

# Carlos Henrique Siqueira

O engenheiro Carlos Henrique Siqueira formou-se na Universidade Federal da Paraíba, em 1971, e veio para o Rio de Janeiro para fazer mestrado, com a intenção de lecionar na UFPB.

Todavia, a Ponte Rio-Niterói, em construção, apareceu em seu caminho. Lá, ele trabalhou na supervisão da obra e como chefe na divisão de ensaios e pesquisas durante a construção e, posteriormente, a partir de 1979, como coordenador e responsável técnico pela vistoria e manutenção da Ponte.

Nesta entrevista, ele nomeia os engenheiros responsáveis pela obra, comenta sobre as novas tecnologias usadas na sua construção, explica as razões para a adoção das soluções estruturais e não se furta a comentar o acidente fatal no teste de carga dos tubulões e a avaliar a intervenção governamental na gestão da obra.

**IBRACON** CONTE SUA TRAJETÓRIA PROFISSIONAL DE ENGENHEIRO CIVIL FORMADO NA PARAÍBA, VINDO PARA O RIO DE JANEIRO PARA FAZER PÓS-GRADUAÇÃO, MAS ASSUMINDO CARGO DE ENGENHEIRO DE OBRAS DA CONSTRUÇÃO DA PONTE RIO-NITERÓI, ONDE AINDA ATUA COMO CONSULTOR DA CONCESSIONÁRIA ECOPONTE.

| **CARLOS HENRIQUE SIQUEIRA** | Graduei-me em engenharia civil pela Universidade Federal da Paraíba, em 21 de dezembro de 1971, e no dia 1º de janeiro de 1972 eu chegava ao Rio de Janeiro para fazer curso de Pós-Graduação na COPPE, da UFRJ. A minha ideia era fazer o mestrado em Estruturas, para retornar a João Pessoa e lecionar na UFPB, pois durante a graduação eu fui monitor da cadeira Resistência dos Materiais.

Em setembro de 1972, ao findar parcialmente a Pós-Graduação, recebi convite de um grande economista que atuava nos domínios da Ponte Rio-Niterói, para trabalhar na construção da ponte, ou no Metrô do Rio. Esse economista, Américo Matheus Florentino, era muito amigo e parente do arquiteto Mário Glauco Di Lascio, casado com uma prima minha, que moravam na Paraíba. Não preciso informar a minha escolha. Em 26 de outubro de 1972, passei a integrar o contingente de 200 engenheiros que trabalhavam na construção da ponte.



**IBRACON** QUAIS PROFISSIONAIS MAIS MARCARAM SUA EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL NA CONSTRUÇÃO DA PONTE, NO ACOMPANHAMENTO DE SEU DESEMPENHO E NA SUA MANUTENÇÃO, E QUAIS LIÇÕES APRENDEU COM ELES?

| **CARLOS HENRIQUE SIQUEIRA** | Ao responder esta indagação presto uma homenagem àqueles que foram verdadeiras relíquias no meu início de carreira, mas tenho receio de olvidar outros não menos importantes. À época construtiva eu atuava na supervisão da obra. O meu primeiro chefe direto foi o engenheiro Paulo Pires, uma figura humana incomparável, tornando-se um verdadeiro



## O DESASTRE SE DEU POR OCASIÃO DE UMA PROVA DE CARGA COM TUBULÕES DE 1,80 M DE DIÂMETRO E 22 M DE ALTURA, PARA TESTAR A CAPACIDADE PORTANTE DO TERRENO



pai profissional. O Walter Pfeil veio em seguida, quando comecei a chefiar a divisão de ensaios e pesquisas da Supervisão da Obra. Destaco, também, o João de Lima Acioly, que era o Supervisor Geral da Construção. O Luís Otávio de Araújo Teixeira também marcou os meus serviços na ponte. Em especial, também destaco os engenheiros Antonio Alves de Noronha Filho e Ernani Diaz; aquele me colocou na chefia da divisão de ensaios e pesquisas, e o Ernani até os dias atuais é uma referência para mim, por sua capacidade intelectual, seus infindáveis conhecimentos de engenharia e pela humildade.

