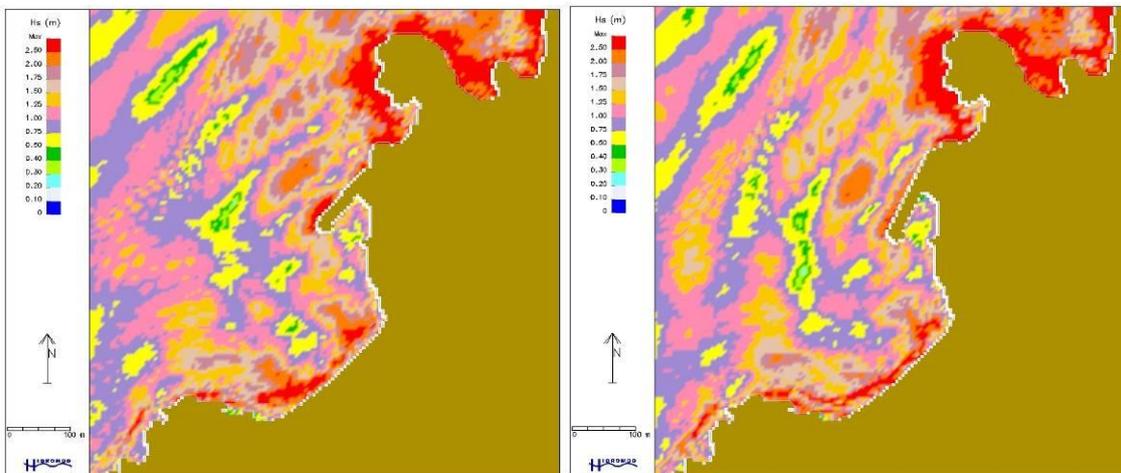


Fig. 12 e 13 – Simulação de índices de agitação para ondas de N30W 1m 16s, para a solução A (esq.) e B (dir.)



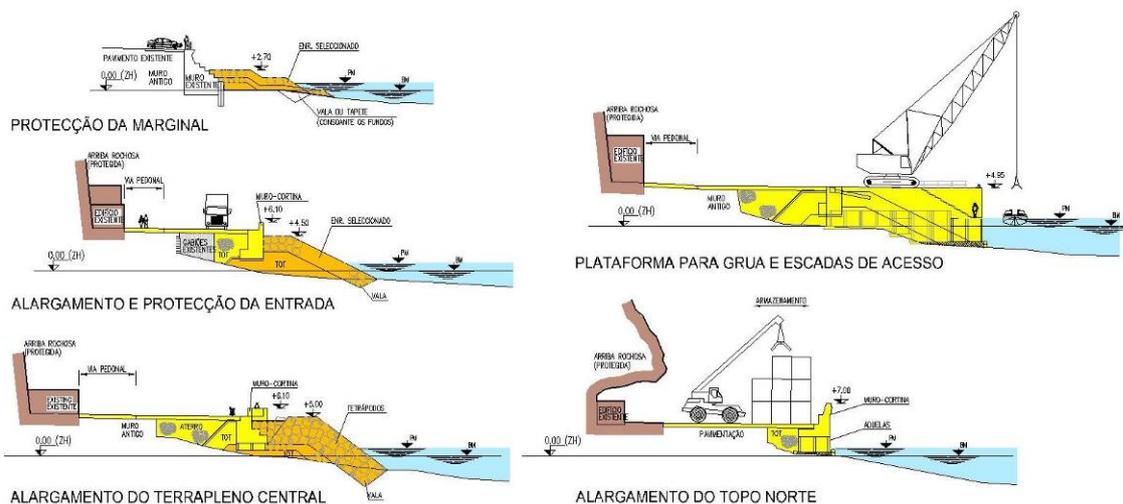


Fig. 15 – Perfis Tipo da Fase 1 (revisão)

As obras anteriores foram ainda objecto de um Estudo de Impacte Ambiental e de uma apreciação final positiva, embora condicional a algumas exigências adicionais, por parte da entidade licenciadora.

