# ROAD TO

# TRATTENUTA PERSONALIZZATA

# Índice


Editorial .....1
Travessia ferroviária do Tejo.....3
Projecto de instalação do caminho de ferro na ponte sobre o Tejo .....9
O projecto travessia Norte-Sul .....15
A travessia ferroviária Norte-Sul .....31
Política de segurança na construção da travessia ferroviária Norte-Sul..35
Acompanhamento ambiental da construção da travessia ferroviária Norte-Sul / Margem Norte.....39
Concessão do eixo ferroviário Norte-Sul. Uma perspectiva financeira.....43
Expropriações .....47
Sinalização e telecomunicações .....51
Estudos e projectos do troço de Chelas - Sete Rios .....55
A estação de Sete Rios .....61
Ponte sobre o tejo e viaduto Norte. Ampliação e tabuleiro ferroviário .....67
Túnel do Pragal. Breve apontamento .....71
As passagens ferroviárias subterrâneas.....75
Estação, auto-silo e interface do Pragal .....85
Viaduto ferroviário do Fogueteiro.....89
Comboios de dois níveis para a travessia ferroviária sobre o Tejo .....93


# Editorial

Este número, inteiramente dedicado à travessia ferroviária do Tejo na Região de Lisboa, aparece na sequência de outros com conteúdo temático e nos quais a FER XXI se posicionou como suporte à divulgação técnica de realizações ferroviárias marcantes do nosso tempo.

Para além da missão de divulgação de acontecimentos e opiniões relevantes para a modernização e o salto em frente da ferrovia em Portugal, pensamos que a revista poderá ser, também, um repositório e elemento de consulta obrigatório quando se pretende ter um conhecimento abrangente, embora sem detalhe fastidioso, de complexos sistemas de infraestruturas ou material circulante que se encontram em curso de realização.

Neste caso recaiu a escolha no eixo norte sul e agradecemos à Refer ter aceite o desafio de organizar o conteúdo temático e ter dinamizado Quadros seus e Especialistas das diferentes empresas envolvidas no Projecto, a escreverem os artigos que aqui inserimos. Estamos certos que conseguimos o resultado pretendido de, num só número da FER XXI, resumir os aspectos essenciais desta importante obra ferroviária que vem fechar, na Região de Lisboa as malhas ferroviárias de norte e de sul.

A ADFER tem, pela travessia ferroviária na Ponte 25 de Abril, particular carinho, pois considera ter sido uma acção de discussão pública, por si organizada, determinante na escolha desta opção. Para além de nela se teram debatido exaustivamente os argumentos pró e contra as soluções em confronto, foi claro que, a partir daí, se acelerou a tomada de decisão.

Terminamos com um agradecimentos a todos quantos colaboraram escrevendo os artigos e lançamos o repto a todos os Especialistas do transporte ferroviário que sobre os temas em que trabalham e que claramente tem interesse divulgar junto de quantos se interessam, mesmo que por curiosidade, pela ferrovia, escrevam artigos com um detalhe técnico compatível com o interesse dos nossos leitores e nos os façam chegar.

Eng. Acúrcio dos Santos


## Ficha Técnica

**Director:** Engº. Arménio Matias

**Subdirectores:** Engº. Acúrcio dos Santos, Prof. Nunes da Silva, Engº. António Proença, Engº. Seabra Ferreira.

**Director de Marketing e Publicidade:** Engº. Castro Torres

**Colaboradores Permanentes:** Engº. Oliveira Martins, Engº. Marques da Costa, Engº. Anacoreta Correia, Prof. Engº. Almeida e Castro, Engº. Tiago Ferreira, Dr. Rodrigues Simões, Engº. Simões do Rosário, Engº. Campos Moura, Engº. M. Soares Lopes, Engº. Martins de Brito, Engº. Hormigo Vicente, Engº. Xavier de Campos, Engº. Carlos Reis, Dr. Américo Ramalho, Engº. Guimarães da Silva, Engº. Campos Costa, Engº. Vitor Lameiras, Drª Maria Constantina, Engº. Eduardo Frederico, Engº. Castanho Ribeiro, Dr. Maurício Levy, Engº. Luis Mata, Engº. Libano Monteiro, Engº. António Parente, Engº. Quaresma Dias, Engº. Brasão Farinha, Engº. Maria Guilermina Mendes, Engº. Silva Neves

