

A mágica da engenharia no Lago Paranoá

Elegância e delicadeza. Os arcos metálicos da Ponte JK cruzam graciosos o Lago Paranoá e pousam suavemente sobre as águas. A simplicidade do monumento, no entanto, não passa de um artifício de engenharia. Por dois anos e meio, engenheiros, calculistas e operários, num total de mil trabalhadores, se dedicaram a dar vida a um desenho que parecia impossível de se tornar realidade.

"Hoje essa ponte é o cartão-postal de Brasília. E também a obra mais complexa em andamento", afirmou, dias antes da inauguração, José Celso Gontijo, diretor-geral da Via Dragados, que, em consórcio com a Usiminas, foi responsável pela construção.

No início da obra, foram feitas algumas alterações no projeto. Originalmente, a ponte teria duas faixas em cada sentido. Mas projeções sobre a ocupação habitacional indicaram a necessidade de construir mais duas faixas, uma em cada sentido. "Essa medida alivia o tráfego em 65%", diz Gontijo.

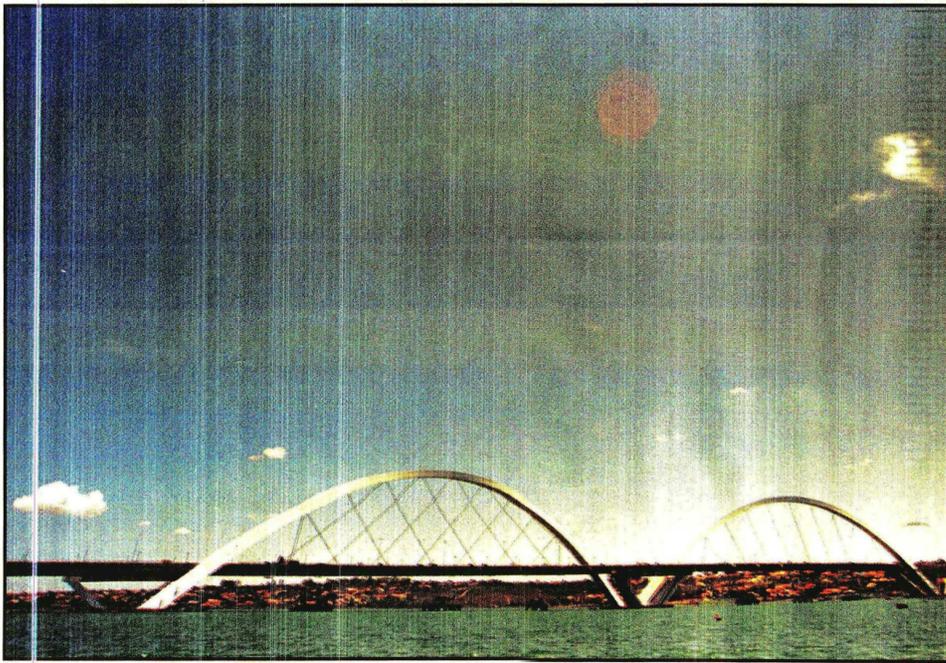
Compor a imagem de leveza sugerida pela ponte foi o maior desafio dos engenheiros. A montagem dos arcos cruzados exigiu muito estudo, pois se trata de uma estrutura que os engenheiros chamam de "equilíbrio instável". Como não estão exatamente na vertical, mas um pouco inclinados, precisam de uma fundação que combata a força horizontal para se manterem em pé.

As bases submersas, maciços de concreto do tamanho de uma quadra de tênis, também exigiram muita pesquisa.

Um dos momentos de maior tensão durante as obras foi quando os arcos foram capacitados para a responsabilidade que lhes foi dada pelo projeto: o de sustentar a ponte, que está 18 metros acima do nível do lago. Os três arcos metálicos, de 240 metros cada, suportam 7.500 toneladas, por meio de 48 feixes de cabos de aço (estais). Cada feixe contém 41 cordoalhas, formadas por cordas de aço de 15,7 milímetros de diâmetro.

Segundo o engenheiro Wilson Amaral, responsável pela execução da obra, cada estai suporta uma carga diferenciada. "Ninguém conhece ainda como se dará o funcionamento dessa ponte", diz o engenheiro Luis Elmar Koenigkan, presidente da Novacap.