Entretanto, devido a uma redistribuição dos fundos de investimento, foi decidido diminuir o âmbito dos trabalhos da Fase 1, eliminando o alargamento intermédio do terrapleno e correspondente plataforma grua (a transferir para a Fase 2) e considerando como definitivo a protecção da marginal e o alargamento do terrapleno no topo Norte, conforme se representa na Figura seguinte.

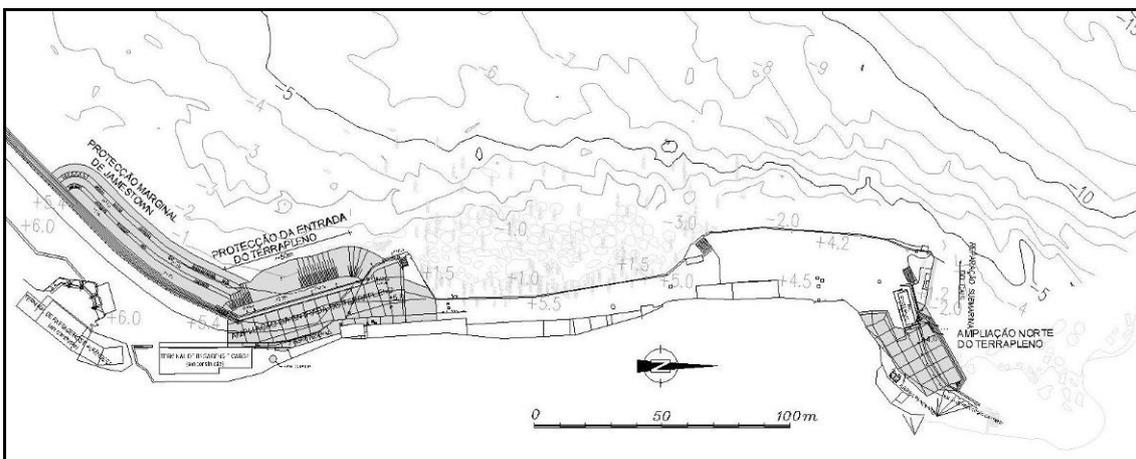


Fig. 16 – Planta de arranjo geral da Fase 1 (alteração)

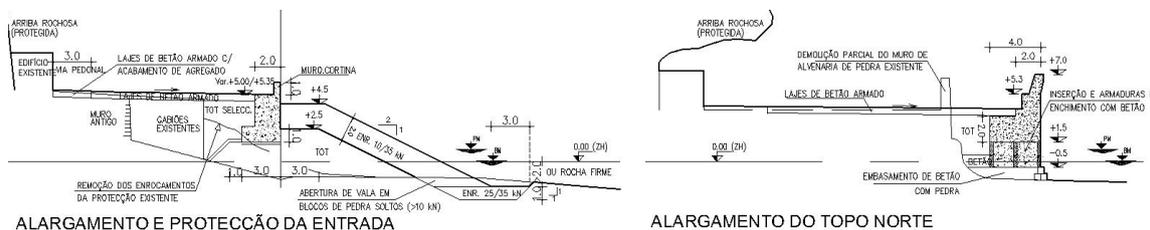


Fig. 17 – Perfis Tipo da Fase 1 (alteração)

### 3.2 Fase 2

As diversas alterações sofridas pelo layout da Phase 1 repercutiram-se de forma idêntica no correspondente à Phase 2. A revisão final inclui ainda novos elementos de obra, na ligação entre o terrapleno alto e baixo. A Figura seguinte mostra o layout actualmente proposto para a

Fase 2 e em apreciação para licenciamento juntamente com o respectivo estudo de Impacte ambiental, envolvendo:

