

REVISTA

# Engenharia Civil

Notícias, inovações e tecnologia

Nº22 - agosto de 2014

 **Rudder**  
editora  
R\$ 23,90



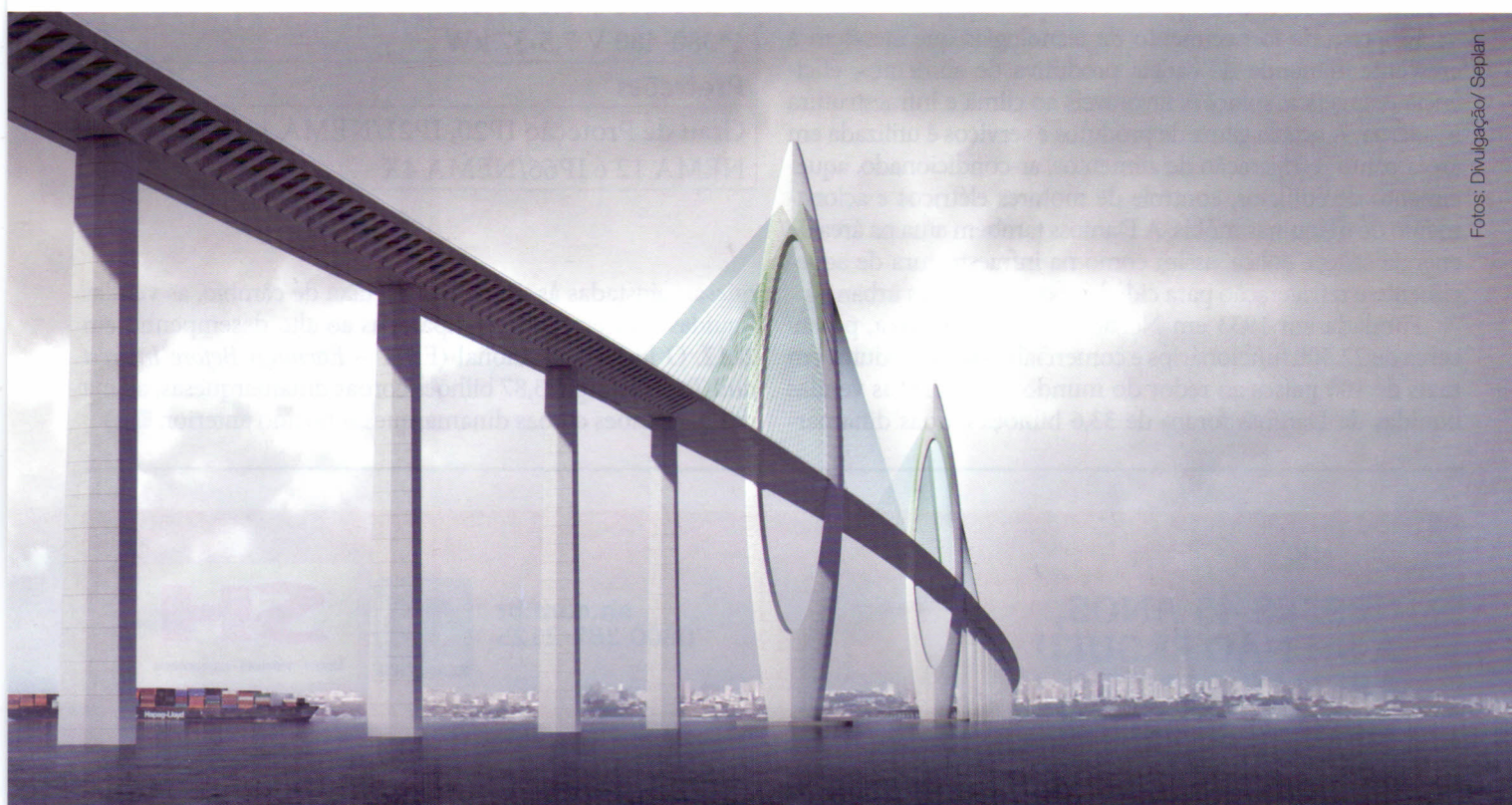
**SERGIPE PARQUE TECNOLÓGICO TERÁ CONSTRUÇÃO FINALIZADA  
ESSE ANO**

