

CINCO DÉCADAS DA ENGENHARIA PORTUGUESA EM PROJETOS DE ESTALEIROS NAVAIS

José Manuel G. Cerejeira

jose.cerejeira@future.proman.pt

SUMÁRIO

Na construção de um estaleiro naval as infraestruturas e as obras marítimas têm uma enorme preponderância, podendo atingir 65%, ou mais, do custo total do empreendimento, o que justifica a necessidade de sólida experiência na conceção dessas obras para se conseguir a sua melhor adaptação às condições locais, por vezes muito adversas. Num estaleiro naval encontram-se praticamente todos os tipos de infraestruturas e de obras marítimas (docas secas, muros-cais, pontes-cais, duques de alba, obras de proteção e abrigo, dragagens e aterros) e, normalmente, requer complexas obras geotécnicas (tratamento e consolidação de solos, ensecadeiras e rebaixamentos do nível freático).

Em setembro de 1961 é constituída a LISNAVE e são iniciados pelo CPC-Centro de Projetos da CUF os estudos de base para um novo estaleiro, localizado na Margueira, em Almada. O projeto, da autoria de empresa holandesa, foi apresentado ao Governo em abril de 1962 e aprovado em novembro do mesmo ano. Em 1963 é constituída a PROFABRIL, a partir do CPC, que foi encarregue da gestão e fiscalização da construção da primeira fase do estaleiro, que decorreu entre os anos 1965 e 1967 e ficou a cargo de um empreiteiro holandês.

A partir de então, os projetos de novos grandes estaleiros navais em Portugal e no estrangeiro passaram a ser desenvolvidos pela engenharia nacional, principalmente pela PROFABRIL, nos anos 70 do século XX, e pela PROMAN a partir dos anos 80 do mesmo século.

O lançamento de um importante empreendimento, como um estaleiro de construção e/ou de reparação naval, a partir dos estudos do mercado potencial e da viabilidade económica e financeira, constitui um grande desafio para os técnicos e as empresas de engenharia que, em estreita ligação com os técnicos e os decisores da entidade empreendedora, terá como principais objetivos a procura de soluções de localização, de arranjo geral, de projeto e construtivas que satisfaçam os requisitos operacionais, ambientais e de segurança, otimizem o custo e o prazo da construção e a produtividade da operação.

No presente artigo é apresentado um breve historial dos projetos de estaleiros navais desenvolvidos no último meio século pela engenharia nacional, no País e no estrangeiro, com especiais enfoques na área da Engenharia Civil e na descrição dos cuidados prosseguidos para atingir aqueles objetivos, com recurso inclusive a soluções construtivas e operacionais inovadoras.

1. INTRODUÇÃO

Em 1954 a CUF requereu a instalação no porto de Lisboa de um estaleiro de construção e reparação naval, destinado a servir a frota mercante nacional e que seria localizado na região do Samouco. Verificou-se depois que a frota internacional, sobretudo de grandes navios petroleiros, estava em grande expansão e que boa parte dessa frota, após a descarga no Norte da Europa, quando se dirigia ao Médio Oriente para carregar de novo, passava ao largo da costa portuguesa. Lisboa seria, por conseguinte, um local privilegiado para captar o mercado da reparação e manutenção dessa frota mercante internacional. Os navios, já descarregados, teriam que ter os tanques limpos e desgasificados, operação que normalmente demorava 3 a 5 dias. Com essa operação realizada durante a viagem, os navios chegariam ao estaleiro em Lisboa em condições de poderem ser logo docados e reparados, encurtando dessa forma os tempos de viagem.

Em setembro de 1961 é constituída a LISNAVE (Óscar Mota, 2018) e são iniciados, pelo CPC-Centro de Projetos da CUF, os estudos de base para um novo estaleiro, localizado na Margueira e visando esse mercado. O projeto, da autoria de empresa holandesa, foi apresentado ao Governo em abril de 1962 e aprovado em novembro do mesmo ano. Em 1963 é constituída a PROFABRIL, a partir do CPC, que foi encarregue da gestão e fiscalização da construção da primeira fase do estaleiro, que decorreu entre os anos 1965 e 1967 e a cargo de empreiteiro também holandês.

A partir de então, as obras de ampliação dos estaleiros da Margueira, assim como, os projetos de novos grandes estaleiros navais em Portugal e no estrangeiro foram desenvolvidos pela engenharia nacional, principalmente pela PROFABRIL, nos anos 70 do século XX, e pela PROMAN a partir dos anos 80, conforme seguidamente se descreve.

2. ATIVIDADE NOS ANOS 70 DO SÉCULO XX

Estaleiro da LISNAVE na Margueira, em Almada

O local escolhido para a construção do estaleiro que substituiu o do Samouco foi a baía da Margueira, por apresentar condições muito mais favoráveis para receber os navios de grande porte da frota internacional, que se previa atingirem, em porte bruto, 300 000 tdw,

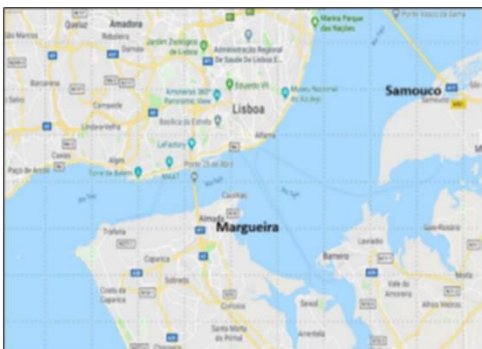


Figura 1 – Planta de localização do Samouco e da Margueira

Os estudos de base, inicialmente a cargo do Centro de Projetos da CUF e prosseguidos, a partir de 1963, pela então criada PROFABRIL – Centro de Projectos, S.A., foram liderados pelos engenheiros Álvaro Barreto e Joaquim Cabral Meneses. A supervisão da obra, a cargo da PROFABRIL, foi liderada pelo engenheiro Fernando Braz de Oliveira.

