

INGENIUM

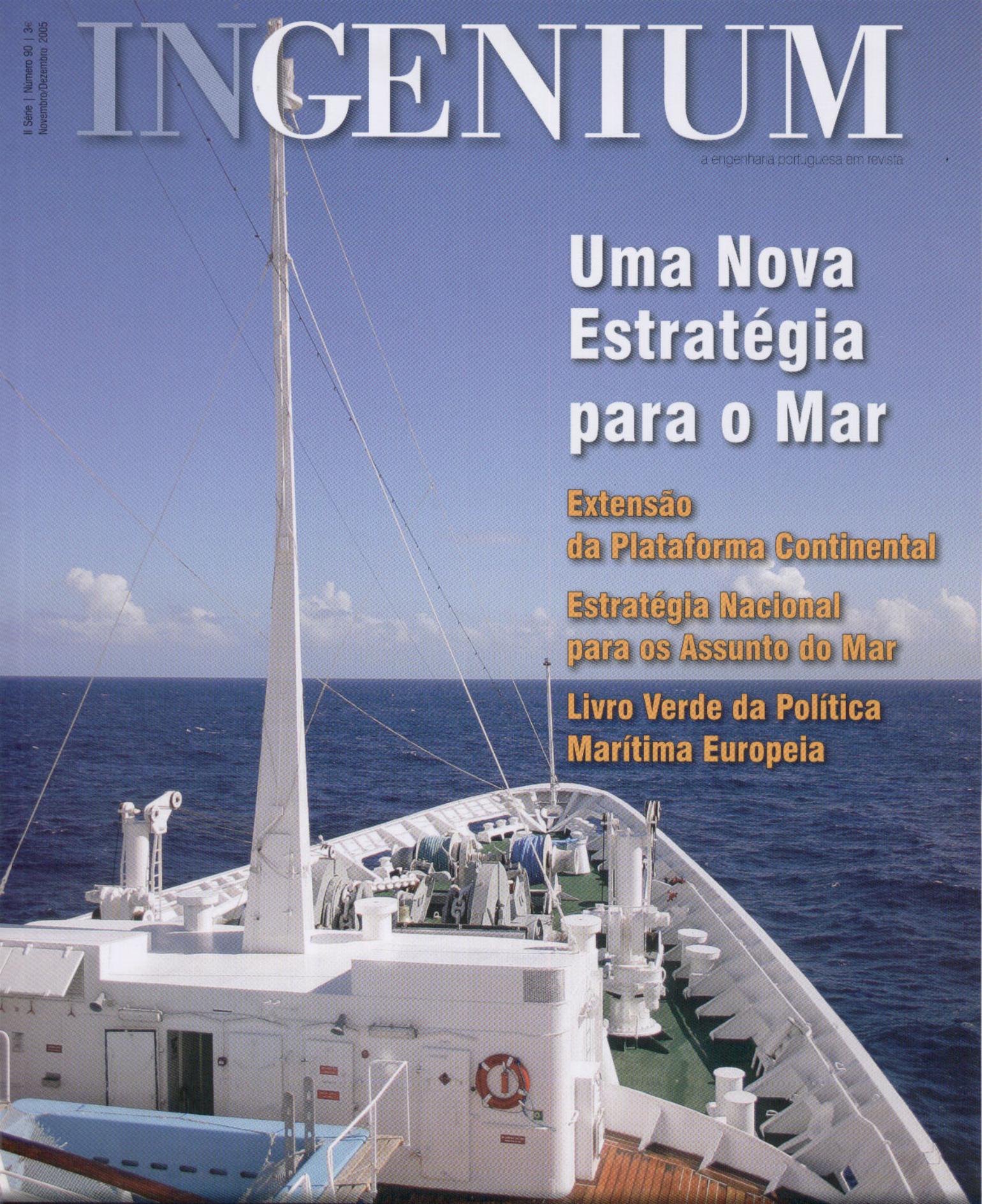
a engenharia portuguesa em revista

Uma Nova Estratégia para o Mar

**Extensão
da Plataforma Continental**

**Estratégia Nacional
para os Assunto do Mar**

**Livro Verde da Política
Marítima Europeia**



Em Foco
Inquérito Nacional
ajuda a caracterizar
engenharia
em Portugal

▶ Página 8



Entrevista

Eng.º António Mota
“Nem nos passa
pela cabeça não
nos envolvermos no
projecto da OTA”

▶ Página 22



**Caso
de Estudo**
Pontes
Contemporâneas
do Porto

▶ Página 26



Análise
Factos e Sinais
para a Reforma
Urgente do Sistema
do Ensino Superior

▶ Página 78

A Valorização dos Recursos Naturais e da Engenharia

Os Oceanos merecem destaque nesta edição, com um raso de estudo dedicado ao "Projecto de Extensão da Plataforma Continental" e um artigo referente à "Estrutura de Missão dos Assuntos do Mar", criada pelo Conselho de Ministros, e cuja finalidade é assegurar a coordenação entre departamentos oficiais, d o a utilização racional do mar e a sua valorização como fonte de riqueza e de oportunidade para concretizar a estratégia nacional de desenvolvimento sustentável.

