

a revista do engenheiro civil

PINI

www.piniweb.com

apoio
IPT

téchne

Edição 93 ano 12 dezembro de 2004 R\$ 19,00

ENTREVISTA

Augusto Carlos
de Vasconcelos

ARTIGO

Ponte estaiada
sobre o rio
Paranaíba

PRÊMIO PINI

Fornecedores
e Construtora
Parceira da
Indústria 2004

Infra-estrutura

Usina Santa Clara (PR)

Transposição do rio São Francisco

Aeroporto de Congonhas (SP)

Contenção do Porto de Aratu (BA)

Tomada d'água de
alta pressão, Usina
Santa Clara,
Candói (PR)



Contenções submersas

Necessidade de receber embarcações maiores demandou a ampliação no Porto de Aratu, na costa da Bahia. Para viabilizar a obra foi construída uma contenção submersa

Patrocinada pela Braskem, a obra de ampliação física do TPG (terminal de gases liquefeitos) do Porto de Aratu foi orçada em R\$ 4 milhões e deve beneficiar a atividade da companhia. A partir da adaptação, que consiste em dragar o fundo do cais até a cota -15 m e conter o talude formado, poderão aportar navios com elevado porte bruto – carga somada ao peso próprio –, de até 90 mil t. Dessa forma, há possibilidade de negociar o preço da mercadoria recebida e diminuir os gastos com frete. "O frete pode diminuir cerca de 15%", diz Roberto Antonio Machado Gallo, coordenador de terminais náuticos da Braskem. O terminal é usado hoje para descarregar nafta e carregar butadieno, propano, buteno 1 e MVC (matéria-

RESUMO

Obra: Contenção submersa do TPG do Porto de Aratu

Localização: Candeias (BA)

Construção: Belov Engenharia

Investimentos: R\$ 4 milhões



Fotos: divulgação Belov Engenharia

Os pré-moldados foram trazidos do local de fabricação em balsas puxadas por rebocadores. Foram necessários guindastes flutuantes para a montagem subaquática



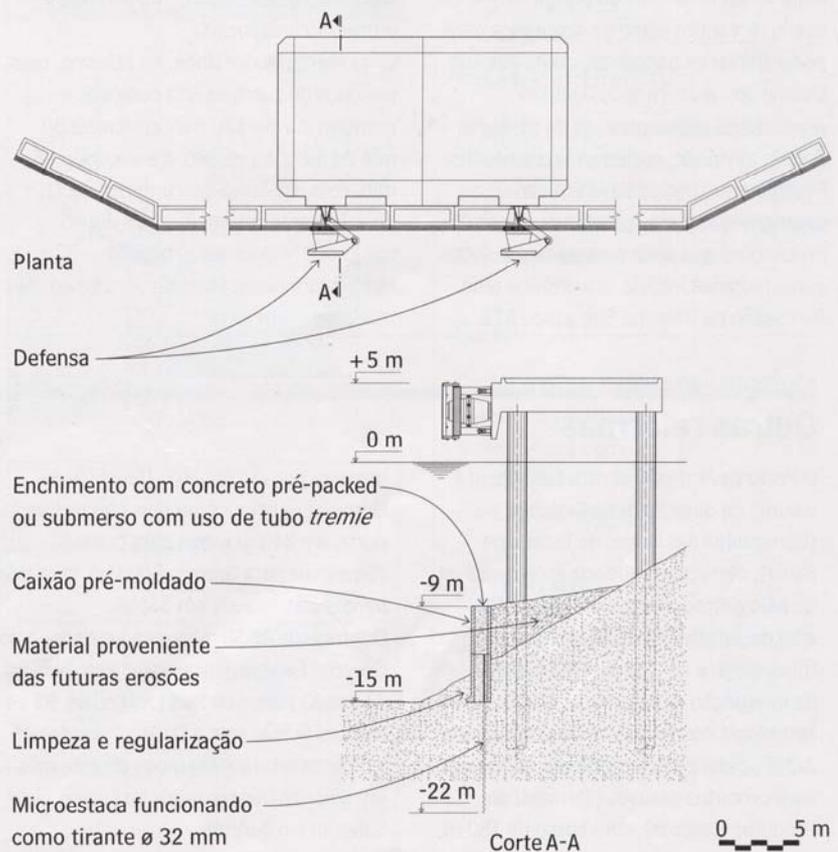
O material dragado do fundo do cais foi transportado em balsas e descartado em bota-fora adequado

prima do PVC), principais insumos comercializados pela Braskem, além de amônia.

A cargo da Belov Engenharia – empresa especializada em obras portuárias e subaquáticas – com projeto da R. Peotta, as obras começaram com o desassoreamento e derrocagem do fundo do cais. Com o regime de marés e movimentação de navios, sujeira, areia e lama se acumularam junto aos pilares de sustentação do TPG, impedindo a atracação de navios maiores. O primeiro passo foi, portanto, a retirada desse material e posterior bota-fora do expurgo com escavadeira *clamshell* sobre balsas do tipo batelão movimentadas por rebocador.