- Molhe de abrigo com cerca de 100 m, acostável do lado interior, com infra-estrutura em aduelas e superestrutura de betão "in situ", protegido por prisma de enrocamentos exterior e manto de tetrápodos;
- Plataforma de grua Norte, no enraizamento do molhe, acostável apenas em condições de mar calmo em frente de 20 m, com infra-estrutura em aduelas e superestrutura de betão "in situ", dotada de caleira especial para drenagem de águas pluviais e de galgamento;
- Rampa varadouro com 10m de largura, inclinada a 1/8 e com pé a (-1,5m)ZH, dotada de muro ala servindo de cais;
- Cais inferior e Plataforma de grua intermédia superior, com infra-estrutura em aduelas descontínuas, formando câmara de dissipação, incluindo novas escadas de acesso para desembarque de passageiros e balcão de honra;
- Alargamento Norte do espaço intermédio entre os terraplenos alto e baixo, dotado de muro de contenção com infra-estrutura em aduelas;
- Ponte-cais contínua em aduelas, duplamente acostável, com cerca de 22m de comprimento, servindo também de obra complementar de abrigo, enraizando em plataforma de grua Sul;
- Construção de muro de contenção na zona Sul do espaço intermédio entre os terraplenos alto e baixo, com superestrutura em betão "in situ";
- Aterro geral compactado, pavimentação geral do terraplano com lajes de betão, incluindo via pedonal, e instalação de redes técnicas e assinalamento marítimo, envolvendo farolim e bóia de sinalização de destroço de navio.

Os fundos de serviço de todos os cais são a (-2,5m)ZH e as cotas de coroamento a (+2,2m)ZH. As plataformas das gruas têm cota variável consoante o nível do terraplano contíguo existente, variando sensivelmente entre (+4,0m)ZH e (+5,0m)ZH.

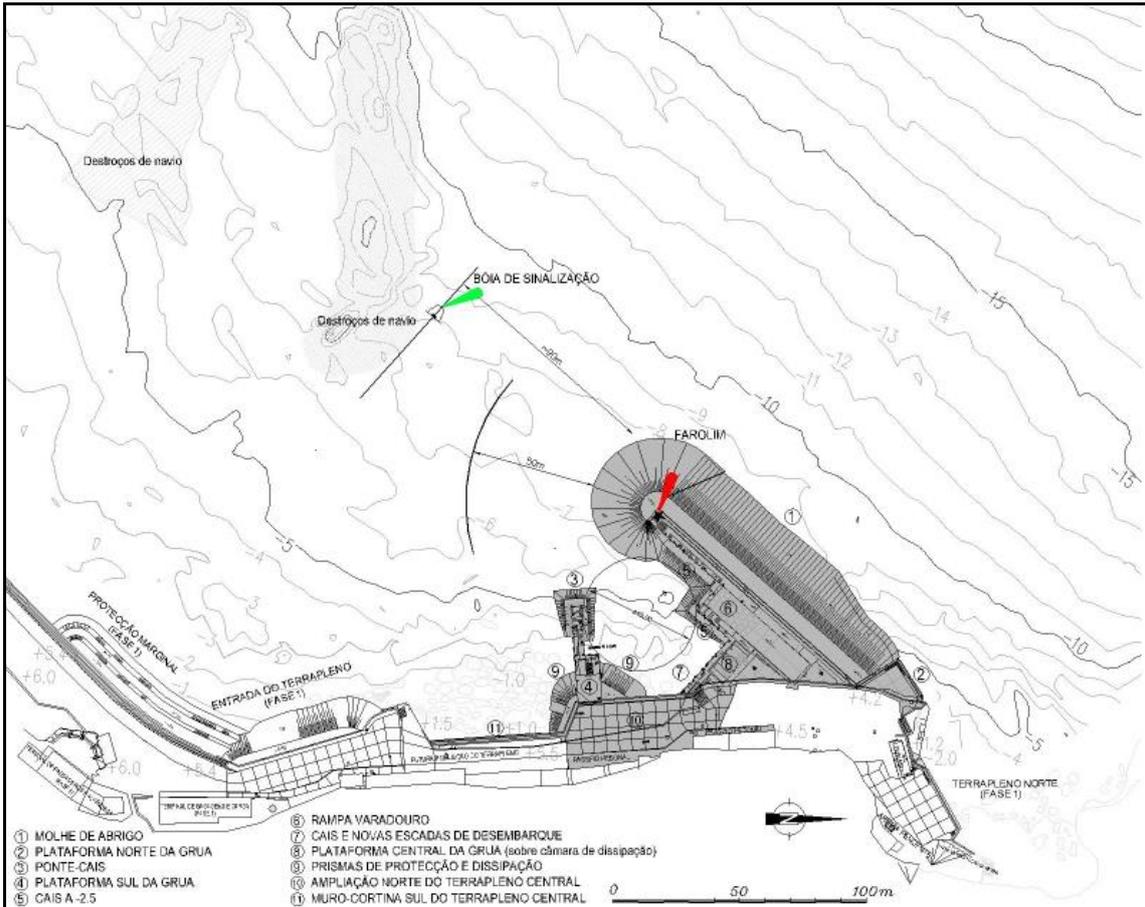


Fig. 18 – Planta de arranjo geral da Fase 2 (revisão/alteração)

Apresentam-se seguidamente alguns pormenores das obras envolvidas, nas quais se propõem aduelas de baixo peso, com paredes finas, implicando em contrapartida a inserção de malha de armaduras tipo pilar no interior das suas células.