A empresa de engenharia selecionada para elaborar o projeto das obras da primeira fase do estaleiro foi a holandesa De WEGGER e a realização da obra foi adjudicada à construtora, também holandesa, ROYAL NEDHERLANDS HARBOUR WORKS. O fornecimento dos guindastes foi de empresa holandesa e o projeto das comportas foi de técnicos suecos.

As principais infraestruturas nessa fase eram constituídas por duas docas secas convencionais, as docas 11 e 12, um cais e três pontes cais com respetivos duques de alba.



Figura 2 – Vista das obras da primeira fase durante a construção

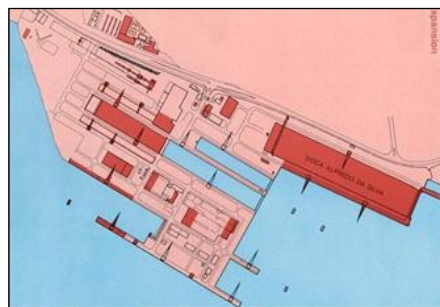


Figura 3 – Layout do estaleiro da Margueira

As condições geotécnicas locais são muito favoráveis pois, ao nível da fundação das paredes e das lajes de fundo das docas, ocorrem areias argilosas do Mioceno, muito densas, cujo coeficiente de permeabilidade médio, de cerca de 10^{-7} m/s, possibilitou adotar soluções estruturais muito económicas, com lajes de fundo drenadas apoiadas diretamente no terreno.

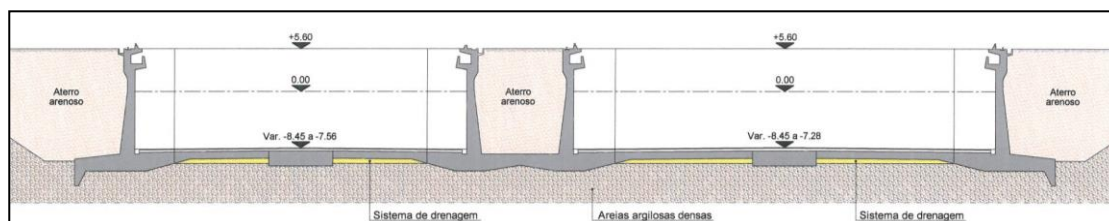


Figura 4 - Cortes-tipo das docas 11 (350 mx54 m) e 12 (266 mx42 m), construídas em 1965-1967

O êxito comercial do empreendimento excedeu as expectativas de tal forma que, apenas decorrido um ano e meio após o início da sua operação, a LISNAVE decidiu alargar a capacidade de docagem a fim de receber petroleiros da nova geração então prevista, com navios até 1.000.000 tdw. Foi, por isso, construída a doca 13 que, à época, era a maior do mundo.

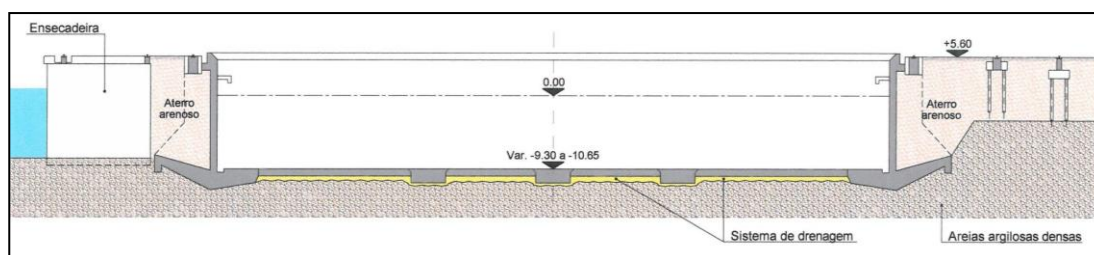


Figura 5 - Corte-tipo da doca 13 (520 mx97 m), construída em 1969-1971

A LISNAVE fez o *layout* da ampliação do estaleiro com a doca 13 e o projeto da comporta e de diverso apetrechamento (central de bombagem, sistema de manobra dos navios, redes de fluidos, berços dos navios, etc.). O projeto das redes de eletricidade e energia foi da ENI, empresa do grupo CUF. Os guindastes e o pórtico foram projetados e fornecidos pela MAGUE.

Tendo a PROFABRIL realizado o projeto base da doca 13, a LISNAVE optou por adjudicar ao empreiteiro português SOMAGUE a elaboração do projeto detalhado, a cargo da empresa ENARCO, e a construção da obra, cabendo à PROFABRIL a supervisão da obra.

Em 1973 a parede leste da doca desmoronou numa extensão de 200 m. A parede não desmoronou em toda a extensão de 520m por ter recebido apoio de um navio docado.

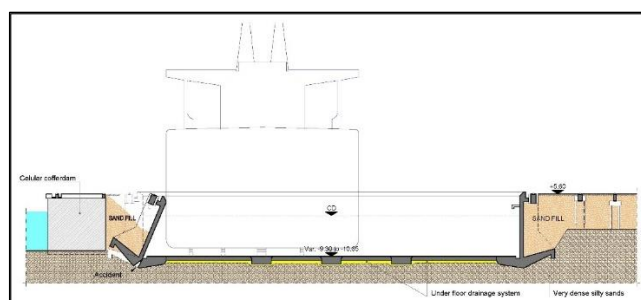


Figura 6 – Corte que ilustra a rotura da fundação da parede



Figura 7 – Vista da parede desmoronada

A revisão do projeto detalhado, feita pelo sector do projeto da PROFABRIL, chamado logo a seguir ao acidente, detetou, de imediato, um erro no dimensionamento das armaduras da fundação das paredes.