A derrocagem do material mais duro, para chegar à cota -15 m, porém, poderia abalar as estruturas do

Aspecto final do TPG do Porto de Aratu



Divulgação: Belov Engenharia



Apesar da retirada completa do material assoreado, alguns pontos permaneceram irregulares. Para que a cortina se mantivesse nivelada, a solução foi usar gabaritos e alguns calços de concreto pré-moldado

À prova de acidentes

O trabalho submerso já é de grande risco. Junte-se a isso o mergulho em um cais de desembarque de produtos químicos e pode-se ter uma idéia do perigo. "Tivemos que elaborar um plano de segurança para poder iniciar os trabalhos", conta Antonio Delfino Jesus Jr., técnico da Belov responsável pela segurança do canteiro. A cada atividade, realizava-se uma Análise Preliminar de Perigo ou APP para enumerar todos os riscos e apontar as precauções que seriam necessárias. Feitas essas reuniões iniciais, era emitida uma Permissão de Trabalho Seguro ou PTS.

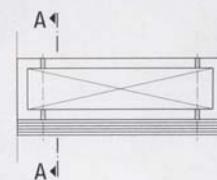
Era proibitivo o trabalho em dias com mar agitado – acima de 1 nó de vento –, água suja, horários de atracação e desatracação de navios, descarregamento de nafta e outras circunstâncias. Cada mergulhador tinha, no máximo, dois períodos de submersão a cada dia: o primeiro durava 120 min, com mais 30 min de decompressão, e o segundo 86 min, com a mesma decompressão. O intervalo entre mergulhos era de, no mínimo, 3 h, durante as quais o trabalhador ficava liberado para atividades moderadas em terra.

Outras reformas

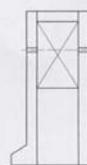
O Porto de Aratu concentra 60% do volume de operações da Codeba (Companhia das Docas do Estado da Bahia), oferecendo suporte indispensável ao pólo petroquímico de Camaçari (BA) e ao desenvolvimento da atividade mineralógica no Estado. Essa necessidade de integração demandou a introdução de tecnologia nos terminais do porto. Hoje, Aratu possui quatro terminais, sendo um para produtos gasosos (Terminal de Produtos Gasosos), com berço de 180 m,

um para granéis líquidos (Terminal de Granéis Líquidos), com dois berços que perfazem 340 m e dois para granéis (Terminais para Granéis Sólidos), com três berços distribuídos em 366 m. Dos mais de R\$ 50 milhões anunciados pelo Governo Federal para ampliar e modernizar 11 dos 33 portos do País (veja *boxe*), R\$ 14 milhões ficarão com a Codeba, que deverá aplicar os recursos liberados até este mês em dois dos três terminais do Estado, o de Salvador e o de Aratu.

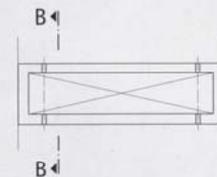
Pré-moldado
(linha inferior)



Corte A-A



Pré-moldado
(linha superior)



Corte B-B



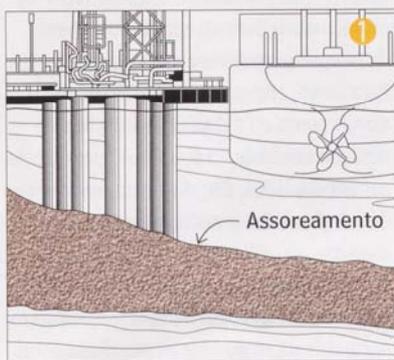
0 1 2 3 m

Os pré-moldados são caixas vazias em formato retangular. A linha inferior possui uma espécie de pé que "segura" a peça e tem mais repetições. O concreto utilizado na fabricação tem 30 MPa de resistência, consumo de cimento de 400 kg/m² e *slump* de 22 ± 2 cm

cais. Seria impossível usar explosivos e até mesmo – em determinadas situações – qualquer equipamento que produzisse fogo ou faísca, por conta da natureza combustível dos materiais carregados e descarregados. "Para solucionar o problema, o serviço foi feito com um derrocador mecânico flutuante, composto por um ponteiro de 25 m de comprimento acoplado a um martelo do tipo Delmag e a uma guia suspensa", explica o engenheiro Hildegardo Nogueira, da Belov. Esse martelete gigante varreu o pé do talude quebrando o fundo marinho de folhelho e arenito até a cota de projeto (-15 m). Como nenhuma atividade portuária foi suspensa, a derrocagem embaixo das duas defensas do cais foi feita com um derrocador de menor porte e completada manualmente por mergulhadores.