A par dos recursos naturais, os engenheiros surgem como recursos humanos com formação especializada, mas nem sempre valorizada. Para os engenheiros com algumas décadas de profissão existe a clara percepção de que a engenharia tem vindo a ser desvalorizada e os engenheiros secundarizados face a outros profissionais, como se os seus conhecimentos fossem menos necessários. Porque nem sempre assim foi, nem o é nos países desenvolvidos, devemos manifestar o nosso descontentamento e preocupação.

Foram décadas de facilitismo no ensino secundário, nas condições de acesso ao ensino superior e na forma como se atribuíram licenciaturas em engenharia, sem a garantia de níveis adequados de formação e de competências, a par do aumento da quantidade. As consequências da não exigência de qualidade técnica e de qualificação profissional por parte de muitas empresas e organismos públicos, foram agravadas pela ausência de estratégia de diversos governos sobre o papel da engenharia, como contributo para o crescimento económico diferenciado.

Para que a memória não se perca, pois a história tem tendência a repetir-se, recordarei num artigo, sobre este tema, publicado mais adiante nesta edição da "Ingenium", vários factos que conduziram à actual situação e que urge inverter.

Mas há exemplos em sentido contrário, e a entrevista ao Eng.º António Mota é uma oportunidade para se conhecer a opinião de um engenheiro que acredita na engenharia portuguesa para a internacionalização e para o crescimento. A Mota/Engil foi recentemente distinguida como a que, de entre as grandes empresas portuguesas, mais cresceu em 2004.

Outro exemplo de sucesso é protagonizado pelo Eng.º Paulo Cruz, que nesta edição apresenta um

resumo do seu estudo sobre as pontes do Porto, com o qual conquistou o Prémio Thomas Rowland 2005, atribuído pela Sociedade Americana de Engenheiros Cívicos.

A mente publicação da Directiva Europeia sobre o Reconhecimento Profissional, a transcrever pelos diferentes países até 2007, é um documento de referência, a par da Lei de Bases do Ensino Superior. Pela importância desta matéria para o futuro do ensino da engenharia e das qualificações profissionais, destacamos o artigo do Eng.º Sebastião Feyo de Azevedo, Vice-Presidente da Ordem dos Engenheiros, sob o título "Factos e Sinais para a Reforma Urgente do Sistema de Ensino Superior".

Foi concluída a análise do Inquérito Nacional aos membros efectivos da Ordem, o qual permitiu conhecer quem somos, o que fazemos e outras informações relevantes para as futuras acções da Ordem. De entre as conclusões é de realçar a reduzida taxa de desemprego entre os membros efectivos da Ordem, com apenas 1,596, o que permite entender a inscrição na Ordem como uma marca de qualidade. Também a diversidade da actividade profissional dos engenheiros e a elevada percentagem (40,2%) dos que afirmam estar inscritos na OE pelo dever de colaborar na promoção da engenharia, denota uma grande transversalidade e o sentido de missão dos engenheiros, numa visão não corporativa da profissão.

Em 2006, a Ordem dos Engenheiros comemora o 70.º aniversário da sua constituição. Num momento em que pretendemos a viragem no reconhecimento da engenharia, a data deverá ser aproveitada para recordar o passado, prestando-se homenagem a ilustres engenheiros a quem o país muito deve, e promover um conjunto de acções que permitam acentuar a importância da engenharia e o papel dos engenheiros na desenvolvimento do país.

Ao terminarmos o ano, desejo agradecer a todos os Colegas e Colaboradores da "Ingenium" a dedicação e o apoio prestado, o que permitiu a produção da revista, bem como aos Anunciantes que nos distinguiram com a sua escolha.

A todos os Colegas e Leitores desejo um Bom Natal e um Feliz Ano Novo.



Fernando Santo

"Foi concluída a análise do Inquérito Nacional aos membros efectivos da Ordem (...). De entre as conclusões é de, realçar a reduzida taxa de desemprego entre os membros efectivos (...), com apenas 1,5%, o que permite entender a inscrição na Ordem como uma marca de qualidade".

Paulo Jorge de Sousa Cruz *

Resumo

Ao longo dos dois últimos séculos a cidade do Porto acumulou um valioso património de engenharia civil, nomeadamente no que diz respeito à construção de pontes.