Felizmente, não ocorreu o alagamento da doca porque a ensecadeira da fase construtiva, com caixões celulares de estacas prancha metálicas, do lado leste, foi posteriormente utilizada como muro cais. Além da reconstrução da parede leste, foi necessário reforçar a estabilidade das outras paredes da doca com ancoragens com base no projeto realizado pela PROFABRIL.

Este lamentável e dispendioso acontecimento mostrou, de forma muito clara, que:

- se tivesse sido feita a verificação prévia do projeto detalhado o acidente provavelmente teria sido evitado;
- se tivesse sido instalado um sistema de inspeção e manutenção preventiva as anomalias de comportamento estrutural teriam sido certamente detetadas antecipadamente.

Constituiu, por conseguinte, uma valiosa lição para os donos de novas obras a respeito da forma de contratação de projetos e de obras e, também, da necessidade de implantar sistemas de observação e de monitorização do comportamento.

O estaleiro da LISNAVE na Margueira esteve a operar até final de 2000, quando foi fechado, e toda a atividade foi concentrada no estaleiro da Mitrena, ampliado para o efeito.



Figura 8 – O estaleiro da Margueira em plena operação

No início da década de 1970 foi criado na PROFABRIL, então sediada na Avenida Infante Santo, um grupo de trabalho para a realização do novo estaleiro da SETENAVE (1972-1975). Este grupo de trabalho deu origem, já na nova sede da PROFABRIL na Praça de Alvalade, ao Serviço 44 de estaleiros navais, portos e obras marítimas que, além de outros projetos da área portuária, realizou os projetos dos estaleiros de Cádiz (1971-1974) e do ASRY, no Bahrain (1974-1977), seguidamente descritos.

Foi um período de intensa atividade, profissionalmente muito aliciante, por proporcionar levar a efeito grandes e complexos empreendimentos, *“desde a ideia inicial e a conceção de base até conclusão da obra e ao arranque da operação, em estreita ligação com o cliente”*.

Estaleiro da SETENAVE, na Península da Mitrena, em Setúbal

Tendo em consideração as boas perspetivas do mercado existentes à época, foi constituída a SETENAVE, e em 1972 foi lançada a construção de um novo e grande estaleiro para a construção e a reparação de navios até 600.000 tdw na península da Mitrena, em Setúbal (SETENAVE-História de um estaleiro, 2015).

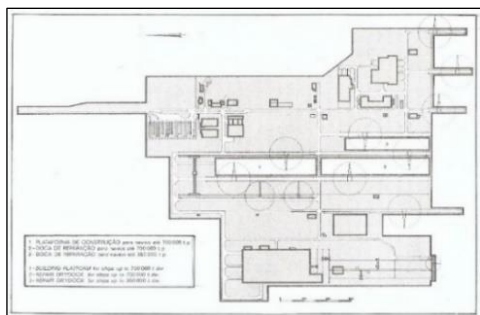


Figura 9 – Layout do estaleiro da SETENAVE

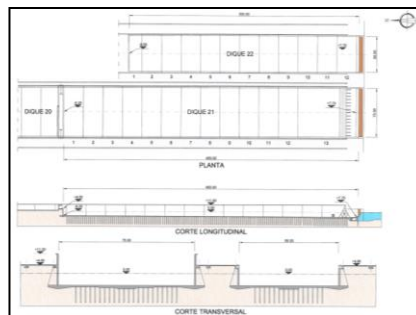


Figura 10 – Planta e cortes-tipo das docas 21 e 22

No local existe uma formação aluvionar, com mais de 40 m de espessura, de areias limpas de grão médio a grosso, cujo coeficiente de permeabilidade médio varia entre 2 a 3×10^{-3} m/s. Com estas características dos solos foi necessário ancorar as duas docas secas 21 e 22 com 6300 estacas de betão armado $\phi 520$ mm, para 85 tf de tração e 130 tf de compressão. As estacas têm comprimentos variáveis de 11 a 13 m e o comprimento total de 70.000 m (Menezes, J. C. e Cerejeira, J. M., 1974) e (Cerejeira, J. M., 2006).

Nesta primeira fase do estaleiro da Mitrena foi adotada uma importante inovação, que consistiu no conjunto formado por uma doca de construção naval ao nível do terraplano, a doca 20 e a doca 21. Esta última doca, mais vocacionada para a reparação naval, também serve de “elevador hidráulico”, ou eclusa, para retirar os navios construídos na doca 20, designada por “plataforma” pelo autor da solução (Sardinha, J.M., 1977). Era uma inovação, a nível mundial, esta forma de construir “on ground” navios de grande dimensão.

A SETENAVE fez o layout do estaleiro e o projeto das comportas e de diverso apetrechamento (central de bombagem, sistema de manobra, berços dos navios, etc.). A PROFABRIL fez os projetos das obras de Engenharia Civil e das redes de fluidos e de eletricidade e energia, estes em colaboração com a ENI, e supervisionou a construção da obra, a cargo da SOMAGUE. O fornecimento dos guindastes e do pórtico foi da MAGUE.

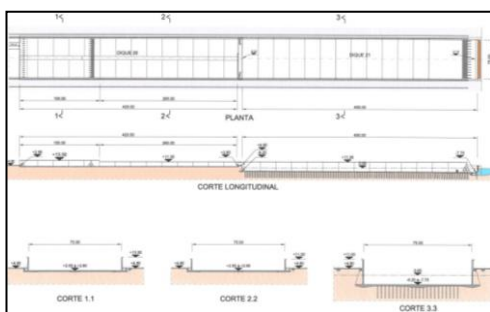


Figura 11 – Planta e cortes-tipo das docas 20 e 21



Figura 12 – Vista geral do estaleiro após 1975

Estaleiro de reparação naval de Cádiz dos Astilleros Españoles

O consórcio formado pelas empresas DIRK VERSTOEP, holandesa, e HELMA, espanhola, venceu o concurso de conceção e construção do estaleiro de reparação naval de Cádiz para navios de até 400 000 tdw, com o projeto da PROFABRIL.