De todos aqui mencionados apenas o Ernani Diaz ainda se encontra em plano terreno. Todo esse contingente me ajudou muito no desempenho das minhas funções, cada qual com as suas especificidades. Para mim, essa época é atemporal. Posteriormente, quando do início das vistorias e manutenções, destaco os engenheiros Mauro Vieira (pai do atual Ministro das Relações Exteriores) e Antônio Aurelino dos Santos Cruz, chefe e sub-chefe, respectivamente, da R7/8 do DNER, que fiscalizava diretamente essas atividades, o engenheiro Eugene Peter Rausa, da empresa norte-americana HNTB, que atuou de 1979 até 1986, o engenheiro Aguinaldo Siqueira Filho, de 1983 até 1989, que juntamente com o Rausa respondiam pela manutenção dos vãos metálicos, e novamente o engenheiro Ernani Diaz, sempre disposto a contribuir com os seus volumosos e preciosos ensinamentos acerca da maior obra de arte do Hemisfério Sul. Finalmente, o engenheiro Mário Jaime dos Reis Vila Verde, profissional exemplar. Sorte minha, ter tido como companheiros de trabalho amigos profissionais e técnicos do mais elevado cume, todo esse pessoal de rara qualificação sob todas as ópticas, inclusive humana.

### **IBRACON** COMO OCORREU A CONTRATAÇÃO DOS ENGENHEIROS ANTONIO ALVES NORONHA E BENJAMIN ERNANI DIAZ PARA O PROJETO DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO DA PONTE?

| **CARLOS HENRIQUE SIQUEIRA** | Por ocasião da licitação para o projeto e supervisão da construção da Ponte Rio-Niterói, o então Escritório de Engenharia Antônio Alves de Noronha Ltda fez os estudos de viabilidade junto com as empresas norte-americanas HNTB - Howard Needls Tammen & Bergendoff International Inc, e a Wilber Smith Associates a parte que se refere ao tráfego. O Consórcio formado pelas empresas Noronha e HNTB ficou em segundo lugar na concorrência. A empresa vencedora do certame, todavia, não conseguiu pegar a obra, pois apresentou elevado preço para a sua proposição técnica. O DNER, então, convidou o segundo colocado para assumir os serviços.

### **IBRACON** VOCÊ ESTAVA PRESENTE NA OBRA QUANDO OCORREU O ACIDENTE COM A PROVA DE CARGA QUE ESTAVA SENDO EXECUTADA PELO IPT NUMA DAS FUNDAÇÕES (INCLUSIVE COM A MORTE DE ALGUNS ENGENHEIROS)? A QUE VOCÊ ATRIBUI ESTE ACIDENTE E O QUE DEVERIA TER SIDO FEITO PARA SER EVITADO?

| **CARLOS HENRIQUE SIQUEIRA** | Essa tragédia aconteceu em março de 1970,

quando eu ainda nem pensava que a Ponte Rio-Niterói viesse a fazer parte da minha vida. Todavia, pelas circunstâncias e pelo número de vítimas fatais, o acidente foi comentado durante toda a construção, servindo de exemplo para que cuidados mais que redobrados fossem tomados por todos, de maneira a evitar algo semelhante, por menor que fosse a proporção. O desastre se deu por ocasião de uma prova de carga com tubulões de 1,80 m de diâmetro e 22 m de altura, para testar a capacidade portante do terreno. A carga em utilização de projeto em serviço dos tubulões era de 10.000 kN e era aplicada por um tanque cheio de água bombeada do mar. À época, era considerado o maior teste de carga do mundo. Tudo indica que o motivo gerador do acidente foi a ruptura de um dos tubulões, que eram executados por equipamento Calwell, que não perfurava a rocha.

A prova de carga foi executada pelo primeiro Consórcio Construtor, CCRN, sendo um dos motivos fortes que o levaram a ser destituído da obra, ao que foi substituído pelo Consórcio Construtor Guanabara Ltda, CCGL, que passou a atuar de forma mais vigorosa somente em meados do segundo semestre de 1971. O insucesso das fundações executadas por equipamento inadequado gerou a substituição do Consórcio Construtor Rio-Niterói, em janeiro de 1971. Foram 8 as vítimas fatais, sendo 3 engenheiros, um deles do IPT, de São Paulo. Testes de carga são feitos com aplicação de esforços paulatinamente, medindo-se as deformações em incrementos variados de carregamento, possibilitando avaliar



