

PONTE RIO-NITERÓI

(Ponte Presidente Costa e Silva)

Um Marco em nossa Engenharia



CORONEL QEM

FERNANDO DE CASTRO VELLOSO

A ideia de estabelecer ligação contínua entre as cidades do Rio de Janeiro e Niterói, alimentada por muitos anos desde o Brasil Colônia, começou a adquirir contornos de realidade nos tempos do Império.

Com efeito, já em 1878, as dificuldades de financiamento junto ao governo inglês impediram de ir à frente estudos em andamento para construção de um túnel ferroviário, ligando o Calabouço (Rio) à Gragoatá (Niterói). No passar dos anos, foram elaborados, sucessivamente, projetos de pontes, em 1932 (engenheiro Melo Marques) e em 1943 (engenheiro Duarte de Oliveira). Em 1952 e em 1959, foram abertas

concorrências internacionais, visando à possível construção de túnel, solução apontada, à época, como a mais adequada às exigências da defesa nacional.

Finalmente, a ideia vicejou: com base nos estudos elaborados por um Grupo de Trabalho, foi publicado o Decreto 57.555/65, constituindo a Comissão Executiva da Ponte Rio-Niterói, integrada por representantes do Ministério de Viação e Obras Públicas (MVOP), do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER), do Estado-Maior das Forças Armadas (EMFA) e dos governos dos Estados da Guanabara e do Rio de Janeiro.

Em 1967, ao assumir a Pasta dos Transportes, o ministro Mário Andreazza trazia em suas diretrizes a firme decisão de construir a Ponte Rio-Niterói. Determinou, então, cuidadosa análise de toda a documentação disponível sobre a ligação entre as cidades, de modo a obter respostas a todos os quesitos relevantes a obra de tamanha envergadura, tendo o DNER contratado, para tal, a elaboração de estudo de viabilidade técnica e econômica a um consórcio constituído por empresas nacionais e internacionais.

Obtida a concepção estrutural e elaborado um anteprojeto técnico, o estudo de viabilidade apresentou estimativa inicial de custos e quantificou benefícios decorrentes da obra.

Em 21 de agosto de 1968, equacionado o problema atinente ao pagamento do investimento, o Presidente da República aprovou Exposição de Motivos conjunta dos Ministros de Estado do Planejamento, da Fazenda e dos Transportes e encaminhou

ao Legislativo projeto de lei que autorizava a construção.

A ponte, posteriormente batizada de Ponte Presidente Costa e Silva, viria, em futuro muito breve, fazer parte de importante conjunto de obras viárias realizadas à época pelo Ministério dos Transportes e concretizar secular aspiração dos habitantes do Rio de Janeiro e de Niterói, constituindo-se, ademais, em importante elo na continuidade da BR-101, rodovia que estabelece ligação do saliente nordestino com o extremo sul do país.

O TRAÇADO DA PONTE

A Ponte Presidente Costa e Silva une a Ponta do Caju, no Rio de Janeiro, à Avenida do Contorno, em Niterói, sobre a Baía de Guanabara. Antes de sua construção, o tráfego rodoviário entre as duas cidades era feito por mais de 120 quilômetros de estrada, ou utilizando-se balsas, solução sempre trabalhosa.



O traçado da Ponte Presidente Costa e Silva sobre carta na escala 1:50.000, lançado a partir da rede local de primeira ordem da COSELP.

O traçado escolhido, além de interferir menos no tráfego marítimo local, teve sobre a alternativa Gragoatá-Calabouço as vantagens de permitir custo global inferior e de efetuar a ligação de zonas periféricas das duas cidades, aliviando, assim, os centros urbanos do Rio e de Niterói do ônus de tráfego rodoviário mais pesado.

A RESPONSABILIDADE PELA CONSTRUÇÃO

Ao fim de 1968 e início de 1969, em decorrência de licitações públicas, foram assinados os contratos para a execução da obra. A parte de concreto foi adjudicada ao Consórcio Construtor Rio-Niterói e a montagem de superestrutura metálica (adiante comentada) foi confiada a consórcio de firmas estrangeiras.

O pioneirismo e a complexidade da obra deram origem a numerosos problemas técnicos e administrativos que não puderam



Alçando unidade metálica extrema, de 44m.

ser superados prontamente. Por isso, o presidente Médici, atendendo à exposição de motivos do ministro dos Transportes, Mário Andreazza, determinou a reorganização do dispositivo para o prosseguimento das obras.

Em princípio de 1971, foi rescindido o contrato relativo à parte de concreto, que passou a ser confiada ao Consórcio Construtor Guanabara Ltda., constituído pelas empresas Camargo Corrêa, Mendes Júnior e Rabello, e, em 27 de abril daquele ano, criou-se a Empresa de Construção e Exploração da Ponte Presidente Costa e Silva – ECEX, vinculada ao DNER, que recebeu os encargos de condução do empreendimento.