A pequena profundidade abaixo do nível de fundação das paredes e da laje de fundo da doca ocorre uma camada de areias argilosas densas do Plioceno, cujo coeficiente de permeabilidade médio é de cerca de 10^{-5} m/s. Com estas características foi possível adotar uma solução drenada, não apenas da laje de fundo, como também das paredes da doca. As paredes dos muros-cais adjacentes às paredes laterais da doca são de parede moldada e funcionam como cortinas estanques em todo o perímetro exterior (*cut off*). Esta foi uma solução construtiva inovadora e muito económica.

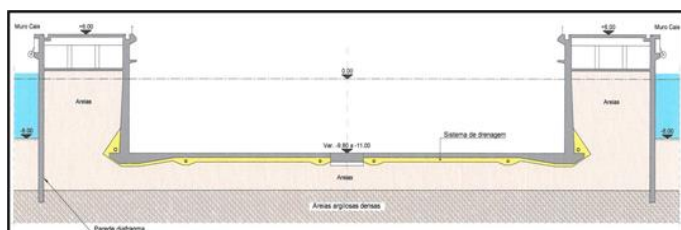


Figura 13 - Corte-tipo da doca (380m x 67m), construída de 1971 a 1974



Figura 14 – Vista durante a construção

No início de 1974, a PROFABRIL esteve no Brasil a apoiar a LISNAVE na preparação da proposta ao concurso da conceção, construção e exploração de estaleiros de reparação naval.

Esta proposta foi a vencedora, mas, em consequência da revolução de abril, a LISNAVE não conseguiu cumprir as condições financeiras propostas. Gorou-se, assim, a perspetiva, para a PROFABRIL, de realizar os projetos de dois estaleiros de reparação naval, um de raiz em Vitória, ES, e outro, da ampliação de um já existente na ilha Costeira, na Baía da Guanabara, RJ. Em contrapartida, o estaleiro ASRY, no Bahrain, cujos estudos de base tinham sido feitos com o apoio da PROFABRIL, pôde avançar.

ASRY – Arab Shipbuilding and Repair Yard, no Bahrain

O estaleiro naval ASRY, cujo proprietário era constituído por uma associação de sete países da OAPEC, (Bahrain, Arábia Saudita, Kuwait, Iraque, Qatar e UAE), foi construído em área conquistada ao mar e ligada à ilha Muharraq por um istmo com cerca de 7 km de comprimento e destinado à reparação de navios até 450 000 tdw,

Após os estudos relativos à viabilidade económica e à localização do estaleiro, que se iniciaram em 1968, o Conselho de Ministros da OAPEC decidiu em março de 1972 avançar com esse grande empreendimento na localização indicada, onde as condições hidrográficas de acesso marítimo eram muito favoráveis por permitirem dispor de fundos marinhos naturais até 12 m.

A LISNAVE, através da sua subsidiária internacional NAVELINK, foi contratada para fazer a gestão da construção e a operação do estaleiro e o consórcio GIBB – PROFABRIL, formado pelas empresas Sir Alexander Gibb & Partners, inglesa, e PROFABRIL, para realizar os projetos e a supervisão da construção. A empresa GIBB ficou com o projeto das obras terrestres (edifícios, pavimentos e redes de serviços) e a PROFABRIL com o projeto das obras marítimas (dragagens, aterros, proteções, doca seca, cais, pontes-cais e duques de alba). O projeto e a construção da comporta foram da LISNAVE. O fornecimento dos guindastes foi da MAGUE. A indústria nacional forneceu ainda sete rebocadores, ferramentaria, serralharia, mobiliário, etc. O empreiteiro geral foi a empresa coreana HYUNDAI e o rebaixamento do nível freático para a construção da doca foi da empresa portuguesa A CAVACO.

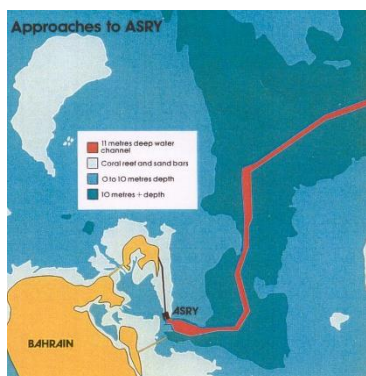


Figura 15 – Planta de localização do ASRY



Figura 16 - Dragagens, aterros e proteções marginais

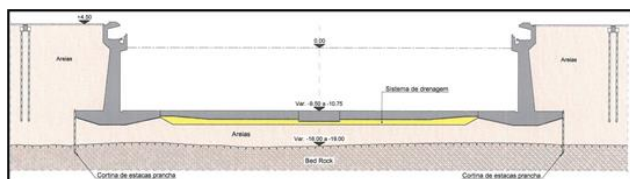


Figura 17 - Corte-tipo da doca (375mx75m), construída em 1974-1977



Figura 18 - O ASRY em operação após construído, em 1977

A pequena profundidade abaixo do nível de fundação das paredes e da laje de fundo da doca ocorre uma formação calcária com coeficiente de permeabilidade médio de cerca de 4×10^{-6} m/s. Com estas características foi possível adotar a solução de laje de fundo drenada e fundada diretamente no terreno natural arenoso, devidamente compactado, por se construir uma cortina estanque de estacas prancha metálicas e em todo o perímetro (*cut off*), a fim de impedir o afluxo de água das camadas superiores arenosas muito permeáveis.