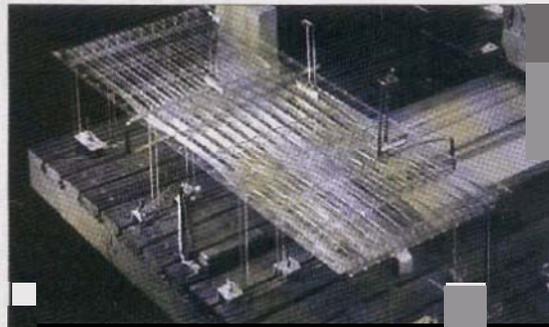
Ao contrário das pontes construídas nessa cidade durante o século XIX, em que projectistas e as empresas de construção foram estrangeiros, todas as posteriores foram projectadas por engenheiros portugueses e construídas por empresas nacionais.

Na concepção de algumas destas obras foram ensaiados novos métodos construtivos e resolvidos problemas técnicos complexos, que permitiram que três destas pontes tenham sido recorde da mundo.

Ponte da Arrábida

A construção de pontes de betão em Portugal remonta ao início do século XX. Efectivamente, em 1904, pouco depois da invenção deste material, foi construída a ponte de Vale de Meões, próximo de Mirandela, com um vão de 19 metros e um tabuleiro de 3.30 metros de largura.

Pontes Contemporâneas do Porto



Ponte da Arrábida – Modelo do tabuleiro à escala 1/100



Ponte da Arrábida – Modelo da ponte à escala 1/200

um caixão bicelular com a largura de 8.00m, ligadas entre si por um contraventamento reticulado. Duas pilastras, em cada margem, separam a ponte dos viadutos e alojam no seu interior elevadores ligando as avenidas marginais ao tabuleiro.

O tabuleiro da ponte é formado por 12 vigas longitudinais, afastadas de 2.0m e que se encontram ligadas por carlingas e travessas flutuantes. Este está encastrado na zona do fecho e nas pilastras, tendo apoios móveis de rotação e rolamento na zona dos encontros. Em cada vão a altura das vigas é variável entre 1.10m

e 1.80m e a largura mínima é de 0.275 m. A laje do tabuleiro tem uma espessura de 0.18m. Na zona das consolas a espessura reduz-se para 0.10m. No estudo da estabilidade foram adoptadas as mais modernas técnicas do cálculo, quer através da análise numérica, quer da experimentação com o auxílio de modelos reduzidos. Os estudos experimentais foram sempre apoiados em processos analíticos de confirmação, e vim-versa. Para a efeito utilizaram-se não só modelos planos, mas também modelos tridimensionais.

O estudo do cimbre para a construção do arco central constituiu um dos problemas mais delicados de resolver no projecto da ponte. Não podendo dispor esse cimbre de apoios intermédios, seria ele próprio uma estrutura de grande vão sujeita a solicitações severas. Da construção e montagem do cimbre foi encarregada a empresa Secheron Portuguesa, SA, sob a orientação do Eng.º João Cunha de Araújo Sobreira. Esta empresa iniciara a sua actividade apenas um ano antes. Os trabalhos para montagem do cimbre tiveram início no dia 10 de Maio de 1960 e foram concluídos em fins de Junho do ano seguinte.

damente tornou evidente a insuficiência da ponte Luiz I. Apesar de ter sido considerada a possibilidade de construir uma única ponte que servisse aos tráfegos rodoviário e ferroviário, em 1952 foi adjudicada ao Professor Edgar Cardoso a elaboração de anteprojectos para uma ponte rodoviária que unisse os planaltos do Candal, em Vila Nova de Gaia, e da Arrábida, no Porto, tendo este apresentado cinco soluções com materiais diferentes: betão armado, betão pré-esforçado, alvenaria regular, metálica suspensa e em arco.

Escolhida a solução de arco em betão armado, o projecto definitivo foi entregue em Agosto de 1955. A aprovação do mesmo foi acompanhada de elogiosas referências ao "notabilíssimo trabalho que consagra os méritos profissionais do autor" (relator do parecer) e ao "projecto constituindo trabalho muito notável que honra o seu autor e prestigia a engenharia portuguesa" (Ministro das Obras Públicas).

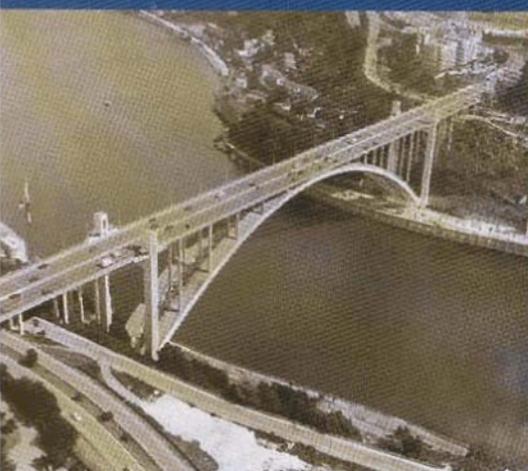
O arco, com a sua corda teórica de 270m e a flecha de 52m, à data da sua construção foi recorde do mundo, excedendo em 6m o vão do arco da ponte sueca de Sandö. Este arco geminado, isto é, constituído por duas "costelas", cada uma formando

o arco central constituiu um dos problemas mais delicados de resolver no projecto da ponte. Não podendo dispor esse cimbre de apoios intermédios, seria ele próprio uma estrutura de grande vão sujeita a solicitações severas.