FUTURA PONTE LIGARÁ SALVADOR À ILHA DE ITAPARICA: PROJETO COMEÇA  
A SAIR DO PAPEL E SE TRANSFORMA EM UM NOVO MARCO NA ENGENHARIA  
BRASILEIRA

# Futura ponte ligará Salvador à Ilha de Itaparica

O projeto começa a sair do papel sendo um novo marco na engenharia brasileira e virtual indutor de desenvolvimento socioeconômico para a região

Por Aline Romero



Fotos: Divulgação/ Seplan

A ponte, com 12 quilômetros de extensão será a segunda maior do País, atrás apenas da ponte Rio – Niterói

Cogitada desde a década de 1960 para fazer a conexão entre ilha e continente, a Ponte Salvador – Ilha de Itaparica começa a tomar forma. A obra é parte de um projeto que visa permitir um novo vetor de desenvolvimento regional, beneficiando mais de quatro milhões de pessoas na Região Metropolitana de Salvador, no recôncavo e no litoral sul do estado. O projeto pressupõe, além de um novo eixo viário assentado sobre um novo traçado da BR-242, investi-

mentos privados e públicos em infraestrutura urbana e na atração ou consolidação de empreendimentos industriais, comerciais e de serviços.

A expectativa do atual Governo da Bahia é lançar o edital de licitação para construção da ponte Salvador – Ilha de Itaparica até o final de 2014, com o início das obras previsto para o primeiro semestre de 2015. A partir da assinatura do contrato, a empresa selecionada levará 60 meses para con-

cluir a obra e entregar o empreendimento para a população, prazo estipulado para uma obra deste porte e complexidade.

O contrato para elaboração do projeto básico de engenharia da ponte foi assinado no início de março, pelo Governo do Estado da Bahia, com o consórcio formado pelas empresas brasileiras Enescil e Maia Melo, e pela dinamarquesa Cowi. O consórcio vencedor apresentou a proposta de elaboração do projeto pelo valor de 22,5 milhões de reais, o que representou um deságio de 15,4% em relação ao preço inicialmente estimado. A ordem de serviço para o início do projeto básico de engenharia foi emitida e os estudos intermediários e finais devem ser apresentados até outubro deste ano.

Uma das suas tarefas dessa etapa do projeto é propor alternativas para o traçado da ponte e para a rodovia que dará continuidade a ela, na ilha de Itaparica. O consórcio fará também o anteprojeto de engenharia e o relatório que subsidiará o EIA (Estudo de Impacto Ambiental), que já está sendo elaborado por outro consórcio internacional, formado pelas empresas V&S Ambiental e Nemus. Desde o final do ano passado, uma equipe de 45 pessoas, das áreas de engenharia, biologia, geologia, sociologia, arqueologia, antropologia, arquitetura e urbanismo, economia, geografia e história está trabalhando na Ilha Itaparica e em Salvador. Esse segundo consórcio havia vencido, anteriormente, a disputa para a elaboração do EIA e pelo RIMA (Relatório de Impacto Ambiental) para a construção da obra de arte, a um custo de 7,2 milhões de reais. O EIA-RIMA é considerado um instrumento fundamental para reduzir os impactos ambientais e sociais, sobretudo na Ilha de Itaparica, na Baía de Todos-os-Santos e demais áreas afetadas na região do recôncavo baiano. De acordo com o edital, os estudos englobam um diagnóstico ambiental e a proposição de planos e programas de mitigação e compensação do impacto ambiental.