As perspetivas profissionais na PROFABRIL, nacionalizada em 1975, e no País em geral, não se apresentavam promissoras. Os antigos donos do Grupo CUF, com ligação a um grupo industrial brasileiro, querendo manter o *know-how* da engenharia nas áreas industrial e dos estaleiros navais, resolveram constituir uma empresa no Brasil, a SOGETEC, sediada no Rio de Janeiro, que integrou um conjunto alargado de técnicos dessas áreas de especialidade da CUF e da PROFABRIL

A LISNAVE, não tendo sido nacionalizada e através da NAVELINK, prosseguiu intensa atividade de expansão por todo o mundo e novas oportunidades foram surgindo, com o apoio da SOGETEC, nos estudos de base e projetos conceptuais para novos estaleiros navais na Arábia Saudita, em Cabo Verde, em Macau, na Argélia, na Índia, na África do Sul, além do Brasil.

3. ATIVIDADE A PARTIR DOS ANOS 80 DO SÉCULO XX

Sendo necessário constituir uma nova empresa em Portugal, e várias alternativas se colocaram, acabou por ser por indicação de José Manuel de Mello que, em 24 de abril de 1981, se formou a PROMAN, inicialmente sob a designação de OMAN. Na sua opinião, essa seria a melhor forma de preservar a experiência e o *know-how* de muitos anos da engenharia portuguesa em projetos de estaleiros navais.

A LISNAVE/NAVELINK gerou trabalhos importantes para o arranque da PROMAN na área dos estaleiros navais, nomeadamente, o da CABNAVE, no Mindelo, Cabo Verde, o da ESTALNAVE, antigo SOREFAME, no Lobito, em Angola e também o JRSI, em Jeddah.

JRSY – Jeddah Shipbuilding and Repair Yard, na Arabia Saudita

O consórcio NAVELINK/SAUDI TARMAC venceu o concurso lançado pela Autoridade Portuária Saudita para a conceção e a construção do estaleiro de Jeddah, na Arábia Saudita, cujo projeto base das infraestruturas tinha sido realizado no Brasil pela SOGETEC. O estaleiro tem duas docas flutuantes para navios até 45 000 tdw e duas pontes-cais e respetivos duques de alba. Uma das docas flutuantes foi fornecida pela SETENAVE.

A PROMAN foi contratada para verificar o projeto de execução a cargo da firma escocesa Parsons Brown and Newton.

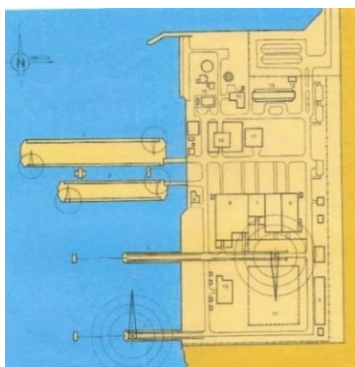


Figura 19 – Layout do JRSY



Figura 20 - Vista do JRSY em operação após construído em 1983

Ampliação dos ENVC – Estaleiros Navais de Viana do Castelo

Os ENVC, localizados na foz do rio Lima, iniciaram a operação em 1945. As instalações dos estaleiros têm vindo a ser modificadas e expandidas ao longo do tempo, tendo em vista a sua adequação ao aumento e à diversificação da atividade da construção naval.



Figura 21 – Vista aérea dos ENVC em 1980



Figura 22 – Plataforma de construção naval

Entre 1985 e 1987 foi construída a plataforma de construção no prolongamento da doca nº 1, com 140 m de comprimento e 32 m de largura, para permitir a construção de navios até 40 000 tdw. A assistência técnica aos ENVC, a elaboração do projeto e a supervisão da construção estiveram a cargo da PROMAN.

Ampliação do Estaleiro da LISNAVE, na Mitrena, Setúbal

Esta ampliação teve como objetivo concentrar no Estaleiro da Mitrena, cuja concessão, entretanto tinha passado para a LISNAVE, toda a atividade de reparação naval, por forma que o Estaleiro da Margueira pudesse ser fechado no início do ano 2000. A LISNAVE solicitou à PROMAN que, na ampliação do estaleiro existente na Mitrena, fosse considerada a construção de mais duas docas secas convencionais para navios tipo Panamax (80 000tpb).

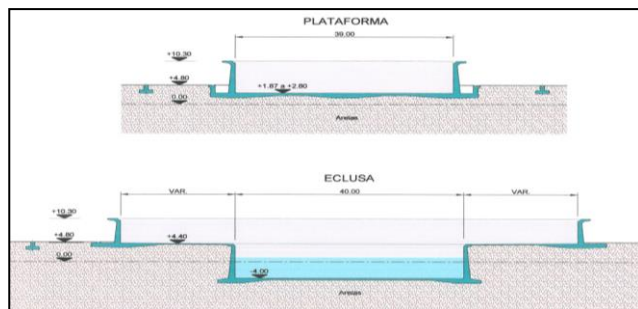


Figura 23 – Cortes-tipo das plataformas e da eclusa



Figura 24 – Vista aérea do HYDROLIFT

Em resultado do estudo de conceção efetuado pela PROMAN, com a participação do engenheiro José Sardinha, foi recomendada a alternativa que consistia no sistema formado por três docas ao nível do terraplano, designadas por plataformas, e uma eclusa na frente para entrada e saída dos navios. Com idênticos custo e prazo de construção, a LISNAVE optou por essa alternativa por ser mais interessante sob o ponto de vista da operação. Tinha três docas, em vez de apenas duas, com a vantagem de o trabalho de reparação nas plataformas se realizar ao nível do terreno.