Da construção e montagem do cimbre foi encarregada a empresa Secheron Portuguesa, SA, sob a orientação do Eng.º João Cunha de Araújo Sobreira. Esta empresa iniciara a sua actividade apenas um ano antes. Os trabalhos para montagem do cimbre tiveram início no dia 10 de Maio de 1960 e foram concluídos em fins de Junho do ano seguinte.

Da construção e montagem do cimbre foi encarregada a empresa Secheron Portuguesa, SA, sob a orientação do Eng.º João Cunha de Araújo Sobreira. Esta empresa iniciara a sua actividade apenas um ano antes. Os trabalhos para montagem do cimbre tiveram início no dia 10 de Maio de 1960 e foram concluídos em fins de Junho do ano seguinte.

Da construção e montagem do cimbre foi encarregada a empresa Secheron Portuguesa, SA, sob a orientação do Eng.º João Cunha de Araújo Sobreira. Esta empresa iniciara a sua actividade apenas um ano antes. Os trabalhos para montagem do cimbre tiveram início no dia 10 de Maio de 1960 e foram concluídos em fins de Junho do ano seguinte.



Vista aérea da Ponte da Arrábida (270 m)

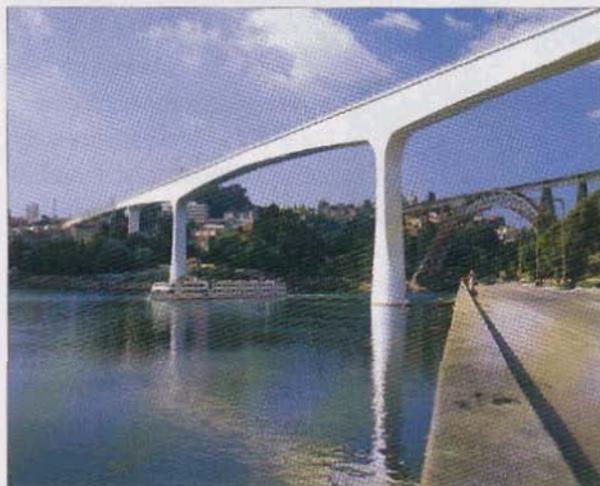
Desde então, o betão foi-se impondo como um dos materiais de eleição para a construção de pontes em Portugal. No entanto, foram necessárias mais de cinco décadas para que no Porto se construísse a primeira ponte com este material – a Ponte da Arrábida – a primeira ponte erigida no Porto com projecto e construção nacionais.

A intensificação do tráfego rodoviário de ligação do Porto com o sul do país rapi-

A verificação da qualidade do betão constituiu preocupação constante no decorrer dos trabalhos; para tal instalou-se na obra um laboratório devidamente equipado, e no Caderno de Encargos estava previsto que se o adjudicatário conseguisse que o betão de 400 kg de cimento por metro cúbico apresentasse, na totalidade da construção, uma resistência superior ao mínimo de 400 kg/cm², aos 28 dias de endurecimento teria direito a um prémio.

Ponte S. João

A intensificação do tráfego ferroviário de ligação do Porto com o sul do país rapidamente tornou evidente a insuficiência da Ponte Maria Pia para assegurar essa ligação, pelo facto de ser de via simples e do atra-



Ponte S. João

vessamento ter de ser processado a uma velocidade muito lenta (20 km/h). Depois de várias peripécias e de indefinições quanto à localização da nova travessia ferroviária, o Professor Edgar Cardoso viria a ser convidado, em 1983, para conceber e projectar a nova ponte e os acessos entre as estações de Gaia e Porto, cruzando o rio Douro 180m a montante da ponte Maria Pia.

A ponte principal é um pórtico múltiplo contínuo, com três vãos de 125, 250 e 125 metros, apoiados em dois grandes pilares verticais fundados no leito do rio junto de cada uma das margens. O vão central de 250.0m é, ainda hoje, um recorde mundial para pontes ferroviárias deste tipo. O tabuleiro, cuja plataforma está à cota 66.0m, é constituído por um caixão bicelular, de secção trapezoidal, com altura total variando entre 12.0m nas secções sobre os pilares até 6.00m na secção central e sobre

os pilares de transição dos tramos laterais.