Conjunto Ilha Flutuante e Equipamento Entubador e Perfurador, atuando na construção de tubulões tipo *Bade-Wirth*

situações disformes em tempo hábil, para evitar acidentes como o que ocorreu. Creio que esta precaução não deve ter sido posta em prática na ocasião. Ao longo de mais de meio século convivendo com a Ponte Rio-Niterói, conversei com vários colegas sobre o número de vítimas fatais durante a construção. Fiz uma avaliação do que sabia e do que me foi confirmado, sempre indagando a um e outro, para melhor certeza do que me era indicado. Ao longo dos 5 anos de obra trabalharam cerca de 200 engenheiros e 10.000 operários ao mesmo tempo. Contabilizei algo em torno de 40 perdas humanas. Se este número é elevado em termos absolutos, em termos relativos não é, ainda mais se for levado em conta que à época pouca importância se dava aos equipamentos de proteção individual. No dossiê histórico da construção da ponte, há fotos com

Consórcio CCGL logo no início da retomada da construção da ponte. O “pano de fundo”, ou a “gota d’água” da retirada do Consórcio CCRN, não resta a menor dúvida que foi o acidente com a prova de carga dos tubulões, comentado no item anterior. Além de equipamentos obsoletos e não funcionais, equipe administrativa com baixo desempenho, dificuldade no trato com a supervisão, precariedade na desenvoltura da obra, baixa qualidade dos serviços com reflexos em trechos já edificados que necessitaram de reforços estruturais, não se observava qualquer movimento que indicasse a metamorfose da situação, agravada dia após dia, culminando na intervenção do governo com a criação da empresa ECEX para administrar a nova fase da construção. A “herança” deixada pelo CCRN gerou a necessidade de uma avaliação técnica pormenorizada do que estava por ele edificado, ao que logo foram notados trechos deficitários em qualidade técnica, carentes de reparos. Dois vãos de aduelas no Trecho sobre o Mar tiveram que ser reforçados com perfis metálicos no interior, devido a problemas estruturais. Ao assumir a gestão da obra, a ECEX convidou o CCGL, que havia ficado em segunda posição na licitação para construção da ponte, para assumir a construção. Há um chavão popular que diz “o menor preço não necessariamente é o melhor preço”. Isso se encaixa com perfeição na história construtiva da ponte. Essa situação, incluindo paralização da obra por 6 meses, criação da ECEX por carência imperiosa dada a realidade caótica do momento, destituição e desapropriação do CCRN, convite e participação do novo Consórcio Construtor CCGL, proporcionou acréscimo ponderável no custo final da obra.

operários trabalhando de sandália, de bermuda, sem capacete, sem luvas, sem óculos, enfim, totalmente desprotegidos.

**IBRACON** **QUAIS LIÇÕES DE ENGENHARIA PODEM SER TIRADAS DA CRISE COM O CONSÓRCIO VENCEDOR, FORMADO POR FERRAZ CAVALCANTI, COMPANHIA CONSTRUTORA BRASILEIRA DE ESTRADAS, SERVIX DE ENGENHARIA E EMPRESA DE MELHORAMENTOS E CONSTRUÇÃO, SUA DESAPROPRIAÇÃO E A CONTRATAÇÃO DO CONSÓRCIO CONSTRUTOR GUANABARA, FORMADO POR CAMARGO CORRÊA, MENDES JÚNIOR, CONSTRUTORA RABELLO E SÉRGIO MARQUES DE SOUZA, SEGUNDO COLOCADO?**  
**| CARLOS HENRIQUE SIQUEIRA |**

Historicamente, deve ser destacado que a empresa Sobrenco, do grande engenheiro Sergio Marques de Souza, desligou-se do

“

A “HERANÇA” DEIXADA PELO CCRN GEROU A NECESSIDADE DE UMA AVALIAÇÃO TÉCNICA PORMENORIZADA DO QUE ESTAVA POR ELE EDIFICADO, AO QUE LOGO FORAM NOTADOS TRECHOS DEFICITÁRIOS EM QUALIDADE TÉCNICA

”



## COM A RETIRADA DO CCRN E O INGRESSO DO NOVO CONSÓRCIO CCGL, LOGO FOI PROPOSTA A EXECUÇÃO DOS TUBULÕES EM CONCRETO ARMADO, MEDIANTE CONCRETAGEM SUBMERSA, EXECUTADOS COM EQUIPAMENTOS BADE-WIRTH