**Paginação, Fotolito, e Impressão:** 5ª COR, Artes Gráficas, Lda.

**Fotografia:** Nelson Vilar

**Distribuição:** Gratuita

**Tiragem:** 3.000 exemplares

**Depósito Legal:** 134694/99

# Travessia Ferroviária do Tejo
# Uma Nova Forma de Conceber o Caminho de Ferro. As Intervenções em Estações

*Eng. Francisco J. Cardoso dos Reis*

*Administrador da REFER*

## Introdução

A construção da Travessia Ferroviária Norte-Sul, através da Ponte 25 de Abril, transformou-se numa incumbência do Estado, após o insucesso, ocorrido em Novembro de 1994, da sua concretização global por recurso à iniciativa privada, que incluía a aquisição do indispensável material circulante, bem como a correspondente exploração ferroviária.

Face a esta situação e de acordo com as instruções recebidas do então MOPTC, fomos confrontados com a necessidade de montar uma operação de construção não esperada, necessariamente com calendário apertado, sem equipa de enquadramento, sem projectos desenvolvidos e sem uma programação de implementação afinada. Os únicos elementos de referência eram o orçamento então existente e o horizonte de conclusão desejado.

Era, no entanto, um desafio irrecusável e aliciante. Era uma oportunidade única para conceber uma infra-estrutura nova em que o seu estabelecimento

poderia ser desenvolvido de forma integrada, considerando tudo aquilo que nas remodelações de Linhas existentes não se tinha logrado alcançar, não por incapacidade conceptual, ou ausência de ambição, mas sim por impossibilidade objectiva, tantas vezes para desespero de muitos de nós.

Desde esses dias pioneiros muito se passou e se fez até hoje. Não sem sobressaltos, dificuldades sucessivas ou incompreensões inesperadas, algumas delas inexplicáveis e que potenciaram a desmobilização. Tudo tem, no entanto, sido ultrapassado pelo empenhamento que nos move e por um espírito de serviço que pensamos ser inquestionável e que não aceitamos discutir.

Hoje encontramo-nos já na recta final da concretização do empreendimento, mas as dificuldades a vencer são ainda de vulto. Não obstante a dedicação e a capacidade instalada, há que redobrar esforços e manter o rigor e a qualidade do desempenho, por forma a que no próximo ano possamos concretizar este objectivo que visamos desde 1992: Ver circular o primeiro comboio de passageiros na Ponte 25 de Abril.

## A concepção das estações

Feita a introdução através da qual se pretendeu evidenciar um estado de espírito e uma forma de encarar este empreendimento, passemos a analisar um aspecto particular deste Projecto, que é deveras apaixonante e que constituirá uma das suas vertentes mais significativas. Refiro-me à concepção dos espaços de estação.

Como ponto de partida desta análise, seja-nos permitido enunciar a convicção plena de que é possível associar à materialidade e frieza das instalações ferroviárias o calor humano dos espaços vividos e sentidos. Tal facto representa, naturalmente, um conceito inovador na construção/modernização da ferrovia, promovendo a sua requalificação, a sua humanização e a sua integração nos espaços urbanos contíguos, reposicionando o C.F. no seu legítimo espaço.

Solidificado o conceito, houve que o desenvolver mediante um diálogo profícuo com as equipas de projecto contratadas que, por sua vez, permitiu a clarificação de um conjunto de princípios gerais de enquadramento à referida concepção e que passamos a enunciar:

- O dimensionamento das instalações, meios mecânicos a disponibilizar, acessos e áreas de correspondência e de estacionamento, tendo em atenção a procura esperada para o horizonte do Projecto;
- A requalificação do C.F., alterando a imagem retida pelos seus clientes, nomeadamente pela consideração de uma maior qualidade e variedade ao nível dos vários serviços oferecidos;
- A humanização dos vários espaços ferroviários, tornando-os atractivos, confortáveis, funcionais e propiciadores de uma relação não agressiva para os seus utilizadores;
- A promoção de condições objectivas para a multi modalidade, assumindo claramente uma relação optimizada entre os vários modos de transporte identificados e a introdução do conceito de Praça da Estação;
- A concretização de uma adequada integração urbana das instalações ferroviárias.

Com base nos princípios gerais estabelecidos promoveu-se a concepção de cinco novas estações: Fogueteiro, Foros de Amora, Corroios, Pragal e Alvito, (esta última a abrir ao serviço comercial só após a completa definição da envolvente urbana respectiva, que vem sendo discutida com a Autarquia Lisboeta).