A técnica escolhida para a construção do tabuleiro foi a dos avanços sucessivos, simultaneamente a partir dos dois pilares, recorrendo à betonagem *in situ* de aduelas de comprimento variável entre os 5.0 e os 7.5m. Para o efeito recorreu-se à utilização de dois cimbres móveis por cada pilar. Cada cembre móvel pesava 140 toneladas. A aduela mais pesada era de 600 toneladas. O betão foi bombado a partir da base de cada pilar.

Após cada betonagem era aplicado um pré-esforço, ligando os topos livres dessas aduelas com seis cabos de doze cordões de 0.6" de 500 toneladas, dois por cada alma. Em média, eram necessárias três semanas para a construção de cada um dos dezassete pares de aduelas. Para além destes cabos construtivos, o pré-esforço longitudinal de continuidade é constituído por cabos de vinte e quatro cordões de 0.6", nas três almas; por cabos de doze cordões de 0.6", situados na laje superior sobre os pilares centrais, e de vinte e quatro cordões de 0.6", situados na laje inferior a meio vão.

Para a construção do viaduto da margem esquerda foi utilizada uma viga de lançamento, enquanto que nos três vãos do viaduto da margem direita se recorreu à utilização de cimbres apoiados no solo.

Paralelamente ao projecto e à execução da obra, foram realizados ensaios em diversos protótipos, entre os quais merecem destaque:

- Três vigas em betão armado pré-esforçado com uma secção de 0.30x0.30m, com 10.00m de comprimento e contendo um cabo longitudinal de pré-esforço de 1.800 kN, para determinação das características reológicas do betão B40.
- Viga em betão armado pré-esforçado com uma secção de 0.80x0.80m, com 10.00m



Construção da ponte S. João

de comprimento e com um cabo longitudinal de pré-esforço de 24 cordões de 0.6". Este ensaio foi realizado para verificar o comportamento da zona de ancoragem para uma força aplicada de 6.000 kN correspondente à rotura do aço de pré-esforço.

- Elemento em betão armado pré-esforçado com uma secção de 2.00x0.36m, com 8.00m de comprimento e com um cabo longitudinal curvo de 24 cordões de 0.6". Com este ensaio pretendia-se verificar o comportamento das almas do tabuleiro, de 0.36m de espessura, após aplicação de uma força de pré-esforço de 5.000 kN.

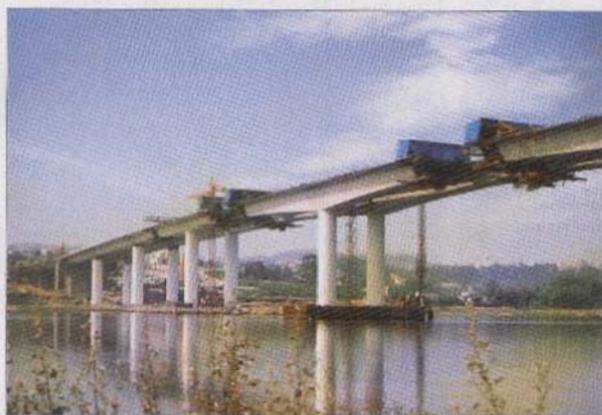
- Trecho com secção idêntica à do tabuleiro da ponte, com 21.5m de comprimento e altura variando entre 7.6 e 8.0m. Com a execução deste protótipo foi possível testar os processos construtivos, nomeadamente no que respeita à montagem do cembre e à betonagem das aduelas. As dificuldades registadas na betonagem levaram a analisar uma melhor distribuição das armaduras tipo. Nesta peça foram colocados cabos com capacidade idêntica aos utilizados no tabuleiro, o que permitiu comprovar o comportamento de toda a peça, e em particular o da zona das ancoragens.

Para além destes ensaios, foi construído um edifício de dois pisos com 3.015 m², que engloba um laboratório, uma zona de escritórios, de oficinas, um anfiteatro e salas para maquetas e modelos reduzidos. O edifício é encimado por duas torres paralelas e adjacentes de 37m de altura, com uma secção em planta de 2.60x2.60m e paredes de 0.36m de espessura. As torres foram concebidas para simularem o comportamento do tabuleiro da ponte. Desde 1985 foi controlada a evolução das deformações

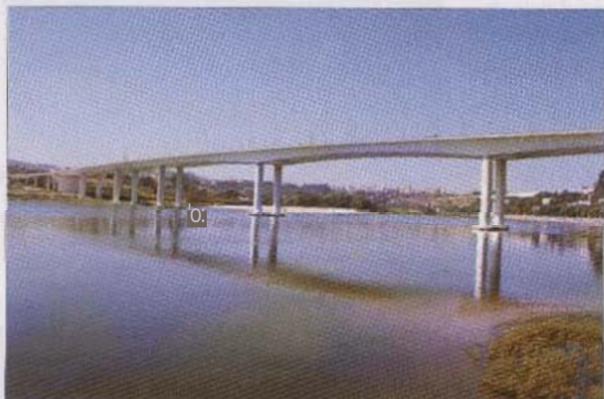
com o tempo e as deformações resultantes das solicitações rápidas simuladas pela brusca libertação das torres que previamente se tinham aproximado na parte superior, por intermédio da acção de macacos.