Para evitar um novo processo de obstrução, foi construída a contenção. Composta por duas linhas de pré-moldados sobrepostos, com 6 m de altura e 148 m de comprimento (veja *planta*), a cortina fica bem

Execução da cortina de contenção



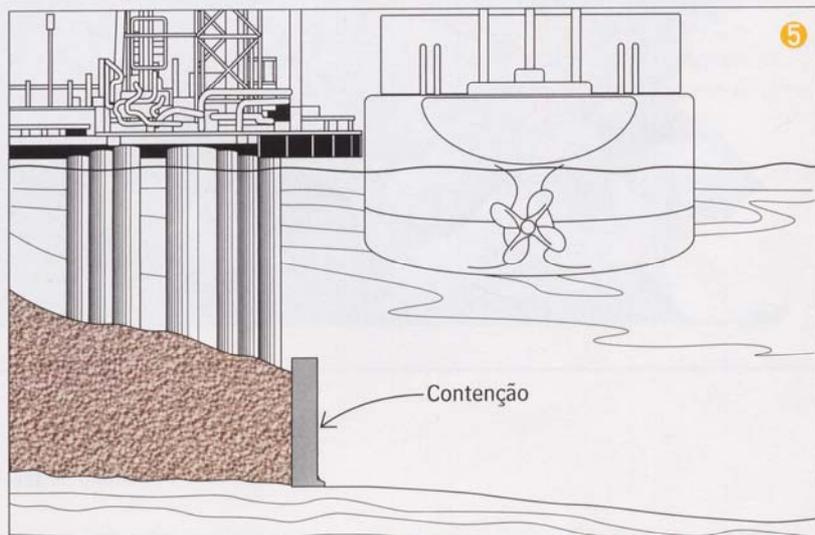
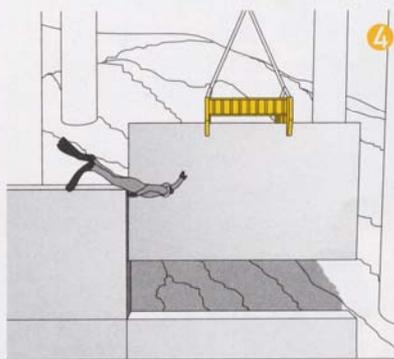
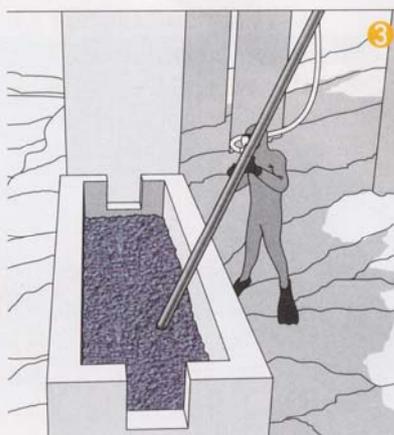
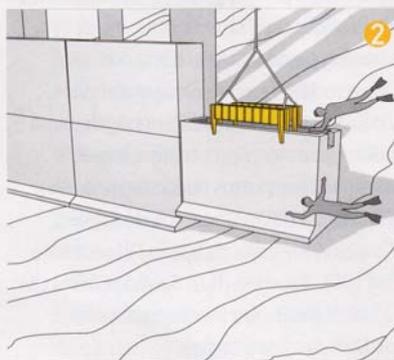
1 O assoreamento prejudicava a atracação de navios de grande porte e tornava maior o risco de encalhe. A derrocagem e a dragagem do material de fundo proporcionou a chegada da cota final a -15 m

2 A linha de pré-moldados inferior foi colocada de forma escalonada. Para cada duas ou três peças inferiores, completava-se a linha superior. O atirantamento foi feito nas laterais da linha inferior

3 A concretagem foi executada com tremonha até o preenchimento total da peça. A ponta do equipamento nunca é retirada de dentro da massa e o concreto é bombeado até que toda a água salgada seja expulsa de dentro da peça. Isso evita bicheiras e fissuras

4 A linha superior era colocada em seguida, ligada por meio de armadura de espera

5 A cortina contém o talude e impede novo assoreamento



junto à linha externa de pilares que sustentam o cais do terminal. Dessa forma, a estrutura assume o papel de anteparo aos tubulões que sustentam o cais, mais expostos após o desassoreamento local.

Todos os pré-moldados são armados estruturalmente e possuem o formato de uma caixa vazia (veja detalhes). O atirantamento da zona tracionada da base dos pré-moldados garante a resistência ao esforço horizontal (empuxo) e evita que o conjunto tombe. Cada peça inferior possui dois tirantes de aço de pré-reforço do tipo Dywidag com 32 mm de diâmetro. Após a execução dos tirantes o pré-moldado é preenchido com concreto submerso lançado com tremonha.

Com a possibilidade de receber maiores embarcações, a Braskem deverá investir em um novo projeto de sinalização do canal de entrada da Baía de Aratu para facilitar as operações.

Tania Bértolo

FICHA TÉCNICA

projeto: R. Peotta; **construção:** Belov Engenharia; **fiscalização e acompanhamento técnico:** Predial Engenharia; **concreto:** Concreto; **aço:** Gerda; **tirantes:** Concreta

SERVIÇO

Codeba (Companhia das Docas do Estado da Bahia):

www.codeba.com.br

Ministério dos Transportes:

www.transportes.gov.br

LEIA MAIS

"Como atracar uma termelétrica",
Téchne 65