O sistema foi designado *HYDROLIFT*. A PROMAN realizou o projeto e colaborou na equipa multidisciplinar constituída pela LISNAVE para a gestão e fiscalização dos trabalhos da construção e dos fornecimentos (Sardinha, J. M. e Cerejeira, J. M., 2002) e (Cerejeira, J. M., 2007). As quatro comportas metálicas são dos principais equipamentos do *HYDROLIFT*, em especial a da entrada da Eclusa, com 550 toneladas. O projeto foi da PROMAN tendo como consultor especialista o engenheiro Caldeira Saraiva.

Para a realização do projeto o corpo técnico da PROMAN teve o apoio de consultores muito experientes. Além dos já referidos Caldeira Saraiva, engenheiro naval, e José Sardinha, engenheiro mecânico, colaboraram intensamente os engenheiros mecânicos João Pereira Gaio e Rogério Tavares. O especialista de hidráulica, engenheiro Carlos Matias Ramos, prestou apoio no projeto da bacia de entrada da eclusa. O projeto das redes de eletricidade e energia esteve a cargo da ENI. Sete guindastes do estaleiro da Margueira foram transferidos para a Mitrena, onde foram reparados e reconicionados pela MAGUE.

ERG – Estaleiro Rio Grande, Rio Grande do Sul, RS

Em novembro de 2005 foi iniciado um período de mais de 12 anos de intensa atividade da PROMAN no Brasil ligada aos novos estaleiros de construção naval brasileiros. Começou com o concurso da conceção, construção e operação de um estaleiro de construção de sete plataformas de prospeção de petróleo. A PROMAN foi apoiar a LISNAVE na preparação da proposta da construtora brasileira Camargo Correa, para o local que esta dispunha no porto de Suape, PE. Era um concurso de conceção, construção e exploração pelo prazo de 10 anos, ao fim do qual a PETROBRAS tomaria a posse do estaleiro.

A PETROBRAS adjudicou o contrato, pelo preço mais baixo, à construtora brasileira WTORRE. No entanto, pouco tempo depois, a PETROBRAS solicitou à WTORRE a contratação, por esta, da PROMAN a fim de verificar o projeto já na fase inicial da construção. Essa verificação revelou deficiência do projeto. As paredes e a laje de fundo da doca tinham sido consideradas fundadas em formações de argilas arenosas não-consolidadas, sem a capacidade de suporte necessária.

A alteração do projeto consistiu em fundar as estruturas da doca seca, com a dimensão em planta de 350 m de comprimento por 133 m de largura, no *bed rock*. Como este se encontra pela cota -40 m, foram necessários 200 000 m de estacas, o que originou significativos aumentos no custo e no prazo da obra.

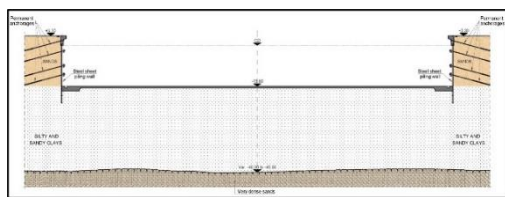


Figura 25 – Corte-tipo no projeto original

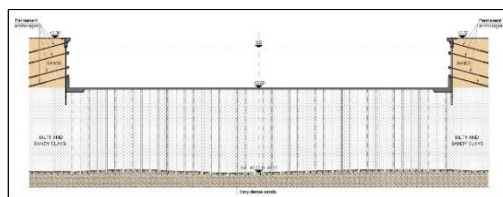


Figura 26 – Corte-tipo no projeto revisto



Figura 27 – Comporta intermediária, por concluir



Figura 28 – O ERG após construído em 2010

A PETROBRAS contratou diretamente a PROMAN para fazer o projeto da comporta intermediária com o objetivo dividir a doca seca do ERG, com 350 m de comprimento total, em 2 docas operando independentemente.

O corpo técnico da PROMAN teve o apoio dos seguintes principais consultores especialistas: Maranha das Neves na geotecnia, José Bernardo Lobo na análise estrutural, João Pereira Gaio no projeto do sistema de alagem dos navios, José Sardinha nos projetos do sistema hidráulico e da casa de bombas e Santos Marques no projeto da comporta intermediária.

EAS - Estaleiro Atlântico Sul, Porto de Suape, PE

Na sequência da intervenção da PROMAN no ERG, que teve assinalável reflexo no meio técnico brasileiro e na PETROBRAS, a PROMAN foi encarregue de verificar o projeto da doca do estaleiro EAS realizado pelo consórcio EPC/Royal Haskoning para a construtora Queiroz Galvão e que se encontrava em construção no porto de Suape, PE.

As principais características dos solos locais são as seguintes: argilas siltosas ao nível da base da laje de fundo e arenitos, a partir da cota -24 m, com coeficiente de permeabilidade médio da ordem de 10^{-6} m/s. A solução adotada foi de laje de fundo drenada. Como a formação geológica com capacidade de carga necessária está muito profunda ela foi apoiada em estacas. As paredes da doca são em parede moldada em forma de T, que funcionam como *cut off*.

Esta solução foi considerada pela PROMAN, com o apoio do engenheiro Maranha das Neves na área da geotecnia, como a mais correta, recomendando, contudo, um conjunto de especificações técnicas de natureza construtiva e de controle.

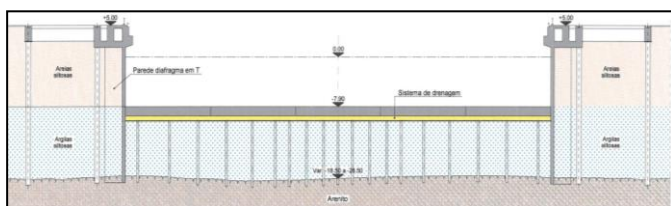


Figura 29 – Corte tipo da doca (401mx72m), construída em 2007-2010



Figura 30 – O EAS em operação

Reabilitação do Estaleiro Caneco, no Caju, Rio de Janeiro, RJ

A PROMAN, com o apoio da empresa portuguesa OZ, foi responsável pela inspeção pericial das principais infraestruturas civis, algumas com mais de 30 anos, para a LISNAVE, a empresa que estava encarregue de fazer a avaliação técnica geral do estaleiro existente com vista à sua reabilitação e requalificação.