Ponte do Freixo

Depois de muitas indefinições quanto às características e localização da nova travessia rodoviária sobre o rio Douro, em 1983 viria a ser escolhida a localização do Freixo para esta nova ponte, ligando à Via de Cintura Interna do Porto, nessa data ainda incompleta. As características do traçado que



Ponte do Freixo



obrigaram ao atravessamento do Douro a uma cota muito baixa, a necessidade da ponte integrar oito vias de tráfego, a inserção na densa malha urbana, a localização numa zona em que o rio é muito mais largo que o habitual e a excentricidade do canal de navegação, condicionaram acentuadamente as quatro soluções propostas.

A escolha viria a recair sobre uma solução em pórtico múltiplo contínuo de pilares verticais, com a extensão total de 750m, sendo o projecto da autoria do Prof. António Reis e do Eng.º Daniel Sousa. O tabuleiro, com uma largura total de 36m, é constituído por dois caixões unicelulares

independentes de betão pré-esforçado, com secção trapezoidal de 18m de largura, e com uma altura variável entre os 4.3m, a meio vão, e os 7.5m, na ligação aos pilares principais.

A técnica escolhida para a construção do tabuleiro foi a dos avanços sucessivos recorrendo à betonagem *in situ* de aduelas de comprimento variável entre 2.8m e 5.0m, com o recurso a cimbres móveis. Os caixões são pré-esforçados longitudinalmente e transversalmente na laje do tabuleiro, e verticalmente nas almas das secções junto dos apoios do maior vão, o que per-

mitiu reduzir a sua espessura e o peso das aduelas de arranque, contribuindo, ainda, para um melhor comportamento no que se refere à fendilhação.

Nos vãos de 150 e 115m, grande parte dos cabos de continuidade são exteriores e substituíveis, colocados no interior dos caixões. Estes são ancorados em blocos nas secções sobre os pilares e passam por selas de desvio nos vãos. Estes cabos possuem 19 cordões de 0.6" protegidos por bainhas de polietileno de alta densidade. A inclinação das almas é variável para reduzir a largura do banzo inferior, que, desta forma, se mantém constante nos tramos de altura variável.

Três dos pilares estão monoliticamente ligados com o tabuleiro. Nos restantes foram adoptados aparelhos de apoio "neoprene-teflon" pelo facto da flexibilidade desses pilares não permitir a absorção dos deslocamentos do tabuleiro devidos às variações de comprimento correspondentes às acções térmicas e aos efeitos diferidos do betão (fluência e retracção). Os fustes dos pilares foram executados com cofragem trepante.

Para dissipar as forças sísmicas horizontais foram colocados dispositivos sísmicos especiais (aparelhos oleodinâmicos) no encontro do lado do Porto e no pilar de transição do lado de Gaia.

Para a construção desta ponte foi escolhido o mesmo consórcio que nove meses antes havia terminado a ponte de S. João. Desta feita, a construção do empreendimento viria a ter a duração de três anos.

