



PROJECTOS E OBRAS #01

A PONTE SOBRE O RIO CORGO

E A COMBINAÇÃO DE DIFERENTES PRÁTICAS

A HISTÓRIA DESTA OBRA FALA-NOS DAS DIFERENÇAS DE HÁBITOS E PRÁTICAS EXISTENTES ENTRE OS DIFERENTES ACTORES - FRANCESES E PORTUGUESES - ENVOLVIDOS NA CONSTRUÇÃO DA PONTE SOBRE O RIO CORGO, SITUADA NO LANÇO VILA REAL/RÉGUA DO IP3. UM TESTEMUNHO, ONDE TAMBÉM SE PARTILHAM AS FORMAS ENCONTRADAS PARA DAR A MELHOR RESPOSTA ÀS SITUAÇÕES QUE FORAM OCORRENDO DURANTE AS VÁRIAS ETAPAS QUER DO PROJECTO QUER DA EXECUÇÃO DA OBRA.

TEXTO ARMANDO RITO E PEDRO CABRAL FOTOS ARMANDO RITO LDA., EIFFAGE E TELMO MILLER

22-29



FICHA TÉCNICA

A PONTE SOBRE O RIO CORGO, NO LANÇO VILA REAL / RÉGUA DO IP3

DONO DE OBRA: IEP – INSTITUTO DAS ESTRADAS DE PORTUGAL
CONCESSIONÁRIA: NORSCUT – CONCESSIONÁRIA DE AUTO-ESTRADAS, S.A.

PROJECTO:
ESTUDO PRELIMINAR: JMI / SCETAURROUTE
PROJECTO DE EXECUÇÃO: ARMANDO RITO, LDA.
CONSTRUTORA: NORINTER – CONSTRUTORA DE AUTO-ESTRADAS, A.C.E.
EIFFAGE CONSTRUCTION

MATERIAIS E PRINCIPAIS QUANTIDADES

BETÃO C30/37 EM FUNDAÇÕES E ENCONTROS	5 450 M³
BETÃO C35/45 NA ELEVACÃO DE PILARES	5 100 M³
BETÃO C40/50 EM TABULEIROS	15 800 M³
AÇO A500NR EM ARMADURAS PASSIVAS	2 960 TON
AÇO DE PRÉ-ESFORÇO EM TABULEIROS	840 TON
AÇO DE PRÉ-ESFORÇO EM PILARES	66 TON
AÇO DE PRÉ-ESFORÇO EM SISTEMAS DE EQUILÍBRIO PROVISÓRIOS	69 TON

A ponte sobre o rio Corgo está integrada no IP3 - SCUT Interior Norte, no Lanço Vila Real/Régua. A ponte vence o vale do rio Corgo 80 m acima do seu leito, na zona de confluência com a ribeira de Tanha e cruza, ainda, a linha de caminho-de-ferro do Corgo e a Estrada Nacional 313-2. A construção da obra iniciou-se em finais de 2001, tendo a última betonagem sido feita em Novembro de 2003. A 28 de Novembro de 2004 foi aberto ao tráfego o sublanço onde está inserida a ponte.

INTRODUÇÃO

A ponte do Corgo encontra-se um pouco a norte da cidade da Régua e na sequência do lanço Régua/Reconcos do qual fazem parte três importantes obras: as pontes sobre o rios Varosa e Balsemão e, na Régua, a Ponte Miguel Torga sobre o rio Douro.

A concessionária do Itinerário Principal 3, entre Viseu e Chaves, é a NORSCUT, composta, na sua maioria, por empresas francesas. A construção deste lanço do IP3 esteve a cargo do grupo NORINTER, tendo a ponte sobre o rio Corgo sido construída pela EIFFAGE.

A solução adoptada para a ponte é constituída por uma superestrutura contínua de cinco tramos, formada por dois tabuleiros paralelos em viga caixão com um comprimento na directriz de 625,0 m entre eixos de apoio extremos. A modulação dos vãos é, aí, de $95 + 3 \times 145 + 95$.

Os dois tabuleiros encontram-se afastados seis metros tendo, cada um deles, uma plataforma com 13 m de largura. A obra desenvolve-se em planta com uma curvatura bastante acentuada ($R = 500$ m) a qual, conjugada com o afastamento entre tabuleiros, resulta em comprimentos de vãos dos dois tabuleiros com diferenças até cerca de 5,50 m.

Os tabuleiros foram construídos a partir das aduelas de encabeçamento dos pilares por troços betonados em consolas simétricas. Estes troços são de 3,60 m no tabuleiro de extradorso e de 3,45 m no tabuleiro de intradorso.