### **IBRACON** POR QUE OCORREU A CONTRATAÇÃO DAS EMPRESAS ALEMÃS BADE E WIRTH PARA FAZER A PERFURAÇÃO EM ROCHA E CRAVAÇÃO DOS TUBOS DE 477 TUBULÕES?

| **CARLOS HENRIQUE SIQUEIRA** |

Dentre o elenco de problemas ocorrido com a atuação do Consórcio CCRN, talvez o determinante em seu afastamento da obra esteja relacionado com as fundações. Logo após a concorrência em que foi declarado vencedor, esse Consórcio sugeriu a mudança do projeto de fundações, alegando a impossibilidade de obtenção dos equipamentos necessários ao posicionamento dos tubulões, face ao exíguo tempo por ele indicado no cronograma físico da obra. Posteriormente, o CCRN não conseguia, após várias tentativas, que os martelos vibratórios cravassem as camisas metálicas, tudo isso em atendimento ao próprio projeto por ele sugerido. Esse processo executivo exibiu-se inconveniente e até mesmo impraticável, sob várias ópticas, mas fundamentalmente por conta de que era impossível cravar as camisas metálicas em solo resistente sem prévia escavação, o que tornava embaraçosa a sequência executiva. Com a retirada do Consórcio CCRN e o ingresso do novo Consórcio CCGL, logo foi proposta a execução desses tubulões em concreto armado, mediante concretagem submersa, assentes em rocha pouco decomposta, sem alargamento de base e executados com equipamentos Bade-Wirth. Destaca-se que, pela primeira vez no Brasil, foi usado esse processo, na construção da Ponte Rio-Niterói. No procedimento Bade-Wirth, a escavadora

Wirth desempenha o seu papel mediante broca rotativa desagregadora, ao que a entubadora Bade crava um tubo de aço aberto na rocha, com 2,20 m de diâmetro, para posterior colocação da camisa metálica de 1,80 m, que serviu de fôrma perdida. O espaço compreendido entre a camisa metálica do tubulão e o terreno era preenchido com areia. A camisa metálica que serve de fôrma para a concretagem submersa dos tubulões foi considerada como elemento resistente a partir de 5,00 m abaixo do nível do terreno não sujeito à corrosão.

### **IBRACON** COMO ERA A RELAÇÃO ENTRE OS ENGENHEIROS BRASILEIROS E OS CONSULTORES ESTRANGEIROS DURANTE A CONSTRUÇÃO DA PONTE? QUAIS CONHECIMENTOS E TECNOLOGIAS FORAM TRANSFERIDOS POR MEIO DESSA RELAÇÃO?

| **CARLOS HENRIQUE SIQUEIRA** | Fundamentalmente, o maior contingente de engenheiros de outros países era de origem inglesa e norte-americana, por conta de os vãos centrais terem superestrutura metálica. Os britânicos eram responsáveis pela fabricação e montagem dos vãos em aço, e os da terra do Tio Sam tinham a égide técnica do projeto desse trecho sobre a Baía de Guanabara. Porém, outros consultores internacionais aqui estiveram, incluindo os engenheiros Stratful e Tutthil, respectivamente responsáveis pelas pesquisas sobre corrosão e durabilidade do concreto submerso. Destaca-se, também, o engenheiro José Marecos, do LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil, de Lisboa, Portugal. A herança técnica deixada por esses consultores foi inestimável, especialmente para mim, que ao longo desses 50 anos venho colocando em prática tudo o que me foi passado na inspeção e manutenção das estruturas da ponte. Até os dias atuais, ainda são usados os extensômetros acústicos de corda vibrante embutidos no concreto das aduelas, para conhecimento das deformações unitárias e o posterior nível de tensões atuantes. A informação do engenheiro Richard Stratful de que apenas após 50 anos de destruição completa das camisas metálicas dos tubulões, é que o concreto submerso poderá apresentar os primeiros sinais de corrosão, está caminhando para uma realidade.