Ponte do Infante

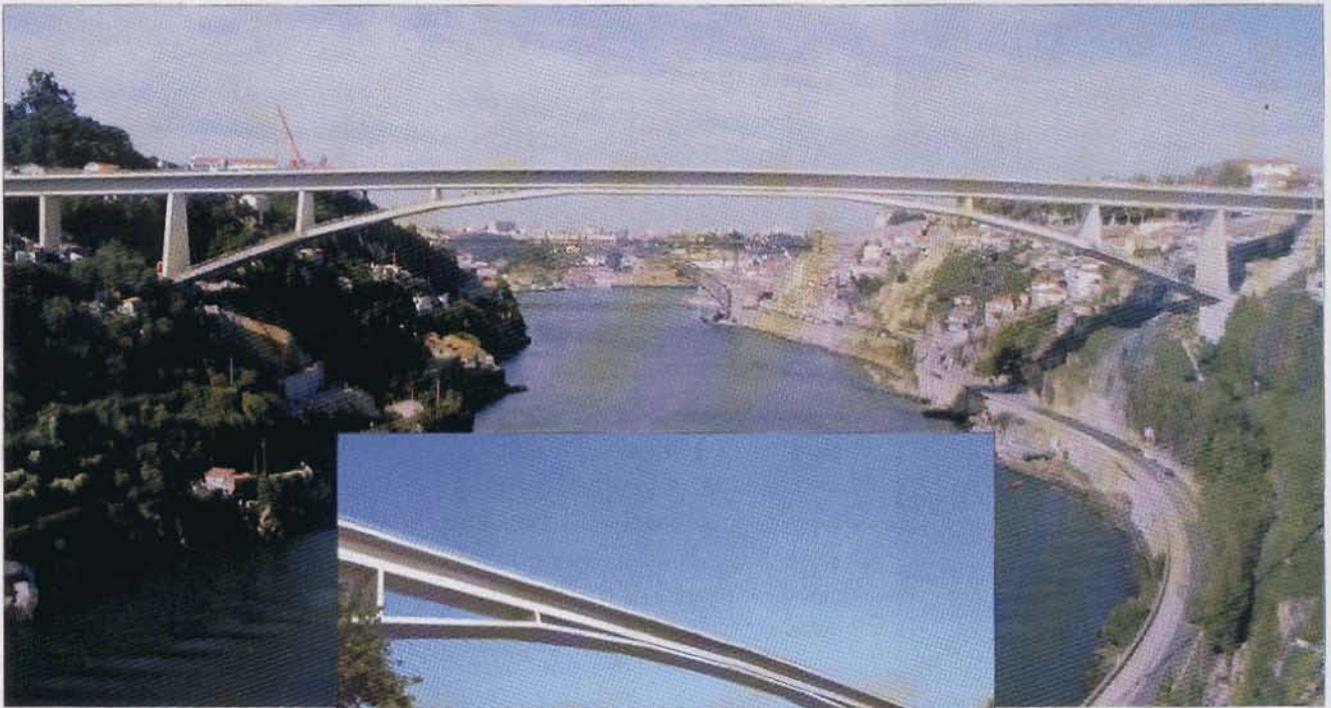
A mais recente ponte rodoviária sobre o Douro – Ponte do Infante D. Henrique – destina-se a substituir o tabuleiro superior da ponte de Luiz I, que passou a ser exclusivamente utilizado pelo metropolitano, na ligação entre as cidades de Gaia e do Porto. Esta liga a Alameda das Fontainhas à Escarpa da Serra do Pilar (em Gaia), com a extensão de 371m e cruzando o rio a uma altura de 70m.

O concurso Público Internacional para a Concepção e Construção foi lançado em Maio de 1997, tendo sido apresentadas 14 propostas provenientes de cinco consórcios de empresas. É curioso verificar que, volvidos 122 e 117 anos sobre os concursos da ponte Maria Pia e Luiz I, a casa Eiffel voltou a imprimir o seu cunho a algumas dessas propostas.

Dessas propostas viria a ser escolhida uma das apresentadas pelo consórcio integrado pela Edifer e pela Nesco, projectada pelos Professores Adão da Fonseca, Fernández Ordoñez e Francisco Millanes. Trata-se de uma estrutura com viga-caixão em betão armado pré-esforçado e arco laminar rebaixado, em betão armado, com o vão de 280 metros e uma flecha de 25.0m.

Apesar da solução vencedora ser muito sóbria e "transparente", a nova ponte tem uma identidade muito própria e constitui, sem dúvida, uma marca indelével do avanço técnico da nossa época. Trata-se de um arco laminar invulgarmente rebaixado, 280.0 metros de vão com uma flecha de 25.0m (L/11.2), que contrasta com a elevada rigidez da viga caixão com 4.5m de altura constante e que constitui um recorde mundial para o maior vão de uma ponte deste tipo.

O tabuleiro, com secção em caixão, tem uma altura constante de 11.0m e uma largura de 20.0m e está apoiado em pilares afastados de 35.0m. O arco laminar, de perfil poligonal, tem uma espessura constante de 1.5m e uma largura variável entre os 20.0m, nos encontros, e 10.0m, na zona central do tabuleiro com uma extensão de



70.0m. Na zona dos encontros o arco é aligeirado para assim reduzir o seu peso. Nessa zona o leito do rio tem uma largura próxima dos 160.0m.

Para aumentar a resistência do conjunto tabuleiro-arco, durante a construção foram colocadas diagonais provisórias, constituídas por tirantes pré-esforçados, unindo os vértices do arco aos nós de intersecção entre o tabuleiro e os pilares, e ancoragens pré-esforçadas ancoradas na rocha granítica. Para reduzir o comprimento em consola do arco, este apoiava-se num pilar provisório que distava 35.0m do encontro e se encontrava no prolongamento de pilares definitivos.

Conclusões

Na segunda metade do Século XX foram construídas quatro pontes ligando as cidades do Porto e de Vila Nova de Gaia. A primeira, a Ponte da Arrábida, foi inaugu-

rada em 1963. No projecto dessa ponte de betão armado, com 270m de vão, foram utilizadas as mais modernas técnicas numéricas e experimentais. Foi a primeira vez que se construiu um arco dessa dimensão sobre um cimbriado metálico em arco, necessariamente deformável. Foi também a primeira vez que se deslocaram 2.200 toneladas exercendo, apenas, forças nos encontros afastados de 260m.