CONCEPÇÃO ESTRUTURAL

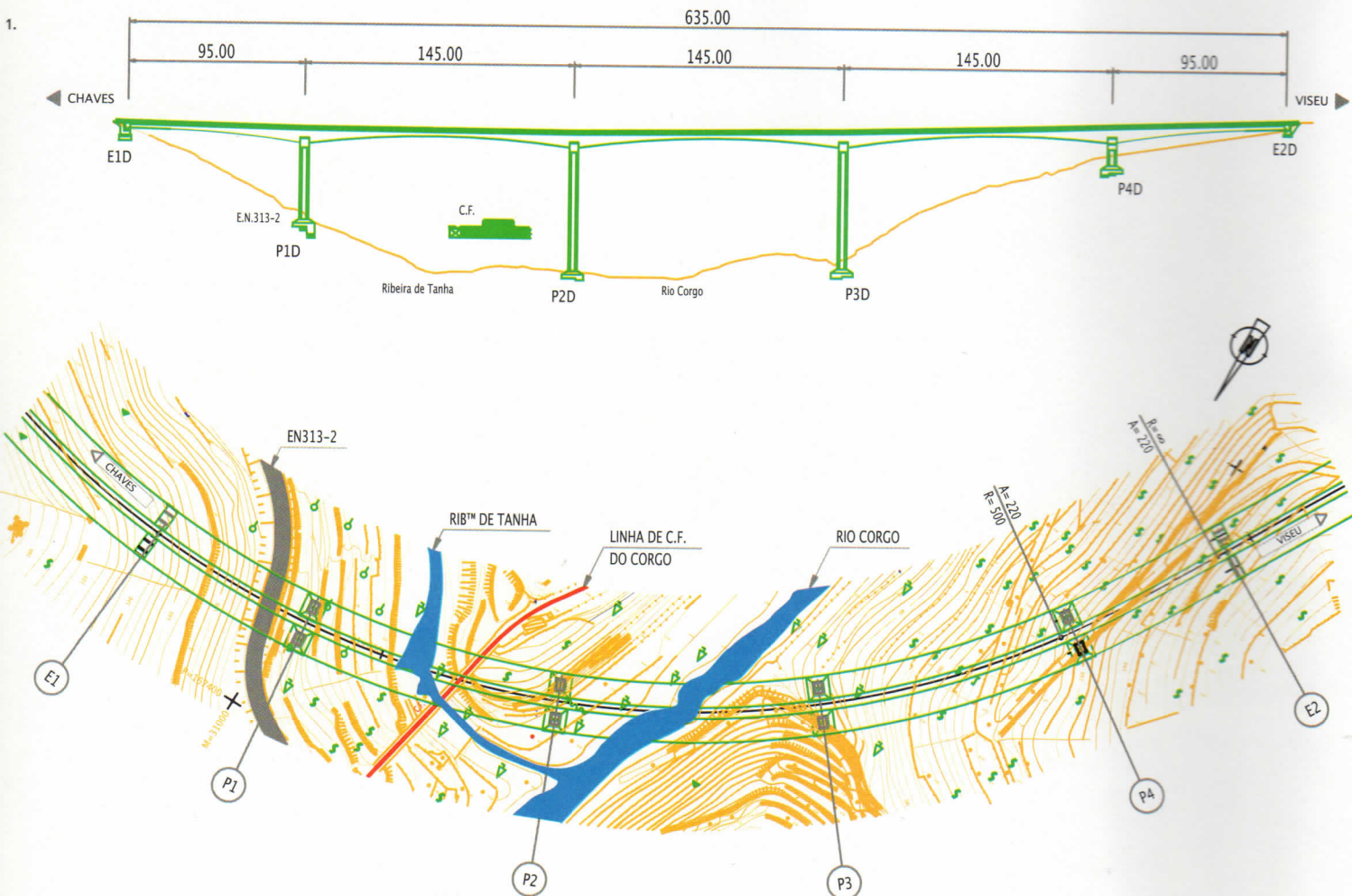
Como a ponte iria ser construída por uma empresa francesa, o estudo inicial da obra esteve também a cargo de um gabinete de projecto francês, a Scetauroute/Jean Muller International, que desenvolveu um Estudo Preliminar adaptado aos equipamentos e métodos de construção tipicamente franceses para possibilitar à NORINTER estimar as quantidades de materiais necessários para a construção da obra e, consequentemente, o seu preço.

A execução de um Estudo Preliminar por uma empresa diferente daquela que realiza o Projecto de Execução é corrente em diversos países. Embora não consideremos este método como adequado, neste caso, justificava-se. Com efeito, sendo a prática francesa de projecto e construção destas obras diferentes da nossa e devendo a obra ser construída por uma empresa francesa, pretendeu o Consórcio entregar ao projectista da obra uma base de trabalho que contemplasse os seus métodos, sobretudo a pré-fabricação e pré-montagem das armaduras no intuito de obter uma redução da mão-de-obra e dos ciclos de trabalho. Como é evidente, isto levou à utilização de gruas de alta capacidade, capazes de transportar as "gaiolas" de armaduras com cerca de 1 ton. a 75 m de distância, à utilização de cimbres trabalhando por baixo do tabuleiro e à consequente limitação do comprimento das aduelas a cerca de 3,5 m.

Respeitando um compromisso assumido na fase de negociação, onde colaborámos nos estudos das obras mais importantes, a NORINTER encarregou-nos de realizar o Projecto de Execução, adaptando a sua concepção de base às exigências impostas pela regulamentação portuguesa e, em certa medida, à nossa prática, desde que ficasse ressalvada a aplicação dos seus métodos, equipamentos e tecnologias. O desenvolvimento do Projecto de Execução consistiu, numa fase inicial, na

1. Alçado e planta da obra

2. Vista lateral da obra concluída



verificação das soluções preconizadas no Projecto Base para estudo preliminar, tendo-se verificado que existiam diversas insuficiências quer no dimensionamento das peças de betão quer no que respeita aos níveis de pré-esforço adoptados. Estas insuficiências tinham particular incidência ao nível dos tabuleiros, mas também se registavam nos pilares e nas suas fundações. Após esta fase inicial, foram desenvolvidos sucessivos ciclos de cálculo por forma a obter uma solução que, por um lado, garantisse a segurança da obra e respeitasse as exigências regulamentares em vigor no nosso país e, por outro lado, minimizasse as alterações e os sobrecustos em relação à solução inicial.