Por esse motivo, explica Elmar, a ponte será monitorada durante três anos. Há sensores em todos os estais e nos pontos de carga mais importantes. A finalidade é verificar se os cálculos estruturais estão de acordo com o comportamento da ponte. "A diferença de carga entre os estais tem de ser a mínima possível", diz o presidente da Novacap. Hoje, a variação é de 2%. É normal que a diferença chegue a 15%.



Dois anos e meio depois, o que era projeto em maquete virou realidade. Brasília ganha hoje a obra que vai beneficiar cerca de 450 mil pessoas que moram naquela região

CURIOSIDADES

- ✓ A Ponte JK é sustentada por 48 estais, que são cabos de aço monitorados por sensores que medem a cada instante a carga suportada
- ✓ Só o detalhamento da estrutura metálica consumiu 1.200 projetos
- ✓ Também foram realizadas 1.200 simulações de cargas estáticas e dinâmicas para verificar a estabilidade da ponte
- ✓ O volume de concreto submerso, quase 40 mil m³, seria suficiente para construir 33 prédios de seis pavimentos ou três superquadras
- ✓ A quantidade de aço utilizada é duas vezes superior à utilizada na Torre Eiffel

Para alcançar a façanha de manter o conjunto em pé, foram realizadas 1.200 simulações com cargas estáticas (o peso da ponte) e dinâmicas (tráfego e a força dos ventos, por exemplo). O cálculo teria de neutralizar uma carga horizontal de 3.200 toneladas e suportar todo o peso previsível de uma ponte. Em parceria com a empresa Cowe, da Dinamarca, o coordenador do projeto de engenharia, Mário Vila Verde, chegou à solução com ajuda de consultores. Vila Verde, um velho conhecido de Brasília, foi calculista de obras como o Palácio da Alvorada e o Itamaraty.

Habilidade e destreza também foram necessárias para executar a fundação da ponte. Os quatro

blocos de apoio são submersos. No total, a fundação consumiu 40 mil m³ de concreto, o suficiente para construir 33 prédios de seis pavimentos. Depois de realizar os estudos de profundidade do solo, os engenheiros marcaram quatro pontos para a fixação dos blocos de apoio. Estacas de até 60 metros de comprimento e 1,20 metro de diâmetro foram cravadas em profundidade média de 38 metros. Para a execução das estacas, foram utilizados 12 mergulhadores profissionais que trabalharam em profundidade de até 48 metros no interior das estacas.

Os engenheiros desenvolveram um método inédito para submersão dos blocos. Utilizaram

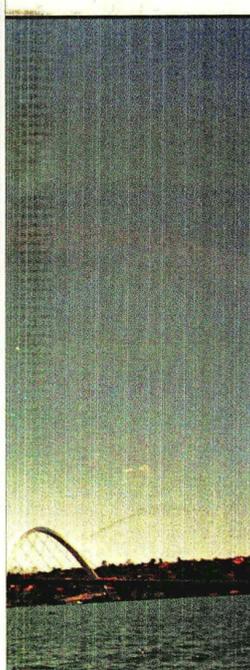
29 macacos hidráulicos com acionamento sincronizado para a descida abaixo do nível da água. "Cada etapa dessa obra foi um grande desafio. Tivemos que usar muita criatividade", disse Hélcio Magela Ferreira, gerente de contratos da obra. Os blocos servem de apoio para os arcos e para os vãos da ponte.

ARCOS QUE NASCEM DO FRIO
A construção dos arcos, que pesam 900 toneladas cada, foi um desafio. "Não havia projeto de montagem. Fomos descobrindo aos poucos", diz Afonso José dos Santos, responsável técnico pela execução. Só depois de analisar 1.200 projetos,

a empresa chegou à melhor solução de detalhamento do arco. "Foi uma sinergia danada, com reuniões diárias sob o sol entre engenheiros, topógrafos e operários", afirma Afonso.

As peças chegaram de Ipatinga (MG), sede da Usiminas. Para a execução, os operários ergueram torres de escoramento em forma de trapézio que permitiam a montagem do arco no local definitivo.