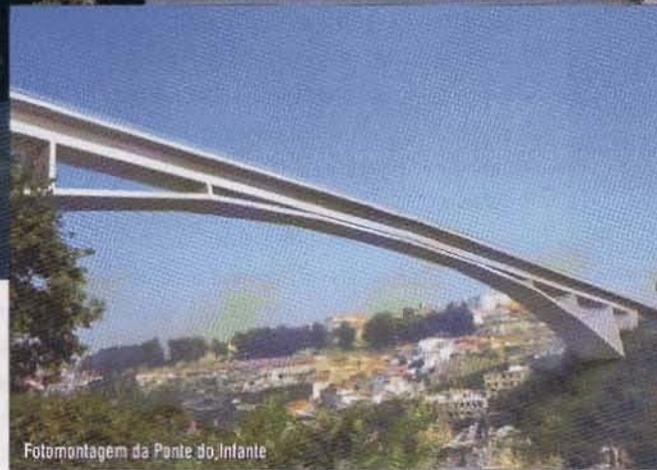
Na década de 1980, o mesmo projectista, o Professor Edgar Cardoso, foi responsável pelo projecto de uma elegante e arrojada ponte ferroviária. De linhas muito sóbrias, esta ponte ainda ostenta o recorde para o maior vão deste tipo. Poucos anos mais tarde o mesmo consórcio que construiu a Ponte de S. João viria a construir a Ponte do Freixo, a montante da anterior e cruzando o rio a uma cota muito baixa.

A última ponte, começada a construir no final da década de 1990, tem uma identidade muito própria que, inegavelmente, evidencia o progresso tecnológico. A Ponte do Infante

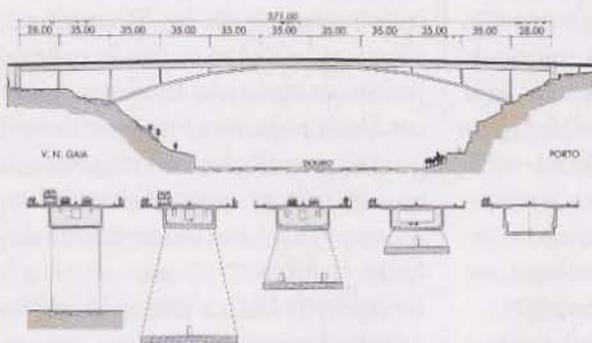
consiste num arco muito esbelto e rebaixado, com 280m de corda e 25m de flecha, contrastando com a considerável rigidez do tabuleiro.

Todas estas pontes contribuíram para a imagem e identidade do Porto, que foi classificada Património da Humanidade pela UNESCO em 4 de Dezembro de 1996.

* Engenheiro Civil, Membro Sénior e Especialista da Ordem dos Engenheiros, Professor Associado com Agregação



Fotomontagem da Ponte do Infante



Alçado da Ponte do Infante

BIBLIOGRAFIA

- Cardoso, E. (1965a). *Memória Descritiva e Justificativa*, Projecto da Ponte da Arrábida sobre o Rio Douro, na E.N. 1 - Porto, Direcção dos Serviços de Pontes da Junta Autónoma de Estradas, Ministério das Obras Públicas.
- Cardoso, E. (1965b). *Ensaio Experimental em Modelos Reduzidos*, Projecto da Ponte da Arrábida sobre o Rio Douro, na E.N. 1 - Porto, Direcção dos Serviços de Pontes da Junta Autónoma de Estradas, Ministério das Obras Públicas.
- Cruz, P. J. S. e Cordeiro, J. M. L. (2001). *As Pontes do Porto*, Editora Civilização e Porto 2001 Capital Europeia de Cultura.
- Fonseca, A. A., Morojão, P. F., Bastos, R. O., Millanes, F., Matute, L. e Castellano, A. (2000). *Ponte do Infante D. Henrique - Dimensionamento Estrutural*, Encontro Nacional Betão Estrutural 2000, FEUP Edições, Porto, 22-24 Novembro, 857-866.
- MOPTC-JAE. (1963). *Ponte da Arrábida sobre o Rio Douro e seus Acessos*, Bertrand (Irmãos), Lda.
- MOPTC-JAE. (1995). *Ponte do Freixo*, Brochura do Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações e Junta Autónoma de Estradas.
- Reis, A. J. e Sousa, D. (1994). *Ponte do Freixo Concepção*, Betão Estrutural, Porto, 1-4 Novembro, 723-733.
- Soares, L.L. (1991). *A Ponte de S. João - Nova ponte ferroviária sobre o rio Douro no Porto*, Ferdouro, A.C.E.