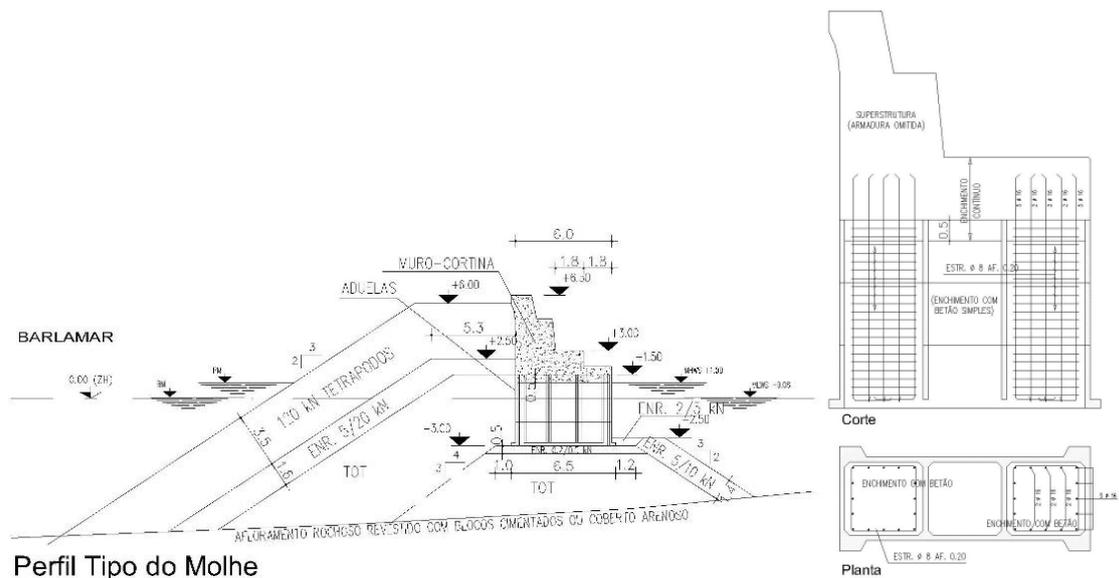
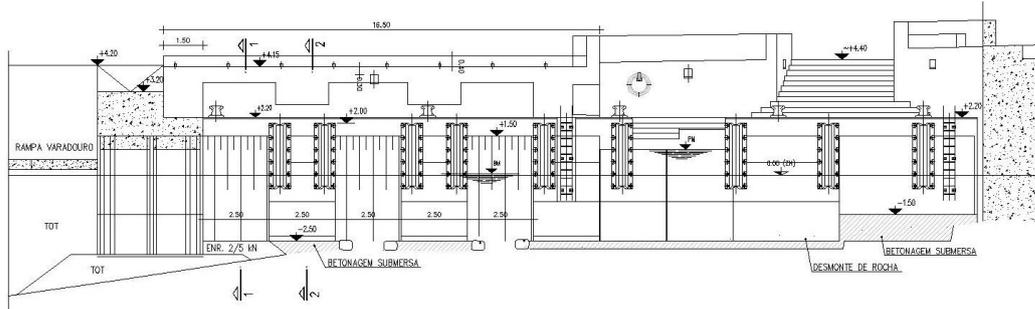
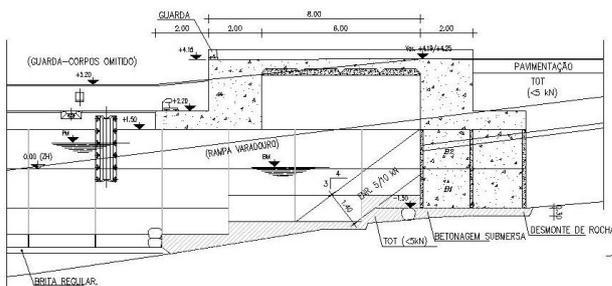