Figura 31 – Estaleiro do Caneco

EBN – Estaleiro e Base Naval da Marinha do Brasil, Itaguaí, Baía de Sepetiba, RJ

Este empreendimento, também designado PROSUB, engloba um novo estaleiro de construção de submarinos convencionais, e também de propulsão nuclear, e de uma Base Naval. Para a realização do projeto foi formado o consórcio SPG, formado pelas empresas brasileiras SONDOTECNICA, PLANAVE e GEPRO, liderado pela primeira. A PROMAN foi contratada para realizar o projeto de engenharia básica de duas docas secas da área nuclear, cuja construção, tal como a Base Naval, tem sido adiada. Neste projeto a PROMAN teve a colaboração dos engenheiros José Sardinha (casa de bombas), João Pereira Gaio (sistema de alagem dos submarinos) e Óscar Mota (comportas metálicas).



Figura 32 – Plano geral inicial do EBN

EEP - Estaleiro Enseada do Paraguaçu, Maragogipe, BA

O consórcio das empresas brasileiras ODEBRECHT, OAS e UTC e da japonesa KAWASAKI, liderado pela primeira, venceu o concurso lançado pela PETROBRAS para a construção de um novo estaleiro, em Maragogipe, BA, destinado à construção de 7 *drill ships*. A doca seca, cuja concepção e projeto era de conceituada firma de engenharia britânica, tinha os muros formados por paredes moldadas e a laje de fundo ancorada.

Em setembro de 2012, com as obras já iniciadas, a PROMAN recebeu o pedido da ODEBRECHT para visitar o local da obra, analisar a situação e dar parecer porque o consórcio estava confrontado com o facto de o custo previsível da obra exceder em muito o orçamentado.

Devido a compromissos entretanto assumidos, casos das subempreitadas das paredes moldadas e das dragagens e do fornecimento da comporta, não foi possível adotar a solução alternativa preconizada pela PROMAN que era mais adequada às condições geotécnicas locais e muito mais económica. Foi, no entanto, possível evitar que a laje fosse de fundo ancorado. O arranjo geral da casa de bombas foi, também, totalmente revisto. A PROMAN verificou os projetos das estruturas da doca e dos cais e elaborou o projeto da laje de fundo drenada da doca, tendo como consultor na geotecnia o engenheiro Maranhã das Neves. No LNEC foi realizado o estudo do escoamento hidráulico em modelo tridimensional para avaliar as quantidades de água a bombar na fase da construção e depois durante o funcionamento.



Figura 33 – Vista aérea após a suspensão da obra

A PROMAN teve também a importante colaboração de consultores especialistas, nomeadamente dos engenheiros José Sardinha, no projeto da central de bombagem, João Gaio e Óscar Mota, no projeto do sistema de manobra dos navios e José Bernardo Lobo, na verificação das estruturas dos cais.

As obras, no entanto, foram totalmente suspensas no final de 2016 em consequência do processo judicial conhecido por "*lava-jato*", em que incorreram as três empresas brasileiras consorciadas. Estavam já instalados o pórtico e 21 pontes rolantes e a oficina de processamento de aço já estava a operar.

Em janeiro de 2017 a PROMAN foi encarregue de fazer a auditoria do estado em que ficaram os projetos e as obras do EEP após a referida suspensão e de indicar medidas de proteção tendo em vista a retoma.

Doca de descarga de equipamentos pesados, Bacabeira, MA

Em 2014 a PROMAN, com o apoio local da empresa brasileira OTZ, fez para a PETROBRAS a concepção e o projeto de um terminal para o desembarque dos equipamentos pesados na margem do rio Mearim, Bacabeira, MA, destinados à Refinaria PREMIUM 1, a construir na região. Atendendo à variação do nível da maré, que podia atingir 7 m, foi concebida uma doca para entrada da embarcação, flutuando em condição de maré favorável, que depois era fechada com uma comporta metálica. Este terminal não foi realizado porque a PETROBRAS desistiu da construção da referida refinaria.

EDPI - Empresa de Docagens Pedra do Ingá, Lucena, Cabedelo, PA

O Brasil não dispõe de um estaleiro de reparação para navios de grande dimensão. Estudos de viabilidade económica e financeira e diligências várias foram efetuados pela empresa americana MCQUILLING SERVICES LLC, para a construção de um estaleiro de reparação naval, inicialmente previsto para Paranaguá e depois para Lucena na área do porto de Cabedelo, PA. A PROMAN, com a FGL do engenheiro Francisco Jorge Gomes Lopes, prestou apoio técnico à MCQUILLING ao longo de alguns anos na realização dos estudos de base da conceção e *layout* e da geotecnia para este importante empreendimento, que, no entanto, continua a aguardar investidor.



Figura 34 – Perspetiva do EDPI

Estaleiro do Arsenal do Alfeite, Almada

O Arsenal do Alfeite, construído há mais de 70 anos, é o estaleiro de construção, reparação e manutenção da frota naval da Marinha Portuguesa. A PROMAN fez em 2009-2010 a análise dos meios de produção existentes e estudou o reordenamento e a modernização do estaleiro. Na sequência dos estudos, realizou os projetos e os processos de concurso para a construção de novos cais e pontes-cais e do prolongamento da doca seca existente. Esta doca, com 138 m de comprimento e 18 m de largura tinha sido construída em 1973/74 com base num projeto da ENARCO.