A ECEX assumiu, portanto, a partir dali, o controle e a coordenação dos órgãos de supervisão, consultoria e apoio, destacando-se:



A superestrutura metálica do vão central tem cinco unidades por via: uma no centro do vão (fechamento) de 176m; duas contíguas, de 292 m cada, e duas extremas, de 44m cada, fazendo a união com o concreto.



Consórcio Ponte / Supervisão Rio-Niterói

Era integrado pela firma brasileira Escritório de Engenharia Antônio Alves de Noronha Ltda. e pela inglesa Howard Needles Tammen and Bergendoff International Incorporated, responsáveis, respectivamente, pelo projeto e pela supervisão dos trabalhos, incluídos aí todos os atinentes a concreto e os da superestrutura do vão central, em aço.

Comissão Especial de Locação da Ponte (COSELP)

Assinala a participação do Exército Brasileiro. Presente no empreendimento desde seus primeiros dias, foi a responsável pela locação da diretriz em planta, a partir de levantamento geodésico de altíssima precisão que realizou; pelo estabelecimento de um sistema referencial local de coordenadas geográficas de apoio; pela locação dos pilares da Ponte; pelo nivelamento de precisão milimétrica e por plantas cadastrais em áreas como as que iriam abrigar tangentes e trevos de acesso. Responsável pela precisa locação preliminar do traçado em planta, por locação de todos os pilares, pelo fechamento do nivelamento e por trabalhos em todas as áreas do domínio da obra, a COSELP foi requerida durante toda a construção, tendo, assim, sido o órgão que esteve presente do primeiro ao último dia da construção.

Consórcio Construtor Guanabara Ltda.

Era constituído pelas firmas Construções e Comércio Camargo Corrêa Ltda., Construtora Rabello S.A. e Construtora Mendes Júnior S.A., responsáveis pela execução das estruturas em concreto.

Consórcio da Superestrutura Metálica

Formado pelas firmas Readpath Dorman Long Limited e The Cleveland Bridge and Engineering Company Limited, responsáveis pela fabricação da superestrutura metálica do vão central e por sua montagem sobre os pilares correspondentes.



Longarinas com forma de “barriga de peixe”.

A Ponte apresenta os seguintes trechos:

Acesso Rio, com três rampas;
Tangente Rio (elevado da Av. Rio de Janeiro);
Curva Rio (raio de 1.200m);
Tangente sobre a Baía (passando pelas ilhas de Mocanguê Grande e Caju);
Curva Niterói (raio de 1.200m);
Tangente Niterói (trecho sobre aterro);
Acesso Niterói, com 18 rampas e oito viadutos.

A seguir, estão as equações das três retas e das duas curvas do traçado e, ainda, a distância de um ponto $P(x_0, y_0)$ ao eixo da Ponte*.

Tangente Rio: $y = 1,152\ 4375x - 249\ 044,369$

Curva Rio: $(x - 303\ 145,945)^2 + (y - 98\ 481,405)^2 = 1440\ 000,000$

Eixo da Ponte: $y = -0,099\ 392\ 1155x + 129\ 817,635$

Curva Niterói: $(x - 310\ 332,258)^2 + (y - 97\ 767,083)^2 = 1440\ 000,000$

Tangente Niterói: $y = -0,750\ 0713x + 332\ 238,468$

Distância de um ponto ao eixo:

$$\frac{0,099392\ 1155x_0 + y_0 - 129\ 817,635}{1,004\ 927\ 2574}$$

ALGUNS ASPECTOS DA CONSTRUÇÃO

No elevado da Av. Rio de Janeiro e nas rampas dos acessos Rio e Niterói, foram utilizadas vigas pré-moldadas de concreto protendido, chamadas longarinas, que se apoiam nas travessas de dois pilares consecutivos e cujo número varia em função da largura do seu tabuleiro.

Sobre a Baía de Guanabara, foram utilizadas peças de concreto pré-moldadas denominadas aduelas, alçadas por equipamentos denominados vigas de lançamento. As

aduelas, no topo dos pilares, são denominadas aduelas de apoio. A partir dessas, sucedem-se aduelas correntes, simetricamente dispostas de um e do outro lado do pilar. As aduelas de apoio são ligadas às aduelas correntes por meio de cabos de protensão. A montagem completa do caixão de um vão inclui uma aduela de apoio com 2,8m e 16 aduelas correntes. Assim, o vão usual, de 80 metros, comporta 17 aduelas para cada caixão, ou seja, 34 aduelas no total.