As principais alterações que foi necessário introduzir foram as seguintes:

- Reformulação das fundações substituindo os *puits marocains* por fundações directas de sapatas rígidas assentes sobre blocos de betão em "escada";
- Restruturação do pré-esforço dos tabuleiros, com a substituição dos cabos de pré-esforço exterior por cabos aderentes com maior potência, tanto superiores como inferiores;
- Redimensionamento da secção transversal dos tabuleiros, nomeadamente no acréscimo das dimensões da laje inferior junto aos apoios sobre os pilares, por forma a obter um banzo de compressão

mais compatível com os elevados esforços actuates, e na alteração quer da inclinação das almas quer das próprias aduelas "zero" pela utilização de dois septos em vez de um;

- Ligeiro reajuste das dimensões exteriores dos pilares, conferindo-lhes melhor funcionamento e uma aparência esteticamente mais agradável;
- Introdução de cabos de pré-esforço de equilíbrio transversal nos pilares mais altos, por forma a controlar a deformabilidade dos conjuntos pilares/consolas do tabuleiro durante a sua construção. Efectivamente, a elevada curvatura em planta da obra aliada à flexibilidade dos pilares obrigava à introdução de um sistema de correcção das deformações transversais, sob pena de se tornarem incontroláveis durante a construção em consola das aduelas dos tabuleiros;
- Introdução de cabos de pré-esforço no interior dos pilares, ligando o tabuleiro às sapatas, para garantir a sua resistência durante a construção do tabuleiro e, no caso dos pilares cuja ligação é monolítica ao tabuleiro, conferir um acréscimo de resistência em serviço;
- Alteração da ligação entre o pilar P1 e o tabuleiro, passando este a ser monolítico com o pilar, em vez de nele apoiado. Deste modo, confere-se uma segurança adicional à estrutura, ficando apenas o pilar P4 dotado de aparelhos de apoio.

2.



CONDICIONAMENTOS GERAIS DO PROJECTO

Além dos condicionamentos decorrentes quer da obrigatoriedade de respeitar o projecto rodoviário do Itinerário Principal 3 quer das imposições construtivas associadas aos métodos a utilizar na construção da ponte, foram considerados no projecto os seguintes condicionamentos.

Condicionamentos viários

A obra de arte cruza, na margem esquerda do rio Corgo, a EN 313-2 e a linha de caminho-de-ferro do Corgo. Atendendo à altura a que se desenvolve o IP3 sobre estas duas vias, apenas se impunham condicionamentos em relação à implantação dos pilares nas suas proximidades. No entanto, por forma a obter ao longo de toda a extensão da ponte uma boa ordenação dos tramos, os pilares P1 foram implantados muito perto da EN313-2, o que obrigou a um ligeiro desvio da estrada, ficando este enquadrado no melhoramento que foi feito nesta estrada nacional.

Quanto ao atravessamento da linha férrea, os pilares que a ladeiam – P1 e P2 – ficaram implantados suficientemente afastados, pelo que não causariam quaisquer interferências durante a construção dos mesmos. Procedeu-se apenas à execução de uma cobertura sobre a linha férrea, para prevenir a eventual queda de objectos durante a execução dos trabalhos e para proteger a ponte metálica do caminho-de-ferro que faz a travessia da ribeira de Tanha e que tinha sido recentemente reabilitada. Os alinhamentos dos pilares P3 e P4, situados na margem direita do rio Corgo, interferiram com pequenos caminhos agrícolas, cujo desvio e restabelecimento não trouxeram problemas de maior.

Condicionamentos hidráulicos

Dado que a ponte atravessa linhas de água com alguma importância do ponto de vista hidráulico, e havendo pilares implantados no leito de cheias do rio Corgo, foi levado a efeito um estudo hidráulico com o objectivo de determinar os efeitos dessa implantação e apurar da eventual necessidade de realizar protecções nas margens, para acautelar eventuais danos que as cheias pudessem causar nas fundações da ponte e nos leitos e margens do rio Corgo e da ribeira de Tanha. Esse estudo permitiu concluir que a implantação dos dois pilares que ficam no fundo do vale – P2 e P3 – não terão interferências com o normal

escoamento do rio Corgo, tendo sido apenas necessário proceder à execução de uma protecção com enrocamento à volta do pilar P2 por forma a proteger a sua fundação em caso de cheias excepcionais, quer durante a construção da obra quer em serviço.

Condicionamentos geológico-geotécnicos

O local de implantação da obra envolve a ocorrência de um substrato constituído pela alternância de filitos e metagrauwaques do Complexo Xisto-Grauwaquico, com predominância dos últimos. Este complexo rochoso é recoberto localmente por depósitos de aterro e por depósitos de aluvião, de génese recente.

Ações consideradas no cálculo

A obra de arte foi considerada da classe I e as acções foram, em geral, as estipuladas no Regulamento de Segurança e Acções em Estruturas de Edifícios e Pontes (RSA) para pontes desta classe e para a zona territorial onde se localiza. Porém, atendendo à importância da obra e à experiência adquirida na construção e comportamento de obras semelhantes, foi dada especial atenção às acções específicas que actuam durante a sua construção, tendo o processo construtivo sido integralmente simulado, passo a passo, em computador.