Figura 35 – Planta geral do Arsenal do Alfeite

DAKARNAVE - Chantiers Navals de Dakar, Senegal

A doca seca da DAKARNAVE, construída no início do século XX, tem estruturas constituídas por maciços de enrocamento e paramentos revestidos com pedras e juntas fechadas com ligante hidráulico e com alvenaria aparelhada nas arestas e nos batentes da comporta, tipo porta batel. Na entrada a doca tem duas bacias que correspondem a duas posições da comporta.



Figura 36 – DAKARNAVE-Bacias da entrada da doca

A ocorrência de diversas anomalias nos paramentos destas bacias impedia a colocação da comporta na posição exterior, o que afetava a operação normal do estaleiro.

A DAKARNAVE contratou, por isso, a PROMAN para a realização do projeto e a supervisão das obras de reabilitação, atividades que decorreram entre 2007 e 2009.

Estaleiro de Oecússi, Timor-Leste

Em 2016 a PROMAN e a FGL fizeram o estudo prévio e de *layout* de um estaleiro de construção e reparação de embarcações até 150 m de comprimento para a Região Administrativa Oecússi de Timor-Leste, empreendimento que aguarda investimento.

Nova doca seca do estaleiro WEST SEA, Viana do Castelo

Em janeiro de 2014 a WEST SEA, pertencente ao grupo MARTIFER, assinou o contrato de subconcessão dos terrenos e das infraestruturas dos ENVC.

Em 2016 a WEST SEA solicitou à PROMAN a continuação dos estudos relativos à viabilidade da construção de uma nova doca seca. Após análise comparativa de várias alternativas, a WEST SEA optou, já em 2020, pela construção de uma nova doca, com 220 m de comprimento e 45 m de largura, a Doca 3, com a localização indicada na figura.

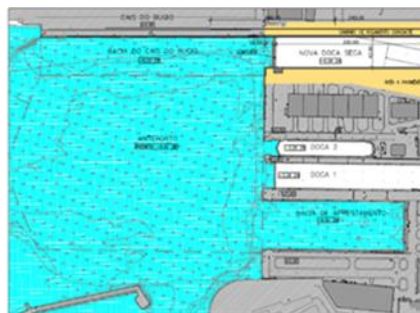


Figura 37 – Planta da frente marítima do estaleiro West Sea

Em 2017 a PROMAN passou a integrar o GRUPO FUTURE, passando a empresa a designar-se FUTURE PROMAN. Assim, foi já sob esta nova designação que elaborou o projeto da Doca 3, cuja construção, objeto de concurso público internacional, será iniciada em 2022.

4. REFLEXÃO FINAL

O lançamento de um estaleiro de construção e/ou de reparação naval, a partir dos estudos do mercado potencial e da viabilidade económica e financeira, constitui sempre um grande desafio para os técnicos e as empresas de engenharia que, em estreita ligação com os técnicos e os decisores da entidade empreendedora, terá como principais objetivos a procura de soluções de localização, de arranjo geral, de projeto e construtivas que satisfaçam os requisitos operacionais, ambientais e de segurança, otimizem o custo e o prazo da construção e a produtividade da operação.

A PROFABRIL teve a oportunidade feliz, ao iniciar a sua atividade no domínio da engenharia no projeto de estaleiros navais, de ter, como primeiro cliente nesse domínio, a LISNAVE, empresa imbuída do espírito empreendedor que caracterizava o grupo CUF. A PROFABRIL, integrada no mesmo grupo, teve, pelo seu lado, o mérito de, conquistada a confiança do cliente, mostrar a importância do apoio da engenharia na satisfação daqueles objetivos, com recurso inclusive a soluções construtivas e operacionais inovadoras nos anos 70 do século XX.

A PROMAN, depositária desses *know-how* e experiência, prosseguiu, após a sua constituição no início da década de 1980, a intensa atividade nesse domínio com idênticos empenho, propósito e espírito inovador, quer com a LISNAVE quer com outros clientes nacionais e estrangeiros, nas décadas seguintes.

Seria justo mencionar aqui, mas é manifestamente impossível, todos os inúmeros técnicos de elevadas qualificação e dedicação que, pertencendo aos quadros das referidas empresas ao longo dos anos e até à presente data, tanto se empenharam e contribuíram para formar um património inestimável da engenharia nacional na área do projeto de estaleiros navais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cerejeira, J. M. (2006) - "Estaleiro da Mitrena, Setúbal – Obras da primeira fase (1972-1775)", Revista Engenharia e Vida, nº 28, outubro de 2006.
- Cerejeira, J. M. (2007) - "Estaleiro da Mitrena, Setúbal – Obras da segunda fase (1998.2000)", Revista Engenharia e Vida, nº 31, janeiro de 2017.
- Menezes, J. C. e Cerejeira, J. M. (1974) - "SETENAVE Shipyard General description of the project and the construction works", 6º Congresso Internacional dos Portos, maio de 1974, Antuérpia,
- Óscar Mota (2018) - "LISNAVE, 50 Anos", Revista de Marinha, julho/agosto (Parte I) e setembro (Parte II), 2018.
- Sardinha, J. M. (1977) - "A Solução Plataforma como alternativa aos Diques de Construção Naval", Simpósio sobre tendências atuais no projeto e execução de estruturas marítimas, Rio de Janeiro, abril de 1977.
- Sardinha, J. M. e Cerejeira, J. M. (2001) - "Hydrolift – Um sistema não convencional para a docagem de navios", 2ªs Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária, Sines, outubro de 2001, e Revista Ingenium, março/abril de 2002.

SETENAVE – História de um Estaleiro (1971-1989), Livro de Conceição, A.J., Barros, A. S.,
Sardinha, J. M. editado por Edições Colibri, Lisboa, dezembro de 2015.