Promoveu-se ainda a concepção da remodelação de quatro estações existentes: Campolide, Sete Rios, Entrecampos e Roma/Areeiro. O início do serviço nesta última verificar-se-á mais tarde, após acerto consensual com o Metropolitano de Lisboa, no que concerne ao tipo de relação a estabelecer entre os dois modos de transporte.

Descrevendo o tipo de concepção retida, salientemos que estas instalações se caracterizam por nos apresentarem:

- Cais cobertos na generalidade da sua extensão, assegurando condições de conforto na espera;
- Acessos fáceis e confortáveis, considerando a existência de meios mecânicos generalizados (escadas rolantes e elevadores), para além de escadas convencionais e rampas, que resolverão o problema das barreiras arquitectónicas;
- Áreas comerciais destinadas à satisfação das necessidades dos clientes do C.F. e à vivificação dos espaços, iluminando-os, dando-lhes cor e movimento e fomentando as condições de segurança;
- Praça da Estação nas estações da margem Sul, conceito que nos é muito caro e que cremos venha a ser factor de integração e de qualificação urbana, podendo vir a ser um espaço de comunicação e de relação entre a ferrovia e a sua envolvente e que se afirmará pela sua atractividade e características das suas componentes. A sua organização interna, com relevo para as áreas de estacionamento e de correspondência entre modos de transporte, será, igualmente, factor relevante para a qualidade do serviço a oferecer;
- Áreas de correspondência com o Metropolitano de Lisboa, na margem Norte, através das quais se promoverá uma ligação de inegável qualidade, reduzindo as distâncias nos percursos e oferecendo as mais adequadas condições de conforto na movimentação;
- Intervenções artísticas nos vários espaços das estações, interiores e exteriores, dando cor e vida aqueles áreas;
- Implementação de sistemas de informação em tempo real, sob formas variadas, para além dos sistemas de

segurança e vigilância indispensáveis ao bom acolhimento dos clientes da ferrovia.

Com esta tipologia de intervenções pretendeu-se, entre outros aspectos, assegurar que o C.F. se possa constituir como uma alternativa de transporte com efectiva qualidade e que a escolha dos clientes corresponda a uma opção de adesão e não de inevitabilidade.

## A intervenção artística nas estações

Descrita que foi a intervenção genérica nas estações, que por si só revelam um especial cuidado na criação de adequadas condições para os clientes, abordemos agora um aspecto crucial na criação das melhores condições de humanização dos espaços tratados e que será um complemento das soluções de arquitectura encontradas e das condições de funcionalidade e vivificação atrás enunciadas.

Referimo-nos ao seu tratamento artístico, que se concretizará de várias formas. A saber:

- Por tratamento de paredes com azulejos, quer através de composições geométricas simples, quer através de painéis mais elaborados contendo obras de autor a integrar em zonas nobres;
- Por tratamento de pavimentos com composições em materiais vários;
- Por integração de elementos escultóricos nos espaços mais amplos, ou em zonas onde se justifique uma presença mais marcante.

Estas intervenções, que foram programadas de forma a se alcançar o desiderato enunciado, foram precedidas de consultas a vários artistas nacionais, num processo longo, mas necessário, o qual viabilizou ter hoje uma linha de intervenção perfeitamente definida e que se encontra já em fase de desenvolvimento.

Tendo em vista responder à natural curiosidade sobre a forma como estas intervenções se irão materializar, enunciaremos de seguida a sua caracterização, por estação, dando indicação dos artistas responsáveis pelas mesmas.

## Intervenções artísticas nas estações da Margem Sul e Campolide

### *Caracterização das intervenções*

## Intervenções artísticas nas estações de Sete Rios e Entrecampos

**Estação de Sete Rios:**

Nesta estação está prevista a execução de um painel de azulejos, com cerca de 1 200 m² de exposição, a localizar no exterior, da autoria do Pintor Rogério Ribeiro.

Admite-se, igualmente, a existência de uma escultura exterior, a executar em elemento metálico e num desenvol-

vimento aproximado de 100m de extensão, da autoria do Escultor José Aurélio.