Para a fase construtiva da obra foram ainda consideradas acções de estaleiro, variações de peso nas consolas, acção do vento, queda accidental de um dos cimbres e peso dos equipamentos, tendo a Ponte da Régua, muito naturalmente, como referência. A quantificação destas acções foi sempre feita em conjunto com o construtor por forma a aproximar o mais possível as hipóteses de cálculo à realidade em que a obra viria a ser construída.

Critérios de verificação da segurança

A verificação da segurança de todos os elementos constituintes da obra de arte foi efectuada de acordo com as disposições do Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado (REBAP) e, nos casos em que este é omissivo, de acordo com a regulamentação e normas consagradas internacionalmente, em especial os Eurocódigos, nomeadamente os Eurocódigos 2 - Partes 1 e 2, Eurocódigo 7 e o Eurocódigo 8 - Partes 2 e 5. A verificação da segurança foi dividida em duas partes – uma

3. Construção da aduela de encabeçamento
4. Elevação e colocação das armaduras do tabuleiro

5. Fase de construção do tabuleiro
6. Secções transversais dos tabuleiros

7. Secção transversal dos pilares
8. Sistemas de equilíbrio dos pilares

3.



4.



5.



correspondente à fase de construção e outra correspondente à fase de serviço.

Fase de construção:

- No tabuleiro, o pré-esforço adoptado para a família de cabos superiores garantia que não existiam tracções com qualquer significado prático nas fibras superiores das secções durante as fases de construção em consola, nem compressões inadmissíveis no betão. A sua segurança foi verificada, fase por fase, para todas as acções previstas para essas fases;
- A segurança global do conjunto consolas-pilares durante a sua construção foi verificada para as acções previsíveis e foi feita em relação aos estados limites últimos de resistência e de equilíbrio tendo-se utilizado nas combinações de cálculo as acções acima descritas. Dada a elevada altura dos pilares foram, evidentemente, considerados os efeitos de 2.^a ordem na verificação da sua segurança.

Fase de serviço:

- No tabuleiro, foram respeitados os condicionamentos regulamentares mais desfavoráveis no que diz respeito aos estados limites de utilização e aos estados limites últimos, entrando em conta com os esforços resultantes quer das acções permanentes quer das sobrecargas, quer ainda das redistribuições de esforços que são inerentes ao processo construtivo e, também, com os esforços devidos aos gradientes térmicos geralmente utilizados em obras deste tipo. As verificações de segurança foram efectuadas para o início da fase de serviço e para a fase correspondente aos 8000 dias quando se podem considerar como já estabilizados os fenómenos de fluência, retracção e relaxação;
- Nos pilares, a segurança foi verificada em relação aos estados limites últimos de resistência e de equilíbrio e, nos pilares com pré-esforço definitivo, também em relação aos estados limites de utilização, tendo-se utilizado no cálculo as mesmas combinações de acções consideradas no cálculo do tabuleiro;

- A segurança global dos encontros foi verificada em relação aos estados limites últimos de equilíbrio, sendo a segurança das peças de betão armado verificada em relação aos estados limites últimos de resistência;
- A segurança dos restantes elementos estruturais foi verificada quer por estados limites últimos de resistência (caso das peças de betão armado) quer por tensões admissíveis (caso das fundações).

DESCRIÇÃO DA OBRA

Tal como se referiu atrás, a superestrutura da ponte é constituída por dois tabuleiros independentes, afastados entre si cerca de seis metros, tendo, na directriz, um comprimento entre eixos de apoio extremos de 625,0 m, dividido em vãos extremos de 95,0 m e três vãos intermédios de 145,0 m. Assim sendo, cada tabuleiro é constituído por uma viga contínua de cinco tramos em caixão unicelular, de betão armado e pré-esforçado. Os comprimentos, entre eixos de apoio extremos, de cada um dos tabuleiros são os seguintes:

Tabuleiro de intradorso: $93,195 + 2 \times 142,245 + 142,253 + 94,221 = 614,159$ m

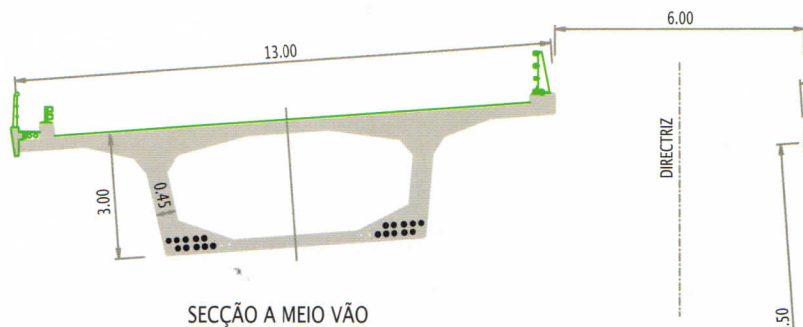
Tabuleiro de extradorso: $96,805 + 2 \times 147,755 + 147,752 + 95,779 = 635,846$ m

As diferenças de comprimentos entre os tramos dos dois tabuleiros (superiores a cinco metros nos tramos centrais) levaram à adopção de comprimentos diferentes para as respectivas aduelas. Assim, no tabuleiro esquerdo, as aduelas têm 3,45 m e no tabuleiro direito 3,60 m. Estas diferenças tiveram implicações quer ao nível da construção da obra quer ao nível do seu projecto que teve que ser feito independentemente para cada um dos tabuleiros.