O trabalho, quase sempre realizado à noite, exigia temperatura de 15°C para que as peças de metal, já cortadas e medidas, não sofressem alteração no tamanho em função do clima. A montagem da última peça, no centro do arco, foi o momento mais tenso nessa



que moram naquela região

etapa. "A gente ficava esperando pela temperatura ideal para correr e montar a peça, antes que o clima a alterasse", diz.

Mas as dificuldades não param aí. Todos os equipamentos de apoio tiveram que ser fabricados às margens do Lago Paranoá, porque não havia como transportá-los até Brasília. Os flutuantes, necessários para

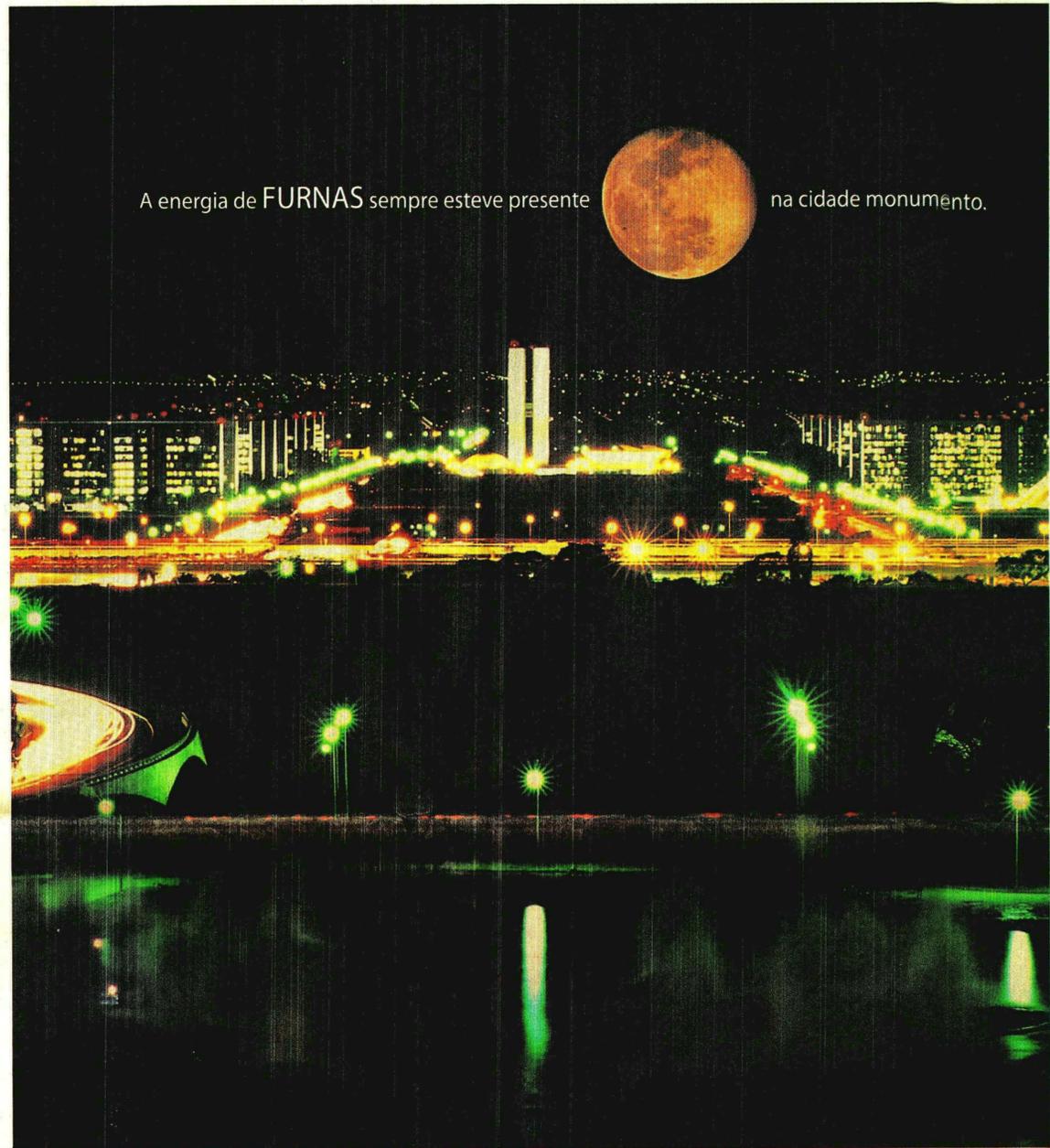
levar as máquinas de trabalho para dentro do lago, foram feitos em um estaleiro improvisado no canteiro de obras.