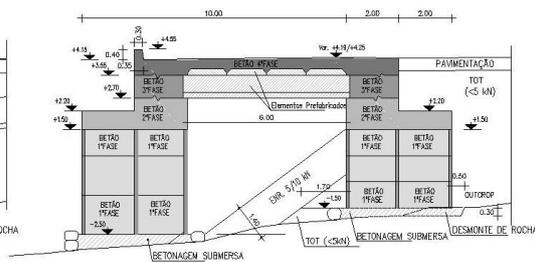
Fig. 19 – Perfis Tipo do Molhe de Abrigo (revisão/alteração)



Corte Alçado - Rampa, Cais, Plataforma-Cais e Escadaria de Acesso



Corte 1 - Plataforma-Cais e Câmara de Dissipação



Corte 2 - Plataforma-Cais e Câmara de Dissipação

Fig. 20 – Cortes e Alçados de algumas obras interiores (revisão/alteração)

### 3.3 Ensaios em modelo físico reduzido

A Baía de James, sua marginal e terrapleno-cais foram reproduzidos em modelo físico reduzido 3D no LNEC à escala 1:45 e submetidos a ondas irregulares com espectro de Jonswap, para sequências variáveis de rumo (W20N e NW), altura significativa (1 a 4,5m), período de pico (10 a 20s) e maré (0 e +1m.ZH), envolvendo a situação de referência e as duas fases de Obras previstas.



Foto 13 e 14 – Simulação em modelo físico (Fase 1)



Foto 15 e 16 – Simulação em modelo físico (Fase 2)

Os ensaios envolveram medição de agitação e sobrelevação, galgamentos (qualitativa e quantitativamente) e verificação de estabilidade de todas as componentes de obras, validando em geral os layout e obras dimensionados.



Fotos 17 e 18 – Estragos em manto de enrocamentos (sup.) e estabilidade de Tetrápodos (inf.),

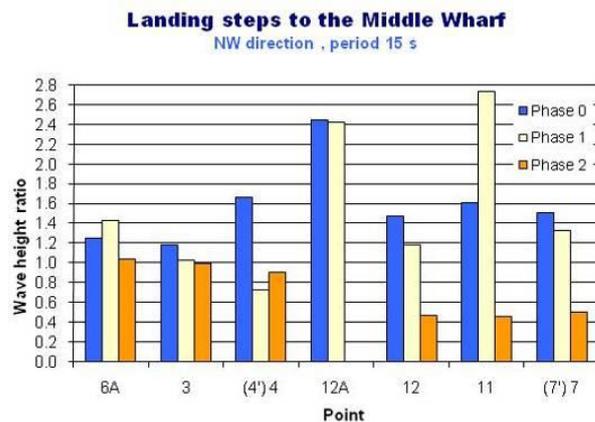


Fig. 21 – Extracto de resultados dos ensaios no LNEC para ondas de NW 3m 15s (dir.)

Em particular, os resultados obtidos validaram o uso de enrocamentos selecionados da máxima gama explorável pelos meios locais (10 a 35kN), na protecção da marginal e do alargamento da entrada do terraplano, desde que fundados em vala. Conforme se suspeitava, o espaço entre os terraplenos alto e baixo não poderá ser protegido com enrocamentos na Fase 1, apenas os podendo ter, e em gama superior, no seu trecho Sul e ao abrigo do futuro molhe (Fase 2). Este facto veio depois a levar à transferência do alargamento do espaço intermédio para a Fase 2, uma vez que as entidades licenciadoras não aceitaram a utilização aí de tetrápodos, ainda que numa base temporária. Os Tetrápodos de 120 kN são estáveis no corpo do molhe, mas devido a concentração de energia na cabeça, terão aí de ser usados elementos de 160kN. Todas as obras melhoram substancialmente o comportamento ao galgamento. Mantém-se as conclusões genéricas dos ensaios em modelo numérico, confirmando-se ainda o aceitável grau de abrigo do molhe proposto (superior à solução antes proposta por outros consultores), tendo em conta a sua pequena dimensão face à das ondas incidentes.