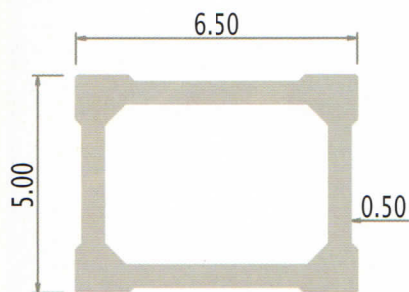
Tabuleiros

A secção transversal dos tabuleiros é constituída por duas almas, com 0,45 m de espessura, as quais estão ligadas inferiormente por uma laje de espessura variável desde 1,20 m junto aos pilares até 0,25 m nos vãos, e

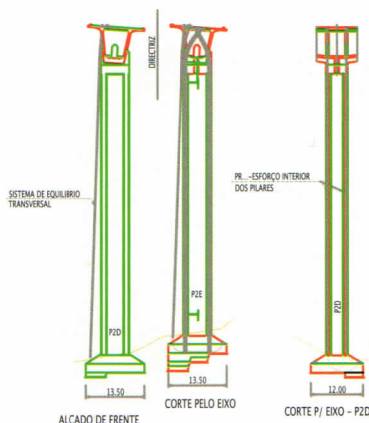
6.



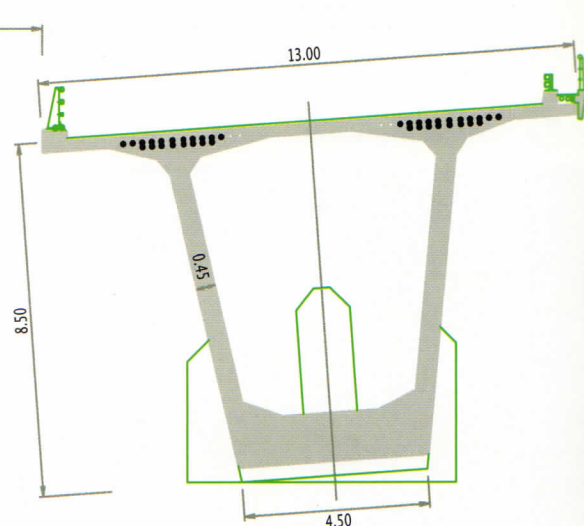
SECÇÃO A MEIO VÃO



7.



8.



SECÇÃO JUNTO AOS PILARES

superiormente pela laje que comporta a faixa de rodagem, as bermas e os passadiços. Esta laje é de secção variável, entre 0,60 m e 0,25 m, nos esquadros junto às almas e constante, com 0,25 m de espessura, na zona correspondente ao interior do caixão e nas extremidades das consolas. Estas suportam, além de uma parte da faixa de rodagem, os perfis de segurança, os passadiços, as vigas de bordadura e as guardas. Os tabuleiros são pré-esforçados longitudinalmente com duas famílias de cabos - os cabos das consolas dispostos na face superior dos tabuleiros, tensionados à medida que vão sendo executadas as sucessivas aduelas, e os cabos de solidarização nas zonas centrais dos vãos para estabelecer a continuidade dos tabuleiros.

Prevendo a eventualidade de, no futuro, poder ser necessário reforçar os tabuleiros por aumento das sobrecargas de exploração, ou por eventual excesso de deformação, a obra ficou dotada dos dispositivos necessários para a realização desse reforço através da utilização de bainhas e ancoragens para pré-esforço interior (pré-esforço aderente) deixadas em todos os tramos. A secção é armada transversalmente apenas com armaduras passivas, pois está comprovado que a resistência transversal é por elas garantida de forma económica e satisfatória. A observação do comportamento dos tabuleiros das diversas pontes do mesmo tipo já construídas, quer durante os ensaios de carga quer em serviço, é perfeitamente elucidativa sob este aspecto.

Pilares

Os pilares, um por eixo de apoio de cada tabuleiro, são de secção transversal constante ao longo de todo o fuste. A secção dos pilares, em betão armado, deriva de uma secção rectangular oca, com 5,00 por 6,50 m e com almas de 0,50 m. As suas alturas variam entre os 12 m do pilar P4D e os 67 m do pilar P2D.

Os tabuleiros apoiam no coroamento dos pilares quer através de ligações monolíticas, no caso dos pilares P1 a P3, quer através de aparelhos de apoio do tipo *pot-bearing* multidireccionais nos pilares P4.

Por forma a garantir a segurança do conjunto pilar/consolas do tabuleiro

durante a sua construção para as situações de desequilíbrio, nomeadamente a construção desfasada das aduelas ou a queda accidental de um cimbre, previu-se a utilização de cabos de pré-esforço no interior dos pilares. Estes cabos são definitivos nos pilares P1 a P3, contribuindo assim para o aumento da sua capacidade resistente para as acções de serviço e são, naturalmente, provisórios nos pilares P4, tendo sido, neste caso, retirados após efectuado um dos fechos das suas consolas. Devido à acentuada curvatura da obra em planta foram também utilizados nos pilares P1 a P3 sistemas de equilíbrio transversal para anular os momentos e deformações transversais nos pilares devidos ao peso próprio do tabuleiro durante a execução das aduelas em consola.

Encontros

Ambos os encontros são formados por dois corpos independentes, em betão armado, separados de cerca de 6,0 m, que recebem cada um dos tabuleiros. Os corpos dos encontros são do tipo perdido, constituídos por sapatas e por dois montantes encimados pela viga de estribo onde apoia o tabuleiro, à excepção do corpo do encontro do lado de Viseu, que recebe o tabuleiro direito. O corpo deste encontro é maciço.