As pistas também foram montadas em terra e, depois, empurradas para o lago. Foram usados nove apoios provisórios para sustentar a ponte até a conclusão da

montagem dos arcos com a colocação dos estais. Os tabuleiros metálicos são cobertos por uma massa asfáltica importada dos Estados Unidos, que possui características elásticas

✓ Os arcos metálicos medem 240 metros cada e têm altura de 62,70 metros acima do nível do lago

✓ Está localizada sobre uma falha geológica e existem no local 13 tipos diferentes de solos e rochas



A energia de FURNAS sempre esteve presente na cidade monumento.

Vanguarda mundial

O arquiteto carioca Alexandre Chan, 60 anos, não é um iniciante. Formado pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFRJ há 36 anos, ele já projetou centros comerciais, hotéis, clubes, escolas, cinemas, hospitais, bancos, viadutos, estações de metrô, escritórios.

Toda essa versatilidade já resultou em quase 2 milhões de metros quadrados projetados. Desenhou o shopping Rio Sul, em Botafogo, no Rio de Janeiro. Fez estudos para o traçado urbano para uma cidade de 600 mil pessoas na China, em 1994. Fez o projeto de urbanismo e arquitetura para a recuperação ambiental da Praia de Ramos, no Rio de Janeiro, o Piscinão de Ramos.

Mas no concurso para o projeto da ponte, em 1998, Chan era apenas um número, o Estudo

Preliminar número 60, que encantou a comissão julgadora. Seu projeto foi classificado como "criativo e inovador".

Um dos méritos da proposta de Chan, segundo a comissão, é que ele se integra ao meio com delicadeza. "Sua inserção na paisagem e no tecido urbano, como elemento de grande porte, se dá de forma equilibrada e elegante, conseguindo centrar em sua solução — insólita e inusual — uma afirmativa coerente e corajosa que confere à proposta o crédito de excelente contribuição ao binômio arquitetura/engenharia."

O projeto que mereceu tantos elogios, segundo o arquiteto, é resultado de um longo estudo. "Os três sólidos arcos em sequência não representam senão uma composição formal concluí-



Alexandre Chan: "A ponte se parece com a cidade"

da sobre os condicionantes técnicos e as decisões plásticas conseguidas passo a passo", conta Chan.

"Acredito que a Ponte JK conseguiu realinhar, no setor de pontes, a arquitetura e a engenharia nacionais com a vanguar-

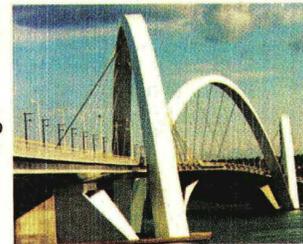
da mundial", diz Chan. Para ele, a ponte não se parece com seu arquiteto, mas com a cidade que a recebeu.

Tensão

Entregar aos 48 cabos de aço o peso da ponte foi a operação mais arriscada da obra. Até a conclusão da montagem dos arcos e da colocação dos cabos, a ponte era sustentada por nove apoios provisórios, com mais de 2.000m³ de concreto e 2.000 toneladas de aço. Há um mês, os engenheiros enfrentaram o momento de iniciar a retirada dos apoios provisórios. Para isso, deveriam deixar que os arcos sustentassem a ponte.

A operação foi lenta. As cargas eram jogadas para os cabos pouco a pouco. A cada acréscimo de peso, os sensores eram verificados para monitorar a diferença de carga entre os cabos de aço, que deveria ser mínima. Quando os cabos já sustentavam 100% do peso (7.500 toneladas), um momento de tensão. As pistas se descolaram um centímetro dos apoios provisórios. A ponte já estava suspensa.

Agora vai estar também em mais um monumento da cidade.



Ponte JK.