### **IBRACON** QUAIS AS ESPECIFICIDADES DAS 1.142 LONGARINAS PRÉ-MOLDADAS E PROTENDIDAS (VIGAS BARRIGUDAS)? POR QUE HOUE A OPÇÃO POR ESTE FORMADO DE LONGARINA? QUAIS FORAM AS EMPRESAS FORNECEDORAS?

| **CARLOS HENRIQUE SIQUEIRA** | As lajes dos Acessos Rio de Janeiro e Niterói estão assentes em longarinas pré-moldadas e protendidas conhecidas popularmente por “barrigas de peixe” ou “barrigudas”, sem transversinas intermediárias, mas tão apenas nas cabeças das vigas, nos apoios. Existem 3 tipos de longarinas “barrigudas”, a saber: tipo A, com comprimento oscilando entre 15,50 m e 23,45 m; tipo B, variando entre 27,50 m e 36,40 m; e tipo C, de 36,90 a 55,84 m. A escolha do tipo a ser usado era função do vão a vencer e, em alguns casos, também do gabarito a ser deixado livre abaixo da parte mais inferior da viga. Além de formarem um bom partido estético, elas carregam



como pontos positivos o fato de toda a cablagem ser ancorada nas extremidades, protensão completa no canteiro de fabricação, menor peso para transporte e menor consumo de concreto, tensão de compressão uniforme na extremidade da viga e resistência à flexão constante ao longo do vão.

O sistema de protensão foi o da empresa francesa Freyssinet, à ocasião representada no Brasil pela STUP – Sociedade Técnica para Utilização da Protensão, sediada no Rio de Janeiro. Em toda a ponte há cerca de 43.000 cabos protendidos, cujos fios das cordoalhas, dispostos longitudinalmente, dariam para dar 3,5 vezes a volta ao Planeta Terra.

### **IBRACON** QUAIS AS ESPECIFICIDADES DAS TRANSVERSINAS E ADUELAS PRÉ-MOLDADAS?

#### QUAIS FORAM AS EMPRESAS FORNECEDORAS?

| **CARLOS HENRIQUE SIQUEIRA** | Na ponte somente existem transversinas nos extremos das longarinas “barrigas de peixe”, nas aduelas de apoio sobre os pilares, ligando os dois caixões, e no Elevado da Avenida Rio de Janeiro, no Trecho conhecido como Reta do Cais, especificamente no segmento denominado Moega. As aduelas eram fabricadas no canteiro do Fundão e estocadas até a hora do embarque em balsa para montagem. São 3.250 aduelas, sendo 3.000 correntes, 182 de apoio e 68 de articulação.

Além de protendidas, elas foram coladas com resina epóxi, sendo usadas 230 t desse material. O  $f_{ck}$  das aduelas era 30 MPa, para as correntes e de articulação, e 35 MPa para as de apoio. Para acelerar o processo de produção, a partir de uma determinada época todas foram fabricadas com 35 MPa.

O Consórcio CCGL era responsável pela fabricação, transporte e montagem na frente de serviço, mediante treliça da empresa francesa Campenon Bernard.

### **IBRACON** POR QUE O CONSÓRCIO OPTOU POR MONTAR ADUELAS PRÉ-MOLDADAS EM BALANÇOS SUCESSIVOS, COLADAS COM EPÓXI, PROTENDIDAS LONGITUDINAL E TRANSVERSALMENTE? QUEM FORAM OS RESPONSÁVEIS PELA EXECUÇÃO DA PROTENSÃO?

| **CARLOS HENRIQUE SIQUEIRA** | Inicialmente, pensei que o Noronha e o Ernani, projetistas da ponte, tivessem tomado como exemplo o Viaduto de Chillon, na Suíça, que posteriormente veio a apresentar problemas sérios com reação álcali-agregado. Para ter certeza da resposta, conversei com o Ernani e logo ele aclarou que duas obras foram tomadas como exemplo, a saber: a ponte colada de Oleron, na França, com vãos de 79,00 m, projeto de Jean Muller e construção da empresa Campenon Bernard, e a ponte colada no Vale do Rio Sieg, na Alemanha, com vãos de 100,00 m moldados “*in situ*”.

No caso da Ponte Rio-Niterói, cada “*fleau*” (término da montagem de 16 aduelas em cada caixão de concreto da ponte, que formava um vão entre pilares), contempla 21 cabos negativos em cada banzo superior da alma e 7 cabos positivos no banzo inferior. Ao todo, portanto, são 56 cabos protendidos longitudinais em cada *fleau*.

Ainda há que ser levado em conta as barras Macalloy, que se encontram no interior de cada aduela, instaladas durante o processo de produção em série, e que serviam para combater os esforços cortantes. No sentido transversal, as aduelas também são protendidas, com cabos espaçados em 0,96 cm.