Os encontros são revestidos lateral e frontalmente por muros do tipo terra armada, que servem de contenção aos aterros de acesso à obra de arte, nas zonas em que são mais altos.

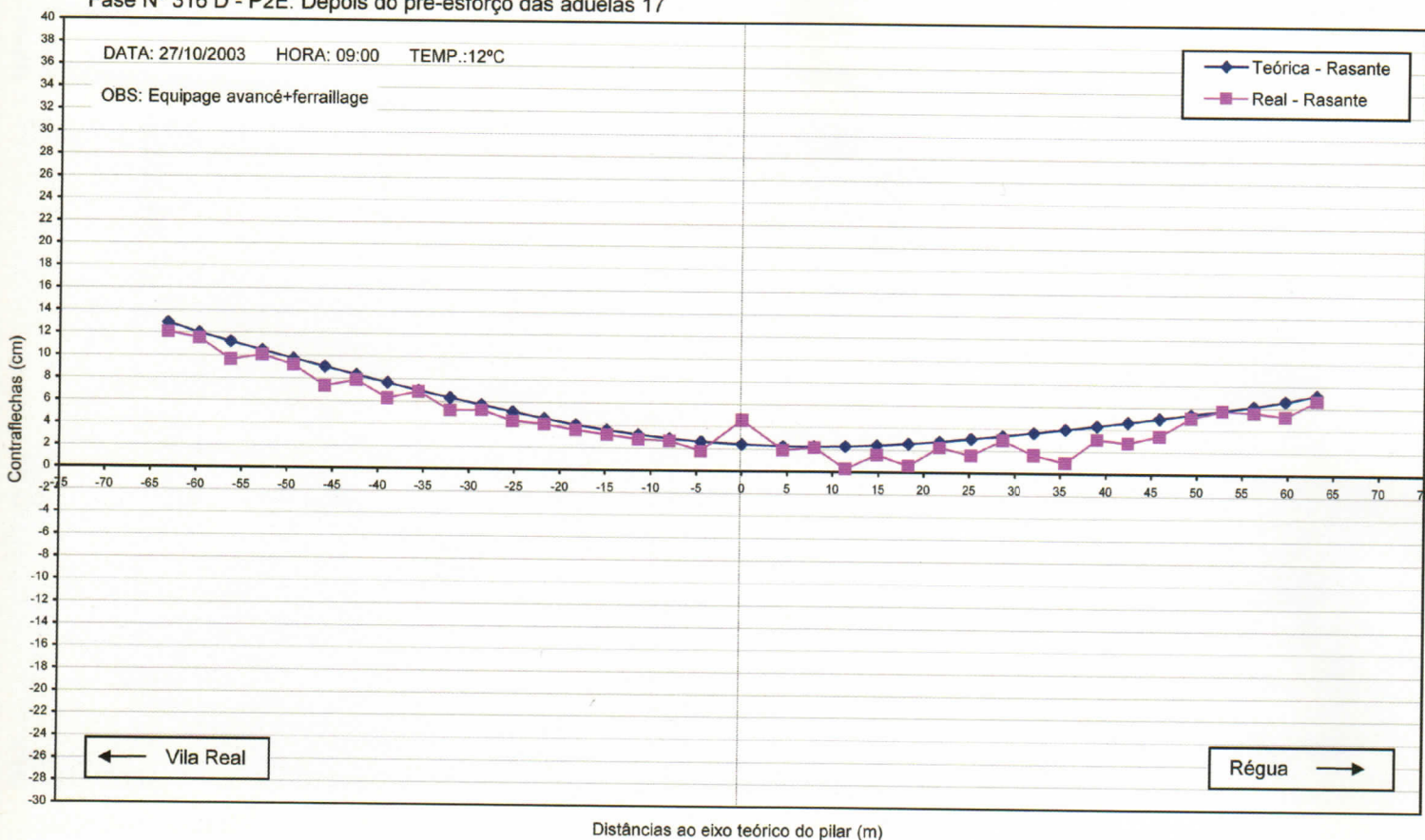
Os aparelhos de apoio que recebem os tabuleiros nos encontros são do tipo *pot-bearing*, sendo, em cada um dos apoios, um unidireccional e o outro multidireccional.

Fundações

Todos os pilares e encontros são dotados de fundações directas realizadas por sapatas. Dado que a implantação de alguns dos pilares foi feita em encostas com inclinações acentuadas, preconizaram-se enchimentos em "escada" sob as sapatas que possibilitam a fundação em solos de qualidade e evitam escavações desnecessárias.

9.

Fase Nº 316 D - P2E: Depois do pré-esforço das aduelas 17



PROCESSOS DE CONSTRUÇÃO

O projecto e a construção desta obra revestiram-se de especial interesse pela conjugação dos métodos portugueses na realização de projectos com as metodologias e formas de trabalhar francesas. Com efeito, antes do início do Projecto de Execução, houve necessidade de conhecer quais as metodologias e os equipamentos que o construtor tencionava aplicar na construção da ponte, por forma a desenvolver os estudos com o máximo rigor possível e com a maior aproximação à realidade. Durante este processo, procurou-se, sempre que possível, apresentar à EIFFAGE um outro olhar e propor alternativas a essas metodologias de maneira a adaptá-las melhor à realidade da construção em Portugal. Uma das metodologias que não foi possível alterar foi a pré-fabricação das armaduras, técnica corrente em França devida aos elevados custos de mão-de-obra. Isto condicionou o tipo de equipamentos a utilizar na construção dos pilares e tabuleiros e resultou em sobreconsumos de aço consideráveis. Esta técnica, como seria de esperar, revelou-se pouco competitiva pois no nosso país ainda se consegue encontrar mão-de-obra a preços relativamente baixos.