**Estação de Entrecampos:**

Na estação de Entrecampos será executada uma intervenção plástica na fachada norte, constituída por elementos metálicos que se desenvolverão numa extensão de cerca de 300m, da autoria do Escultor Luís Ralha.

Está ainda prevista uma intervenção plástica na fachada sul, a executar igualmente em elementos metálicos, da autoria do Escultor José Santa Bárbara.

As intervenções atrás indicadas prevêem a utilização de materiais de vários tipos, de entre os quais indicaremos os mosaicos cerâmicos, as pedras naturais, como o lioz, o mármore e o granito, ou ainda o betão e elementos metálicos.

Por outro lado as obras de arte a executar apresentam uma distribuição lógica nas zonas objecto de intervenção, animando algumas das áreas de utilização intensiva, bem como marcando presença significativa nos espaços abertos e de maiores dimensões. Também por esta via se dá o necessário relevo à Praça da Estação, facto indispensável na afirmação deste equipamento em termos urbanos e de fruição colectiva.

As intervenções artísticas orçam em pouco mais de 1% do investimento global, facto que evidencia uma aposta equilibrada em termos de custos. É, assim, possível promover a arte de uma forma consistente e a custos contidos, única via para a generalização deste conceito num país de escassos recursos e com tantas carências por resolver.

Por último, seja-nos permitido realçar o entusiasmo com que esta ideia tem sido acalentada no nosso seio, bem como a forma calorosa que tem caracterizado a participação dos artistas convidados a participar neste Projecto.

O sentimento de estarmos a construir um bem colectivo, que poderá ser fonte de melhoria do quotidiano de tantos concidadãos nossos, é factor suficiente para o nosso empenhamento reforçado.

O que esperamos como recompensa pela dedicação a este Projecto e pelo carinho que ao mesmo temos dado é, tão somente, a plena adesão dos clientes do C.F. às novas instalações concebidas.

Que esta recompensa nos seja concedida!

Fotografia: Nelson Vilar

**CARACTERIZAÇÃO DAS INTERVENÇÕES**

| | FOGUETEIRO | F. AMORA | CORROIOS | PRAGAL | CAMPOLIDE |
|---|---|---|---|---|---|
| | Estação<br>Auto-silo<br>Áreas Comerciais | Estação<br>Auto-silo<br>Áreas Comerciais | Estação<br>Interface | Estação<br>Auto-silo<br>Áreas Comerciais | Estação<br>Interface |
| **Intervenção Escultórica em Paredes Exteriores** | S | S | S | S | S |
| Dimensão da Intervenção | 310 $m^2$ | 590 $m^2$ | 220 $m^2$ | 320 $m^2$ | 140 $m^2$ |
| Artista | | | Charters de Almeida | | |
| **Escultura em Átrios** | S | S | S | S | S |
| Dimensão da Intervenção | 1.10 m | 1.10 m | 1.10 m | 1.10 m | 1.10 m |
| Artista | | | Francisco Simões | | |
| **Paineis de Azulejo para Exterior** | S | S | S | S | S |
| Dimensão da Intervenção | 50 $m^2$ | 47 $m^2$ | 42 $m^2$ | 69 $m^2$ + 375 $m^2$ | - |
| Artista | Graça Morais | Rui Mantero | Júlio Pomar | B. Cid dos Santos<br>José Santa Bárbara | Em análise |
| **Revestimentos Decorativos em Azulejos** | S | S | S | S | S |
| Dimensão da Intervenção | Várias Áreas | Várias Áreas | Várias Áreas | Integrados no Edifícios | Integrados no Edifícios |
| Artista | | | J. Mota Mendes | | |
| **Escultura Exterior de Grande Dimensão** | S | S | S | S | S |
| Dimensão da Intervenção | 7 m | 7 m | - | 7 m | 15 m |
| Artista | Charters de Almeida | | - | Charters de Almeida | |

# Projecto de Instalação do Caminho de Ferro na Ponte Sobre o Tejo, em Lisboa e Outras Obras a Ela Associadas

*Engº Mário Pinto Alves Fernandes*

*Administrador da REFER*

**1.** A Ponte sobre o Tejo, em Lisboa, foi concebida no princípio da década de 60, como uma ponte mista rodo-ferroviária, a realizar em duas fases.