Segundo informações da Seplan (Secretaria de Planejamento do Governo do Estado), o trajeto está próximo de sua definição final. Já se sabe que ela atravessará a BTS (Baía de Todos-os-Santos) em sua entrada, com uma cabeceira situada na região de Gameleira, no município de Vera Cruz e com outra, em Salvador, no bairro do Comércio, com encaixe direto na nova Via Expressa, através dos túneis atuais e da construção de mais dois. Outras definições ocorrerão a partir dos estudos de engenharia que estão em curso e serão considerados, entre outros aspectos, o impacto de vizinhança e de tráfego na capital e em Mar Grande, no município de Vera Cruz, principais localidades a serem influenciadas pela ponte. As prefeituras de Salvador, Vera Cruz e Itaparica estão sendo consultadas sobre os projetos viários e de infraestrutura, a fim de alinhar as melhores soluções.

O projeto original, que está sob a coordenação do Derba (Departamento de Infraestrutura de Transportes da Bahia) e da Seplan, prevê a construção de uma ponte com 12 quilômetros de extensão, sendo 700 metros de trecho estaiado e 160 metros de extensão móvel, para permitir a passagem de grandes embarcações. O custo estimado do empreendimento foi, na época, de sete bilhões de reais e a execução das obras está prevista inicialmente para um pe-

ríodo de quatro anos. Segundo o diretor da Seplan, Paulo Henrique de Almeida, a ponte terá números expressivos. “Com 12,2 quilômetros de extensão, a ponte Salvador – Ilha de Itaparica será a segunda maior da América Latina, e ocupará a 23ª posição num *ranking* mundial de pontes sobre mar, rio ou baía”, conta.

A ponte faz parte de um plano de desenvolvimento regional, elaborado pelo Governo do Estado da Bahia, que se desdobra com a criação do Sistema Viário Oeste, resultado da duplicação e reconfiguração das rodovias BA-001 e BA-046, nos trechos entre Bom Despacho, Nazaré e Santo Antônio de Jesus, que cortam a Ilha de Itaparica. O plano também inclui a requalificação da Ponte do Funil, construção da nova rodovia ligando Santo Antônio de Jesus e Castro Alves e, a partir daí, a duplicação da BA-493 até o entroncamento com a BR-116.

O plano de desenvolvimento deve envolver recursos federais, estaduais e privados, e em 2010 foi orçado em sete bilhões de reais, atualmente está sendo revisto. Entre os motivos estão a redução da taxa de juros nos últimos anos e o aprofundamento dos estudos de sondagem, engenharia, meio ambiente, hidráulica marítima, bem como de planejamento urbano. Esses estudos permitirão informações mais precisas como, por exemplo, do tipo de fundação da ponte, detalhamento do projeto de engenharia e traçado das diversas intervenções necessárias neste novo eixo rodoviário, incluindo contornos urbanos.

De acordo com a Seplan, a experiência mundial mostra que cerca de 1% a 1,5% do custo de grandes empreendimentos é referente à etapa de projeto. O plano de desenvolvimento Salvador – Ilha de Itaparica não será diferente. Nesta etapa de projeto, foram contratados até o momento 89,8 milhões de reais, distribuídos entre sondagens em mar (7,7 milhões de reais), projeto básico de engenharia (22,6 milhões de reais), hidráulica marítima (3,8 milhões de reais), estudos urbanísticos, incluindo revisões dos PDDUs (Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano) na Ilha (7,4 milhões de reais), EIA-RIMA (7,3 milhões de reais), estudos de impacto cultural (previsto para 1 milhão de reais, mas ainda não licitado), plano de desenvolvimento socioeconômico, modelagem da concessão e apoio à gestão dos projetos (40 milhões de reais).

## A CONCEPÇÃO

O Projeto Básico de Engenharia contempla a realização de estudos de navegação na Baía de Todos-os-Santos, estudos de tráfego e a elaboração dos projetos básicos para a ponte, acessos viários em Salvador e Itaparica, além do novo traçado da BA-001 no interior da ilha de Itaparica. A previsão de conclusão dos trabalhos é para este segundo semestre de 2014.