A protensão longitudinal juntamente com resina epóxi são as responsáveis pela união das aduelas, que apresentam peso individual de 110 toneladas, comprimento de 4,8m e largura de 12,9m. Para a preparação dessas aduelas, montou-se uma fábrica na Ilha do Fundão.

Na parte correspondente ao canal de navegação, tendo em vista imposições de diversas ordens, optou-se por superestrutura metálica. Assim, o vão central, com 848 metros e 14.000 toneladas, foi

montado no canteiro da Ilha do Caju. Essa superestrutura é constituída por sete seções (30m, 44m, 200m, 300m, 200m, 44m, 30m); todas foram içadas por macacos hidráulicos até o topo dos correspondentes pilares.

Essa solução foi adotada, entre outros motivos, para atender a requisitos de autoridades navais e aeronáuticas. Aquelas exigiam um vão de 300 metros com dois adjacentes de 200 metros e altura mínima de 60m em relação ao nível médio do mar; a Aeronáutica limitou a altura máxima da estrutura a 72m, também em relação ao nível médio do mar, o que restringiu a altura

* Ao lecionar Geometria Analítica no Prevest (3º Ano do Ensino Médio) do CMB, atividade que desempenhei com elevada satisfação, levava às aulas essas equações, triviais na forma, ressaltando nelas, contudo, os inusitados coeficientes numéricos, capazes de conduzir a resultados milimetricamente precisos que a obra impunha. Por oportuno, ainda se tratando de assunto com que se ocupavam – desta vez na Física – aproveitava para relatar aos jovens alunos - invariavelmente muito interessados – acontecimento marcante ocorrido por ocasião da montagem final da superestrutura metálica, onde lidamos com o efeito da dilatação volumétrica dos corpos.



Montagem do caixão de um vão, com aduelas.

protendido (longarinas), que se apoiam nas travessas dos pilares. Na parte marítima, utilizaram-se as aduelas nos trechos correntes e a estrutura metálica no vão central.

Mesoestrutura – formada pelos pilares e pelas travessas.

Em terra, foram construídos pilares e travessas com formas preparadas no local. No mar, utilizou-se o processo de “formas deslizantes”, em que formas metálicas deslocavam-se à medida que o pilar ia sendo concretado.

Infraestrutura – constituída pelas fundações e blocos de coroamento.

Na parte terrestre, utilizou-se processo tradicional: estacas

da superestrutura a apenas 12 metros.

A grandiosidade do vão principal de 300 metros torna-se mais evidente quando comparada com o estádio do Maracanã: da extremidade inferior dos apoios no fundo da Baía à pista de rolamento, três estádios com as dimensões daquela praça de esportes poderiam ser empilhados.

Estruturas da Ponte

Estruturalmente, observam-se três conjuntos:

Superestrutura – composta pelo tabuleiro e pelas pistas de rolamento.

Como comentado, no elevado da Av. Rio de Janeiro e nas rampas nas duas cidades foram utilizadas vigas pré-moldadas, de concreto

cravadas em terreno resistente, capeadas por blocos de concreto. Na Baía, a pequenas profundidades, utilizaram-se estacas metálicas; nas profundidades maiores utilizaram-se “ilhas flutuantes”, plataformas equipadas com perfuratrizes e guindastes. Cada fundação é encimada por bloco de coroamento, em concreto.

A Ponte Hoje

A obra foi entregue em quatro de março de 1974, com 13,29 quilômetros, dos quais cerca de nove quilômetros sobre a água e 72 metros de altura em seu ponto mais alto, com previsão de um volume diário de 4.868 caminhões, 1.795 ônibus e 9.202 automóveis, totalizando 15.865 veículos. Hoje tem um volume de tráfego superior a 150.000 veículos diários!

Na visão do premiado escritor Zuenir Carlos Ventura:

“Sonho acalentado desde o século XIX, a Ponte Rio-Niterói incorporou-se como mais um cartão-postal à paisagem dessas duas cidades tão pródigas em marcos e símbolos naturais.

Nada mais merecido para uma obra em que não se sabe mais o que admirar, se a forma ou a função, se o engenho ou se a arte”.

A menos de um ano para completar quatro décadas, ainda é considerada a maior ponte em concreto protendido do hemisfério sul e uma das maiores do mundo. No evento

de sua conclusão era a terceira maior, com extensão inferior apenas à Chesapeake Bay Bridge-Tunnel, na Baía Chesapeake, no Estado de Virgínia, e à Causeway, no Lago Pontchartrain, ambas nos Estados Unidos, que haviam sido construídas pouco antes (1964 e 1969, respectivamente).