Os equipamentos utilizados na construção dos tabuleiros, por avanços sucessivos em consola, diferem dos habitualmente utilizados em Portugal, por serem cimbramentos inferiores que, ao invés de suspenderem a cofragem, a suportam apoiada sobre duas vigas treliçadas localizadas junto às almas do caixão. Estes cimbramentos permitem a colocação das armaduras com recurso a gruas, uma vez que têm a sua parte superior completamente desimpedida. O comprimento máximo das aduelas betonadas com recurso a este tipo de cimbramentos anda à volta dos 3,50 m ao contrário dos cinco metros que são usuais em cimbramentos superiores.

Refira-se que com este tipo de equipamentos foi possível obter ciclos de betonagem de cada par de aduelas entre os três e os quatro dias. Outra metodologia imposta pelos responsáveis pela obra foi a da betonagem

das aduelas com recurso a "baldes", contrariamente ao que é usual em Portugal, onde se recorre correntemente à bombagem do betão a partir da base dos pilares ou de outro acesso disponível. Aquela técnica foi justificada por se temer que o betão atingisse temperaturas não controláveis durante o processo de bombagem dando origem a fenómenos de etringite retardada com consequências nefastas na durabilidade da obra. A betonagem "a balde" das aduelas obrigou à sua construção desfasada, o que teve implicações em termos de dimensionamento dos pilares, tendo sido, inclusivamente, a situação mais desfavorável para a verificação da sua segurança.

A técnica de betonagem adoptada, associada à elevação das armaduras pré-fabricadas, levou à necessidade de recorrer a gruas de grande porte – foram usadas as três maiores gruas jamais instaladas em Portugal – com alturas até 110 m e capacidade na ponta da lança para realizar a última aduela a 75 m (cada "balde" pesava cerca de 8 ton., quando cheio de betão).

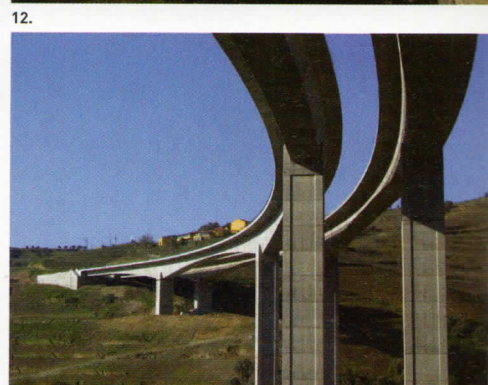
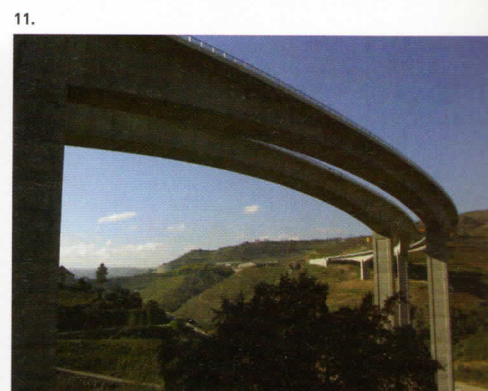
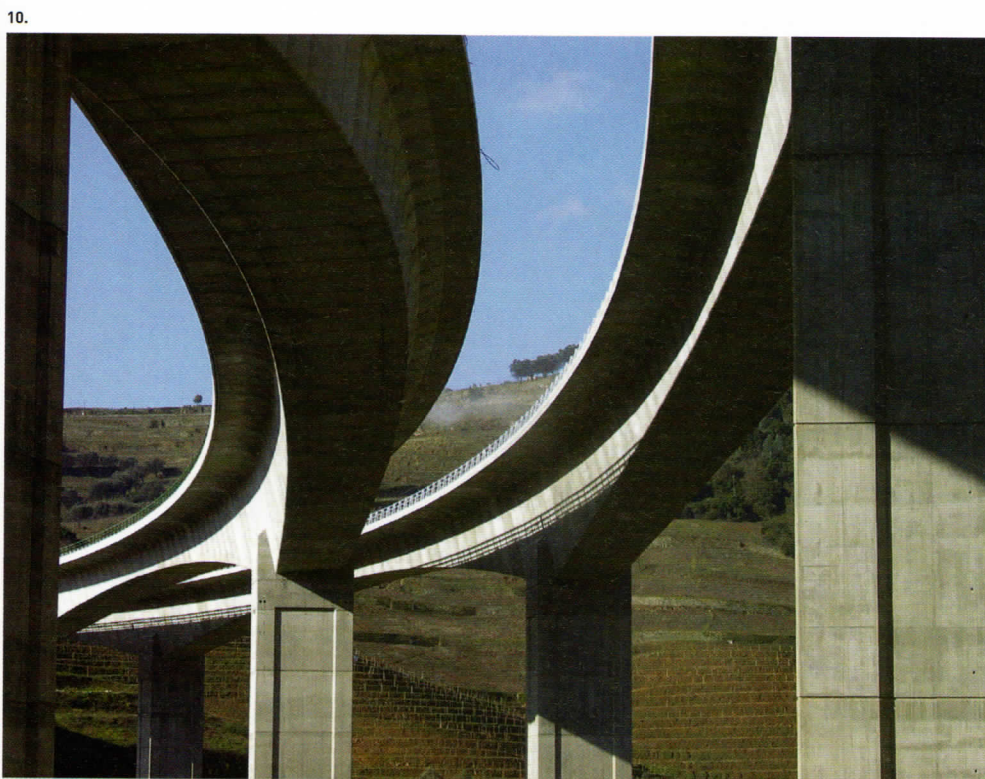
CONTROLE DE GEOMETRIA