De acordo com o diretor da ABPE (Associação Brasileira de Pontes e Estruturas) e engenheiro civil, Carlos Henrique Siqueira, no momento da elaboração do projeto já deve ser pensado em se fazer um manual de manutenção de toda a obra, salvaguardando os mínimos detalhes de todos os membros estruturais. “Isto é fator importantíssimo

caso haja o desejo de que a obra venha a ter vida útil longa. Esse manual deverá conter todos os detalhes de como vistoriar e manter a ponte, em todos os seus segmentos estruturais e funcionais”, conta. Para ele, a obra não pode ser entregue ao cliente sem esse manual, e sem os resultados da primeira vistoria, considerada a vistoria cadastral. “Estudos aerodinâmicos devem ser realizados com modelos reduzidos para se ter conhecimento do comportamento em serviço da ponte submetida a ação eólica”, diz. Ele ainda explica que estas pesquisas deverão informar a vulnerabilidade da ponte exposta à excitação do vento com diversas velocidades, e sugerir dispositivos atenuadores dinâmicos sincronizados para conter as oscilações verticais e/ou laterais evitando desconforto aos usuários, e promovendo mais segurança do ponto de vista estrutural, se for o caso.

Em sua concepção original, o projeto prevê a construção de uma ponte com seis faixas de tráfego e duas de acostamento, somando 27 metros de largura. O trecho estaiado terá 70 metros de altura e 25 metros de profundidade. Esse vão será sustentado por dois mastros de estrutura triangular, seguindo a inclinação dos estais. No topo dos mastros haverá um mirante, que será acessado por bondinhos. Cada pilar da ponte deverá ter entre 200 e 250 metros de distância entre si, para garantir a vista da paisagem da baía. No trecho que foi projetado para ser móvel, permitindo a passagem de até mesmo plataformas de petróleo, a estrutura das vias se deslocará sobre o próprio eixo. Durante essa operação, o tráfego de veículos será interrompido.

Segundo o engenheiro civil especialista em concreto e materiais e gerente executivo da MC Construction Chemicals Brasil, Shingiro Tokudome, a diferença entre os trechos está em sua função. “O trecho estaiado tem apenas a função de transporte rodoviário, e o trecho móvel permite o transporte rodoviário de forma inteligente e a continuidade da navegação de grandes navios acessando a baía e o porto”, defende. O engenheiro civil da empresa Costa Fortuna, Luiz Callandrelli, defende que cada caso é diferente do outro, mas a concepção estrutural entre vãos estaiados e outro tipo qualquer possui mecanismos de transferências de cargas entre infraestrutura x mesoestrutura e superestrutura particulares para cada concepção. “O vão estaiado, por exemplo, é normalmente simétrico para que trabalhe em equilíbrio, este utiliza mastros (pilares) com elevação suficiente para a instalação de cabos de aço que o interligam com o tabuleiro da ponte, trabalhando sempre tracionados”, conta Callandrelli.

Quanto às fundações, que em boa parte do trajeto se encontram no mar, Tokudome afirma que atualmente existem algumas alternativas de tecnologia para avanços ao mar, mas sempre é importante a visão da viabilidade econômica, anteprojeto, projeto definitivo, planejamento no orçamento, cronograma e a solução técnica mais adequada para a situação local. “Normalmente é dado o início em solo firme com a fundação definida em projeto, e a seguir é montando uma estrutura apoiada nestas fundações para mobilizar os equipamentos de estaqueamento sobre

o mar. Após a execução da fundação é construído a supra estrutura em pré moldado ou concretado *in loco*. A profundidade do calado é definida de acordo com o tipo de embarcação previsto”, explica.

Segundo Callandrelli, fundações sobre lâmina d’água são consideradas como “fundações especiais” no meio geotécnico, visto a necessidade de completo apoio náutico para sua execução, principalmente em situações marinhas em que normalmente há maiores obstáculos a vencer, como variações de marés, ondas e ventos. “A solução de fundações em si, são sempre consideradas como profundas, ou seja, por estacas, mesmo que indiretamente. Mesmo quando se utilizam soluções comumente utilizadas em obras em ‘terra firme’, quando sobre lâmina d’água demandam sempre artifícios construtivos adicionais para sua execução”, expõe. Por exemplo, estacas escavadas de grande diâmetro, necessitam de camisas metálicas de revestimento externo para serem executadas, estacas pré-fabricadas de concreto ou aço demandam guias e /ou gabaritos de cravação especiais em um ou mais nível para que se obtenha boa precisão nas instalações dos elementos e assim por diante. Quanto à profundidade necessária, ele afirma que é um ponto muito específico que deve ser avaliado pontualmente com base em dados de investigações geotécnicas locais exatamente nos apoios da ponte.