Desde 1995, ela se encontra entregue à concessionária CCR Ponte S.A., que tem o encargo de administrá-la até 2015. Responsável pela cobrança do pedágio (tarifa atual de R\$ 4,90, unidirecional), a concessionária tem realizado importantes trabalhos de revigoramento e conservação: foi instalado um completo sistema de proteção aos pilares com a implantação de 2.440 defensas elastoméricas; os caixões metálicos do vão central foram reforçados internamente; implantaram-se novos cabos de protensão, proporcionando reforço estrutural; recuperaram-se juntas



4 de março de 1974: presidente Médici e ministro Andreazza inauguram a grande obra.



*“...a forma, a função,
o engenho, a arte”.*

de dilatação; substituiu-se o pavimento asfáltico por concreto no vão central e foi implantado moderno sistema de sinalização, dentre outros importantes serviços que contribuíram para recuperar a Ponte. Uma das mais importantes intervenções da concessionária CCR Ponte foi a eliminação de oscilações verticais de grandes proporções causadas por ventos com velocidades de até 60km/h no vão central.

Esse problema que, em casos limites, chegara a ocasionar a interdição do tráfego foi resolvido com solução específica e conseqüente implantação de ADS – Atenuadores Dinâmicos Sincronizados, reduzindo-se oscilações da ordem de 120cm para 4cm, o que tornou o tráfego mais seguro e eliminou a necessidade de interdição.

As análises, hoje, indicam que a Ponte Rio-Niterói é um dos trechos rodoviários mais seguros do país.

“Com o mesmo ritmo de manutenção, a previsão de serventia plena e segura da Ponte é de mais 100, 150... muitos anos.”

CONCLUSÃO

A Ponte Presidente Costa e Silva, Ponte Rio-Niterói, obra pioneira em dimensões e importância no Brasil, representa um marco na engenharia brasileira, mais uma grande vitória da capacidade de nossa gente.

Alguns de seus números são impressionantes: meio milhão de metros cúbicos de concreto e 32.400 metros cúbicos de concreto asfáltico. À época de sua construção, ela era a terceira maior do

mundo em extensão e hoje ainda ocupa a décima primeira posição!

A atual maior ponte do mundo foi inaugurada, na China, em junho de 2011. Trata-se da Ponte Qingdao Haiwan, sobre a Baía de Jiaodhou, com 42 quilômetros de extensão. Quatro das atuais seis maiores pontes do mundo estão na China e foram construídas de 2005 para cá. Ainda como curiosidade: a ponte mais alta do mundo acaba de ser construída (fim de 2011), também na China. Trata-se da Ponte Siduhe, com um quilômetro de extensão, cuja pista de rolamento está a 355 metros de altura.

O Exército Brasileiro, sempre presente nos momentos marcantes da vida nacional, orgulha-se de, uma vez mais, ter-se feito representar, com relevância, nesse renovado atestado de viva inteligência e grande operosidade que foi a construção da ponte RIO-NITERÓI.

Alguns números da Ponte Presidente Costa e Silva

Extensão: 13.290m

Largura total: 26,20m

Altura do vão central: 72m

Maiores vão em viga reta do mundo

Maiores conjunto de estruturas protendidas das Américas

550.000m³ de concreto - 240.000t de cimento

3.250 aduelas pré-moldadas

13.000t de estruturas metálicas (848m)

43.000 cabos protendidos

140.000km de fios (3,5 voltas à Terra)

103 pilares duplos sobre o mar

247 pilares em terra

1.138 tubulações fundadas no mar

2.440 defensas elastoméricas

Entre dois pilares do vão central, do fundo da Baía à pista de rolamento, três estádios do Maracanã...

Referências

- BRASIL. Ministério dos Transportes. Uma aspiração secular que se torna realidade. 1972.
REVISTA CONSTRUÇÃO PESADA. Nº 35, dezembro de 1973.
REVISTA TRANSPORTE ATUAL. Confederação Nacional dos Transportes. Nº132. 2006.
VELLOSO, F.C. Os trabalhos da Comissão de Locação da Ponte Presidente Costa e Silva (Rio-Niterói). Instituto Militar de Engenharia (IME). Abril/1974 (100 págs).
VELLOSO, F.C. Os trabalhos da COSELP (artigo). Revista do Clube Militar – nº 204 – 1974.
VELIHOVETCHI, N. Recuperação e Manutenção da Ponte Rio-Niterói (15 anos de avanço tecnológico). CCR Ponte. 2010.
WWW.WIKIPEDIA.ORG
WWW.DIALOGOSUNIVERSITARIOS.COM.BR

Cel QEM Fernando de Castro Velloso
Oficial do Exército da Arma de Engenharia - AMAN
Engenheiro Civil e Militar - IME
Mestre em Ciências em Engenharia de Sistemas - IME
Especialização em Hardware e Software nos EEUU - IBM
Pós-graduado em Língua Portuguesa - UCB
Ex-Chefe da COSELP - Comissão de Locação e Nivelamento da Ponte Rio-Niterói.