O tabuleiro foi, como se disse atrás, construído por avanços sucessivos em consola, com as aduelas betonadas in situ. No presente caso, devido às dimensões das aduelas, às grandes cargas envolvidas, à grandeza dos vãos, à acentuada curvatura da obra em planta, aos elevados gradientes térmicos que se verificam na zona e aos exigentes ciclos de construção da obra, o processo construtivo obrigava a muito delicadas e rigorosas operações de controle quer da geometria quer da segurança da obra. Para isso, a fase construtiva foi integralmente simulada, incluindo-se nessa simulação todos os efeitos reológicos dos materiais, tendo-se obtido esforços, tensões e deslocamentos fase por fase.

Nestas obras, o controle de geometria é particularmente crítico para que se garanta a rasante final com o mínimo de correcções possível implicando, por vezes, além de enchimentos, a imposição de deslocamentos nas

9. Controlo de geometria – deformada teórica vs real

10. 11. e 12. Vistas inferiores da obra



estruturas o que pode trazer consequências devidas à modificação dos esforços previstos se esses enchimentos e deslocamentos tiverem valor significativo. Além disso, causam atrasos e sobrecustos na obra. É pois um trabalho em que, aliado a um cálculo preciso, se exige um perfeito conhecimento do funcionamento da estrutura durante a sua construção, um "sentir" a forma como ela se vai comportar e bom senso na introdução das inevitáveis correcções do nivelamento das aduelas que as medições, ensaios e ocorrências fortuitas vão impondo em cada fase construtiva. A experiência acumulada no projecto e construção de mais de 20 pontes com características semelhantes revelou-se, como era de esperar, muito proveitosa no controlo das situações imprevistas que sempre acontecem. No entanto, o alinhamento final dos tabuleiros ficou muito próximo do alinhamento teórico calculado.

A título de exemplo, na figura 9 apresenta-se o comportamento real das consolas de um pilar em construção (P2E), comparado com o esperado na fase em causa. O desvio máximo não ultrapassa os dois centímetros. Esses desvios foram devidos a ocorrências fortuitas (erros de nivelamento associados a um comportamento errático de um dos cimbres de cada par o que, aliás, é frequente).

ENSAIOS DE CARGA

No final da sua construção, a ponte sobre o rio Corgo foi sujeita a ensaios de carga estáticos e dinâmicos, que visaram a verificação da adequabilidade dos pressupostos e dos modelos de cálculo adoptados na elaboração do projecto.

Estes ensaios, levados a efeito por uma equipa do LNEC com larga experiência em trabalhos similares, revelaram uma muito boa concordância entre os valores medidos e os calculados através de um modelo numérico tridimensional, no que respeita ao comportamento da obra quando sujeita a acções de carácter estático como de carácter dinâmico.

CONCLUSÕES

A realização desta obra ilustra bem as dificuldades associadas à exportação de técnicas construtivas bem adaptadas à realidade onde foram desenvolvidas, mas que podem reservar algumas surpresas quando aplicadas em contextos diferentes. Isto deve-se à necessidade de respeitar determinadas exigências, tais como a regulamentação, as metodologias e técnicas locais.

Dadas as diferenças de hábitos e práticas que existiam entre os diferentes actores envolvidos na construção da ponte, houve necessidade de se estabelecer um intercâmbio permanente entre a equipa de projecto e a direcção da obra, por forma a dar, sempre que necessário, a melhor resposta às situações que foram ocorrendo durante as várias etapas quer do projecto quer da execução da obra.

Estamos convencidos que o resultado final foi muito satisfatório e que esta experiência se revelou muito proveitosa para todos os intervenientes na medida em que permitiu a descoberta de novas práticas, das quais ambas as partes poderão vir a tirar partido no futuro.

Realça-se, em particular, o cuidado tido na preparação da obra e as preocupações em realizar um trabalho com a máxima qualidade tendo em vista a minimização de futuros problemas que possam ocorrer durante o período previsto para a Concessão.

Finalmente, pode dizer-se que este projecto, fonte de enriquecimento mútuo, permitiu fazer a ligação entre duas visões estabelecidas mas diferentes sobre a construção deste tipo de obras.

Armando Rito e Pedro Cabral são engenheiros civis.

REFERÊNCIAS

- [1] Le pont du Corgo au Portugal, Travaux n° 804, Jan. 2004.
- [2] A. Rito, P. Cabral, S. Bispo, M. Monteiro – A Construção da Ponte sobre o rio Corgo, Encontro Nacional BETÃO ESTRUTURAL 2004, GPBE, Porto, FEUP, Nov. 2004
- [3] L.O. Santos, J. Rodrigues, Xu Min – Ensaios Estáticos e Dinâmicos da Ponte sobre o rio Corgo, Encontro Nacional BETÃO ESTRUTURAL 2004, GPBE, Porto, FEUP, Nov. 2004