O clima quente de Salvador também influi na execução do projeto. “Com relação ao clima, o calor de Salvador é favorável para a utilização do material concreto onde a tecnologia dos aditivos para concreto permitem uma versatilidade muito grande com relação à manutenção da trabalhabilidade e também de resistências altas iniciais agilizando a desforma da estrutura ou a fabricação de peças pré-moldadas. A estrutura depois de pronta sofrerá as mudanças climáticas, mas esta variável normalmente já é prevista em projetos de juntas de dilatação da estrutura”, afirma Shingiro Tokudome. O trecho móvel, segundo ele, terá seu bom funcionamento atrelado ao projeto. “O bom funcionamento dependerá principalmente da qualidade do projeto com um bom nível de detalhamento e da execução, da qualidade e escolha dos equipamentos e da especificação de materiais como o concreto. Lembrando que a manutenção preventiva periódica é imprescindível para a durabilidade e a continuidade da função de manter a circulação da embarcação”, completa.

Segundo o engenheiro civil da empresa Costa Fortuna, Luiz Callandrelli, toda estrutura em concreto armado é dimensionada considerando efeitos de dilatação e retração térmica. “Quanto maior a variação térmica local maior é sua influência na estrutura”, aponta. Porém, o engenheiro ressalta que se o clima é sempre quente, ou seja, com baixa variação ao longo do ano, tais efeitos não são considerados críticos. “Considerando estruturas em concreto protendido ou exclusivamente metálica, as altas temperaturas locais podem influenciar de outra maneira pois as propriedades do aço sob tensão se alteram sob altas temperaturas, mesmo que sem grandes variações. Isto também é considerado em fase de projeto”, conta. Outro ponto local a se observar em Salvador,

na Região Metropolitana de Salvador. Além do diagnóstico socioeconômico, a primeira fase dos estudos ambientais consiste na coleta de dados em tempo seco e chuvoso para caracterização da vegetação e da fauna (terrestre e aquática), qualidade da água e sedimentos existentes na área afetada.

Essa segunda fase dos estudos, que está em andamento, compreende a avaliação dos impactos ambientais, estimativa de custos dos programas de mitigação dos impactos e entrega do Relatório do EIA-RIMA e realização de audiências públicas. A previsão de conclusão é para o segundo semestre de 2014.

## CUIDADOS ESPECIAIS COM A OBRA

Diretor da ABPE, o engenheiro civil Carlos Henrique Siqueira destaca que, caso a extensão de 12 quilômetros se confirme, esta será a segunda maior ponte do Brasil, perdendo apenas para a Ponte Rio-Niterói com 14 quilômetros. “Um projeto deste porte, com características estruturais variadas, com trecho estaiado e outro móvel, além de outros vãos certamente em concreto protendido, requer cuidados especiais já na fase de concepção e projeto, de forma que se pense nos mínimos detalhes construtivos, visando longevidade ao empreendimento que, seguramente, envolverá significativa parcela pecuniária”, defende.

Segundo o engenheiro, pontes estaiadas deixaram de ser novidade no Brasil, em razão de que várias capitais e até cidades do interior do nordeste ostentam as suas. “De qualquer forma, não se trata de uma estrutura convencional e, portanto, a acuidade com as premissas de projeto deve ser rigorosamente observada. Se a obra em seu todo comporta uma ponte estaiada, certamente o aspecto do custo foi levado em consideração, pois para vãos menores que 100 metros a viabilidade financeira já começa a ser prejudicada”, aponta.