O processo em balanço sucessivo da montagem das aduelas mostrou-se extremamente prático e permitiu avançar bastante a construção da ponte, no que tange à superestrutura do Trecho sobre o Mar. Todo o processo fazendo uso da armadura ativa foi executado pela Freyssinet.

### **IBRACON** QUAIS AS CARACTERÍSTICAS DOS CONCRETOS USADOS NA CONCRETAGEM DOS TUBULÕES E DOS BLOCOS DE COROAMENTO EM TERMOS DE SUA DURABILIDADE? QUEM FORAM OS RESPONSÁVEIS PELA DOSAGEM, PRODUÇÃO, CONTROLE TECNOLÓGICO E LANÇAMENTO DE 77 MIL METROS CÚBICOS DE CONCRETO SUBMERSO DAS FUNDAÇÕES DA PONTE?

| **CARLOS HENRIQUE SIQUEIRA** | À época construtiva da ponte, não havia Cimento Portland Resistente a Sulfatos. Uma indústria cimenteira de nome comercial “Paraíso” resolveu produzir esse tipo especial de aglomerante hidráulico, para o que as análises químicas sempre exibiam um teor de aluminato tricálcico em torno dos 5%. Isso foi determinante na dosagem do concreto elaborada no laboratório da obra, assim como o processo de adensamento, estabelecido para ser autoadensável, junção perfeita para

“

A INFORMAÇÃO DO ENGENHEIRO RICHARD STRATTFUL DE QUE APENAS APÓS 50 ANOS DE DESTRUIÇÃO COMPLETA DAS CAMISAS METÁLICAS DOS TUBULÕES, ESTÁ CAMINHANDO PARA UMA REALIDADE

”

“

É INCRÍVEL COMO UMA OBRA PROJETADA NOS ANOS 60 JÁ PENSASSE DE FORMA TÃO ENFÁTICA EM DURABILIDADE, GARANTINDO VIDA LONGEVA À PONTE

”

um concreto combater os efeitos maléficos dos sais cloretos e sulfatos, associada a uma relação água/cimento não superior a 0,4 l/kg.

Em adição, e não menos importante, foi a espessura de cobrimento da armadura, estabelecida em projeto com 9,00 cm. Por outro lado, as camisas metálicas dos tubulões também auxiliam sobremaneira evitando o contato do concreto com as águas do mar.

Quanto aos blocos, esses são protegidos pelas “saías” e “lajinhas” em concreto armado, que serviram de fôrma.

Havia algumas centrais de concreto flutuantes, responsáveis pela confecção dos tubulões, blocos e pilares, de tal maneira que o próprio Consórcio Construtor CCGI era o responsável pela produção do concreto em todas as suas etapas (mistura, transporte, lançamento, adensamento e cura).

O controle da qualidade do concreto era realizado pela empresa Geotécnica S/A, que fazia uso de um laboratório no canteiro central da obra situado na Ilha do Fundão, próximo à Cidade Universitária. É incrível como uma obra projetada nos anos 60 já pensasse de forma tão enfática em durabilidade, garantindo vida longa à ponte. Os engenheiros Antônio Alves de Noronha Filho e Ernani Diaz são responsáveis por esse pioneirismo, em época cujo termo sustentabilidade sequer era ouvido.

**IBRACON** O CONCRETO DOS TUBULÕES E DOS BLOCOS DE COROAMENTO TEM RESPONDIDO BEM COM A PASSAGEM DO TEMPO? QUAIS SÃO AS

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS TÍPICAS E SEU GRAU DE RISCO PARA O DESEMPENHO DA PONTE?

QUAIS MEDIDAS TÊM SIDO TOMADAS PARA ERRADICAR ESSAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS?

| CARLOS HENRIQUE SIQUEIRA |

Os 1.138 tubulões que formam as fundações do Trecho sobre o Mar foram confeccionados mediante a utilização de fôrmas metálicas consideradas perdidas, com 1,80 m de diâmetro e 10 mm de espessura de chapa.

Os blocos tiveram como forma inferior uma “lajinha” de concreto armado, e lateralmente “saías” pré-moldadas também em concreto armado.