#### 4. CONSTRUÇÃO DAS OBRAS DA FASE 1

##### 4.1 Alargamento do Terraplano a Norte

Os elementos préfabricados reduziram-se nesta obra às aduelas, tendo o empreiteiro optado pelo seu fabrico fora da ilha e transporte marítimo em navio fretado, em conjunto com os outros

materiais e aprovisionamentos. O transfer para o terraplano foi feito, como de costume, com pontão motorizado.

Na inspeção local dos fundos do Topo Norte, só possível praticamente com mar chão, constatou-se a presença de duas goladas que obrigaram a um redimensionamento das condições de fundação do muro-cortina, conforme referido atrás.

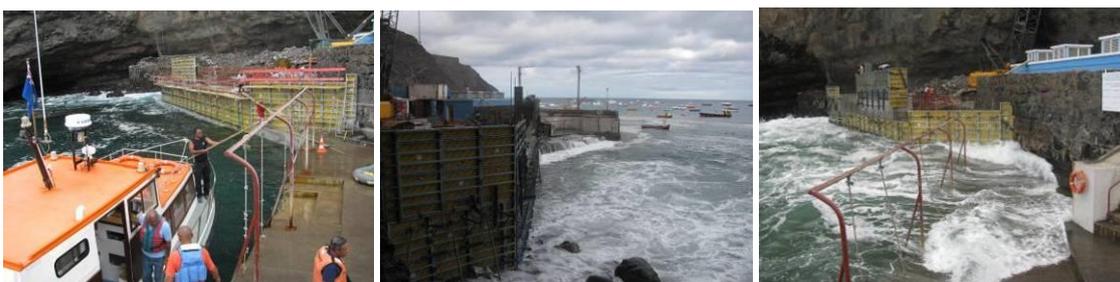
Nas fotos seguintes é ilustrada a sequência e processo construtivo desta componente da obra e que envolveu a demolição parcial do muro de alvenaria de pedra existente e a construção de rampa de acesso para escavadora. Logo após período de acalmia, durante o qual foi finalmente possível iniciar a construção da fundação do muro e progredir até à betonagem dos módulos inferiores da superestrutura, a obra foi atingida por “rollers” de moderada intensidade, revelando bom comportamento. Os trabalhos foram acompanhados por mergulhadores, dando-se especial atenção ao posicionamento de todos os elementos e ao controlo/correção da lavagem de finos (cimento).



Fotos 19 a 21 – Progressão de trabalhos no Topo Norte



Fotos 22 a 24 – Progressão de trabalhos no Topo Norte (cont.)



Fotos 25 a 27 – Progressão de trabalhos no Topo Norte (cont.)



Fotos 28 a 30 – Progressão de trabalhos no Topo Norte (cont.)

A situação inicial e final desta parte da obra é bem representada nas fotos seguintes.



Fotos 31 e 32 – Antes (esq.) e depois (dir.) dos trabalhos no Topo Norte



Fotos 33 e 34 – Antes (esq.) e depois (dir.) dos trabalhos no Topo Norte

#### **4.2 Alargamento da entrada e protecção da marginal**

Por limitações do equipamento do empreiteiro, foi necessário redimensionar a fundação do manto de protecção do alargamento da entrada, uma vez não ser este capaz, em tempo útil, de atingir as cotas indicadas no projecto e que obrigavam à abertura de vala no firme rochoso. De salientar que estes trabalhos não foram convenientemente observados por mergulhadores.

A meio dos trabalhos verificou-se a avaria da britadeira usada para a produção dos inertes finos do betão (agregado esmagado, tipo pó, em substituição da areia, inexistente sem ser salina). Para não interrupção dos trabalhos, redimensionou-se a composição do betão de forma a permitir a utilização temporária de areia do mar (lavada e a 50% com pó de pedra proveniente de outra britadeira), contendo um teor em sulfatos abaixo dos limites permitidos na legislação, enquanto não se reparasse o equipamento.

Nas fotos seguintes ilustra-se a sequência e processo construtivo dos trabalhos relativos ao alargamento da entrada e à protecção da estrada marginal, incluindo registo da ocorrência dos “rollers” referidos atrás.