Já sobre pontes móveis, Siqueira afirma que esse tipo de estrutura não faz parte do cotidiano estrutural brasileiro, sendo, por conseguinte, um caso raro. “No continente europeu essas obras de arte especiais podem ser vistas com mais frequência. Este tipo de estrutura visa permitir a passagem de embarcações nos canais navegáveis, mas exige o bloqueio temporário do trânsito sobre a ponte quando de sua movimentação atinente aos deslocamentos de navios”, conta. Na Ponte Rio-Niterói e na Terceira Ponte de Vitória os canais de navegação são em vãos especiais, onde as larguras são 300,00 e 260,00 metros, respectivamente, na parte mais alta da obra. “Qualquer que seja a opção, entretanto, é capital que estruturas auxiliares tipo *dolphins*, paramentados com defensas elastoméricas, sejam edificados na defesa da ponte e do meio ambiente, contra eventuais choques de navios”, diz. Para ele, esta situação é particularmente especial, pois em todo o mundo as estatísticas mostram que a cada ano pelo menos três pontes são acidentadas por navios, com significativa perdas materiais e vidas humanas.

O diretor destaca também que cuidados especiais devem ser tomados com as fundações, de forma que o concreto seja o mais compacto possível, evitando a passagem de agentes deletérios (cloretos e sulfatos) que possam contaminá-lo.

“Um cimento resistente aos sulfatos, com baixa relação água/cimento, também contribuirá para a durabilidade e a vida útil da obra. A utilização de concreto submerso autoadensável, por meio de tremonhas, pode resultar em tubulões compactos com o mínimo de vazios, garantindo a proteção das armaduras, que não devem ter espessura de cobrimento inferior a 9,00 centímetros”, afirma.

Pesquisas com a rocha onde ficarão assentes as fundações são primordiais para garantir a estabilidade de todo o conjunto estrutural, pois dependendo do volume de concreto, a obra por si própria pode ter peso superior a um milhão de toneladas. “Ensaaios preliminares para observação da absorção, porosidade, percolação e permeabilidade devem ser realizados com o concreto que ficará em contato com a água do mar, identificando os índices de condutividade hidráulica, fatores primordiais na durabilidade”, conta Siqueira.

Além dos cuidados com o concreto das fundações, todos os demais concretos das meso e superestruturas devem ser convenientemente proporcionados para resistir aos ataques da aeração marinha ao longo de toda a vida útil da obra. “Novamente concretos com alto grau de compactidade, e com espessuras de cobrimento das armaduras de acordo com a ambiência em que a obra se situa, são primordiais”, destaca o diretor da ABPE. Entende-se que esta ponte está classificada como sendo de grau III (ambiente agressivo), pelas normas brasileiras. “Portanto, a agressão do meio ambiente jamais cessará”, explica.

Os estudos preliminares de comportamento estrutural e de durabilidade do concreto, assim como as pesquisas com os estudos aerodinâmicos, devem ser motivo de extrema atenção, segundo Siqueira, posto que os resultados trarão preciosos subsídios para as premissas de projeto. “O problema é que no Brasil, geralmente, se faz um projeto sem levar em conta a seriedade dos aspectos prévios de laboratório, contrariamente a outros países. No Japão, o custo com a maior ponte suspensa do mundo, a *Akashi Kaikyo Bridge*, contemplou grande parcela financeira aos estudos e pesquisas experimentais durante a fase de projeto. A obra levou dez anos para ser edificada, cinco deles consumidos nesses estudos e pesquisas”, exemplifica.

Uma boa e completa especificação técnica dos materiais a serem utilizados na obra é fator imprescindível para o sucesso do empreendimento. Siqueira aponta que o controle da qualidade não deve ficar restrito ao concreto, mas também aos aparelhos de apoios em elastômero fretado e metálicos, as juntas de dilatação em perfil extrudado e as juntas especiais, aos cabos protendidos e a injeção da calda de cimento no interior das bainhas, a verificação da relaxação das cordoalhas dos estais e da cablagem do concreto protendido, as defensas em elastômero de amortecimento dos choques de embarcações, assim como todos os componentes da obra. “Uma série de provas de carga, com as fundações, com as vigas e com a obra pronta mas ainda não entregue ao tráfego, deve ser providenciada como forma segura e funcional para aquilatar se as considerações de projeto estão se verificando dentro dos limites aceitáveis”, completa. 