Isto posto, a infraestrutura (tubulões e blocos) dos 8.836,00 m do segmento sobre a Baía de Guanabara não sofre diretamente a ação deletéria da água contendo cloretos e sulfatos. Em assim

sendo, enquanto as camisas metálicas não estiverem totalmente destruídas, assim como as “saías” e as “lajinhas”, o concreto dos tubulões e dos blocos não serão atacados pelas águas do mar. Isso permite afirmar que, no momento, não há qualquer sintoma, por menor que seja, indicativo de declínio da qualidade do concreto dessas peças. Registra-se que o concreto submerso dos tubulões foi dosado com Cimento Portland Resistente a Sulfatos.

**IBRACON** POR QUE FORAM USADAS ESTRUTURAS METÁLICAS NO VÃO CENTRAL VINDAS DA INGLATERRA? A EXECUÇÃO DO VÃO CENTRAL EM CONCRETO SERIA VIÁVEL E RECOMENDÁVEL NA ÉPOCA?

| CARLOS HENRIQUE SIQUEIRA |

Quando da elaboração dos estudos



Vigas “barrigudas ou barriga de peixe” compondo a superestrutura do Acesso Rio de Janeiro



Montagem de aduelas pelo processo dos balanços sucessivos no Trecho sobre o Mar

de viabilidade construtiva da Ponte Rio-Niterói, várias opções foram ventiladas para a ligação dos dois topônimos. Uma delas, apenas para citar um exemplo, indicava a união partindo da Ponta do Calabouço, no Rio de Janeiro, e Gragoatá, em Niterói. Esse percurso tinha cerca de 4 km, bem inferior aos 14 km atuais entre os seus extremos mais longínquos. No entanto, tal solução esbarrava na interferência operacional de pousos e decolagens do aeroporto Santos Dumont, e logo foi descartada. Várias outras alternativas foram consideradas, mas sempre inviabilizadas por conta do mesmo conflito. Ao ser definida a solução atual, houve postulações inerentes às navegações

Para o início da construção, entretanto, o governo brasileiro necessitava de empréstimo em instituições internacionais, de tal maneira a viabilizar o empreendimento em sua jornada inicial. Daí, surgiu o grande interesse do Reino Unido em financiar o empreendimento, mediante a contrapartida da compra do aço em unidade fabril da Inglaterra, levando em conta também que aquele país considerava a obra como “Prestige Project”, de reconhecida fama internacional. O Banco Rotschild, de Londres, foi a instituição financeira que emprestou US\$ 22.000.000 para início da construção. Tenho todas as “démarches” (tratativas) entre o governo brasileiro e os investidores ingleses, matéria primorosa cedida pelo engenheiro Thomas João Larics Landau, então vice-diretor do DNER, que se junta a tantos outros documentos históricos sobre a Ponte Rio-Niterói, maior obra de arte do Hemisfério Sul.

**IBRACON** POR QUE UMA OBRA PREVISTA PARA SER CONCLUÍDA EM DOIS ANOS FOI FINALIZADA EM CINCO ANOS E COM QUATRO VEZES OS RECURSOS FINANCEIROS PREVISTOS?

| CARLOS HENRIQUE SIQUEIRA | Não me recordo de ter lido, ou mesmo escutado, que a ponte teve prevista a sua conclusão em 2 anos. Nem mesmo nos dias atuais, onde novas tecnologias e equipamentos são bem mais funcionais que os de outrora, a construção em 2 anos seria viável.

“

EM FUNÇÃO DO LONGO COMPRIMENTO ENTRE OS PILARES 100 E 101, FORMADORES DO CANAL PRINCIPAL, NÃO HAVIA SOLUÇÃO POSSÍVEL EM CONCRETO, DADA ÀS CONDICIONANTES IMPOSTAS PARA ALTURA MÁXIMA DA PONTE

”



LEVANDO EM CONTA A PONTE TOTALMENTE CHEIA DE VEÍCULOS, EM AMBOS OS SENTIDOS, O ACRÉSCIMO DE PESO EM RELAÇÃO AO PESO PRÓPRIO DA PONTE SERIA INSIGNIFICANTE, DA ORDEM DE 1,33%



A ponte levou 5 anos para ser inaugurada, mas a construção ficou pelo menos 6 meses parada, por condicionantes de uma série negativa de fatores observada com o primeiro Consórcio Construtor, tanto no que concerne ao aspecto técnico quanto administrativo.