Fotos 35 a 37 – Progressão de trabalhos no alargamento da Entrada



Fotos 38 a 40 – Progressão de trabalhos no alargamento da Entrada (cont.)



Fotos 41 a 43 – Progressão de trabalhos na protecção da marginal



Fotos 44 a 46 – Ataque da obra por “rollers”

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Ilha de St. Helena situa-se a meio do Atlântico Sul, sendo considerado um dos locais habitados mais remotos do planeta.

O Governo de St. Helena deu elevada prioridade ao melhoramento das condições de segurança e operacionalidade na sua principal estrutura portuária, envolvendo a protecção contra a queda de blocos da arriba sobre o terraplino, a aquisição de equipamento portuário, a construção de terminal de passageiros e alfândega, o alargamento e protecção marítima do terraplino portuário, a protecção marítima da avenida marginal, a construção de molhe de abrigo, rampa varadouro, muros-cais e plataformas para operação de guias.

Os estudos, projectos e obras até agora realizados envolvem quase todas as especialidades e são únicos, dadas as características especiais das ondas incidentes, o carácter remoto da ilha, a escassez de recursos, os difíceis acessos terrestres e a exiguidade das áreas úteis. A

possível construção de um aeroporto em simultâneo com as obras da Fase 2, veio ainda ditar novos constrangimentos.

Nos estudos técnicos das obras marítimas e portuárias destaca-se a pesquisa histórica efectuada, a revisão de estudos e projectos desde os anos 70 até ao presente, a realização de levantamentos topo-hidrográficos, inspecções subaquáticas, prospecção de pedreiras e ensaios preliminares, estudo de acessibilidades e de manobras logísticas no terraplano-cais, modelação numérica de agitação marítima, incluindo propagação de espectros 3D (únicos possíveis de discriminar a ocorrência simultânea de vaga de Sul com ondulação de NW), ensaios em modelo físico reduzido 3D no LNEC, envolvendo a situação actual e as duas fases de Obras previstas, assim como os ajustes necessários para cumprimento das exigências impostas pelas entidades licenciadoras no âmbito do ordenamento do território e pelos estudos de impacte ambiental.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Bertlin & Partners, 1972, Report on the Feasibility of Constructing a Breakwater or small boat Harbour at Jamestown
- G Maunsell & Partners, 1986, 1988,1990, Sea Defence Works on the Island of St. Helena
- Coode Blizard / WSP, 1996, 1997, 1998, 1999, Jamestown Wharf Improvement Project
- Black & Veatch, 2003, St. Helena Seawall at Rupert's Bay
- Royal Haskoning, 2006, 2007, St. Helena Safe Landing Facility
- Consulmar & NOD, 2008, Jamestown Wharf Improvement Project, Inception Report
- Consulmar & NOD, 2008, Jamestown Wharf Improvement Project, Interim Report
- Consulmar & NOD, 2009, Jamestown Wharf Improvement Project, Main Wharf Works and Breakwater, Hydraulic Model Tests, Progress update
- Consulmar & NOD, 2009, Jamestown Wharf Improvement Project, Main Wharf Works and Breakwater, Hydraulic Model Tests, Report on the Wave Disturbance Tests
- Consulmar & NOD, 2009, Jamestown Wharf Improvement Project, Phase 2 (Breakwater), Hydraulic Model Tests, Report on the Overtopping and Stability Tests
- LNEC, 2009, Jamestown Harbour (Santa Helena Island), Wave Disturbance Tests
- Consulmar & NOD, 2009, Jamestown Wharf Improvement Project, Phase 1 Design Report
- Entec, 2009, St. Helena Wharf Improvement Project, Environmental Statement
- Consulmar & NOD, 2009, Jamestown Wharf Improvement Project, Phase 1, Planning Application, Design Report (Revised)
- Consulmar & NOD, 2009, Jamestown Wharf Improvement Project, Phase 2, Design Drawings
- Royal Haskoning, 2011, St. Helena Wharf Improvement Project, EIA : Phase 2, Environmental Impact Assessment Report
- Consulmar & NOD, 2011, Jamestown Wharf Improvement Project, Phase 2, Design Drawings (Revised)