O governo brasileiro, nesse interregno, criou a ECEX – Empresa de Construção e Exploração da Ponte Presidente Costa e Silva – ligada ao Ministério dos Transportes, posteriormente denominada Empresa de Engenharia e Construção de Obras Especiais. Pode-se afirmar, sem qualquer receio, que a partir da criação da ECEX a obra realmente exibiu à sociedade que iria ser edificada.

Quanto ao aspecto pecuniário, estima-se, com boa precisão, que ao ser inaugurada em 04 de março de 1974, a ponte tenha custado aos cofres públicos cerca de US\$ 400.000.000. Nos dias atuais, a mesma ponte com as mesmas características não custaria menos que 8 bilhões de dólares.

#### **IBRACON** QUAIS REFORÇOS DA ESTRUTURA FORAM FEITOS PARA QUE A PONTE COMPORTASSE QUASE TRÊS VEZES A ESTIMATIVA INICIAL DE 50 MIL VEÍCULOS POR DIA?

| **CARLOS HENRIQUE SIQUEIRA** | Durante os estudos iniciais, incluindo a estimativa de tráfego de veículos sobre a ponte, a previsão era de que após 13 anos de inaugurada, ou seja, em 1987, a ponte estaria sendo usada diariamente por cerca de 35.000 automotores, considerando veículos leves, ônibus, veículos pesados e motocicletas. Naquele ano, o número de veículos que passou na ponte atingiu cerca de 50.000 unidades, portanto um acréscimo de aproximadamente 43%. Em projeto, e durante pelo menos 15 anos, a velocidade máxima permitida na ponte era de 120 km/h.

Como a ponte foi concebida com 3 faixas de tráfego e um recuo, em cada sentido, no início do século XXI promove-se o encurtamento da largura das faixas, fato possibilitado pela eliminação da área de recuo, passando a ter 4 faixas, em cada sentido, no Trecho sobre o Mar e no Elevado da Avenida Rio de Janeiro, popularmente conhecido como Reta do Cais. Tal medida ajudou a melhorar a fluidez do trânsito, mas devido ao volume atual de 180.000 veículos diários, nos dois sentidos, esse benefício já não é mais tão significativo.

Levando em conta a ponte totalmente cheia de veículos, em ambos os sentidos, o acréscimo de peso em relação ao peso próprio da ponte seria insignificante, da ordem de 1,33%, o que em nada afetaria as infra, meso ou superestruturas.

Especificamente, quando da construção de baias operacionais suspensas incorporadas a alguns vãos do Trecho sobre o Mar, houve a necessidade tão apenas de reforço de uma das quatro faces dos pilares, exatamente aquela da extremidade onde ocorreram os ajustes para apoiabilidade da nova estrutura.

Nada além disto foi necessário em termos de reforço estrutural.

Quando da elaboração de projeto conceitual para implementação na ponte de um sistema de transporte de massa tipo VLT, sugerido anos anteriores, ficou comprovado que tão apenas os pilares seriam reforçados, ficando a infraestrutura composta por tubulões e blocos de coroamento com as configurações estruturais do projeto original.

#### **IBRACON** SUPONDO-SE QUE O TRÁFEGO DIÁRIO DE CARROS AINDA POSSA ATINGIR UM NÚMERO BEM MAIOR DO QUE O ATUAL, HÁ A PREVISÃO DE NOVAS INTERVENÇÕES (REFORÇOS) NA ESTRUTURA DA PONTE?

| **CARLOS HENRIQUE SIQUEIRA** | Não há a menor possibilidade de que a ponte venha a ser reforçada por conta de acréscimo de volume de tráfego, conforme explicitado anteriormente. Fisicamente, tem-se uma área de tabuleiro que não comporta mais veículos do que as dimensões oferecem, portanto o impacto seria diretamente na óptica operacional, e jamais no campo estrutural. Conquanto seja apenas ideias longínquas, já foi mencionado, em reunião sem qualquer cunho oficial, que em caso de saturação plena por veículos da atual ponte, somente a construção de uma nova obra de arte especial ligando os dois topônimos, partindo da Ilha do Fundão, no Rio de Janeiro, e derivando até a cidade de São Gonçalo, nas cercanias de Niterói, com cerca de 18 a 20 km, seria a solução. Tenha ou não qualquer fundamento, é assim que as ideias ganham corpo e os devaneios se materializam. ☺