A primeira fase, ou fase rodoviária, ficou concluída em 1966, foi aberta ao tráfego em 6 de Agosto desse ano, e a ponte ficou, desde logo, com alguns dos seus elementos estruturais preparados para receber as solicitações do modo de transporte ferroviário. Além disso, a própria geometria da secção transversal da viga de rigidez foi concebida para acomodar no seu interior uma plataforma ferroviária para via dupla.

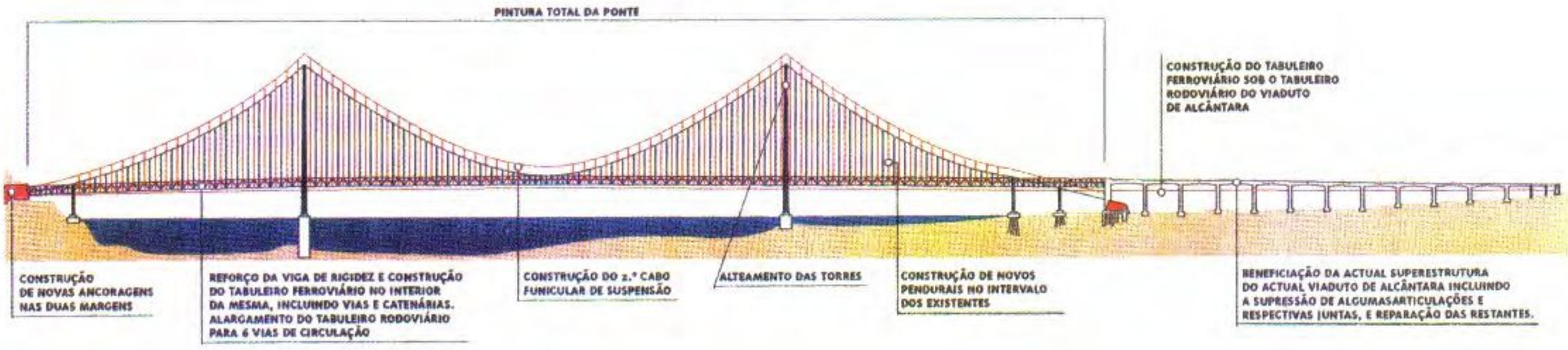
Esta segunda fase foi sendo protelada por razões de vária ordem e como, entretanto, o tráfego rodoviário foi crescendo de forma espectacular, pensou-se em primeiro lugar, no alargamento do tabuleiro rodoviário, pensamento que foi concretizado, com oportunidade, com a abertura ao tráfego da chamada "5ª Via", em 23 de Julho de 1990. Solução intermédia esta que havia sido prevista quando da apreciação do projecto em 1961.

Foi, então, tomada pelo Governo (Ministro das Obras Públicas, Transportes e Comunicações) a decisão de serem iniciadas imediatamente as diligências para a instalação do caminho de ferro na ponte.

**2.** Depois de várias análises o projecto foi adjudicado à Steinman a mesma firma de engenheiros consultores que tinha projectado originalmente a ponte a qual apresentou o estudo prévio em fins de 1992, estudo prévio esse que teve de ser reformulado face às novas composições ferroviárias propostas pelo Gabinete do Nó Ferroviário de Lisboa.

A exploração ferroviária foi concebida tendo em vista a continuidade da rede ferroviária nacional, completando o Eixo Norte-Sul, complementado com serviço suburbano para servir as populações da Península de Setúbal (tráfego pendular domicílio-trabalho e vice-versa). Em rigor, pode dizer-se que, tendo em consideração o número de circu-

*Fig. I - Representação esquemática global das obras a realizar*




lações previstas para o serviço suburbano, a exploração é por norma suburbana e por excepção de longo curso.

Considerando a tendência do tráfego para se igualizar nos dois sentidos, a oportunidade das obras e as perturbações que vão ser causadas ao tráfego(*), foi também decidido pelo Governo o alargamento do tabuleiro rodoviário, para 6 vias de circulação três para cada sentido, retomando-se assim a solução que esteve para ser adjudicada na primavera de 1990.

Traçado rodoviário Norte-Sul (IP1), coincidente com uma estrada de referência, das grandes estradas de tráfego internacional, fica assim com características técnicas idênticas (perfil transversal de 2x3 vias) tanto na Ponte como nos acessos norte e sul.

**3.** As obras em curso são as seguintes (fig.I):

**3.1** Reforço estrutural da ponte que inclui a construção de dois cabos de suspensão secundários paralelos aos existentes, cerca de 3,5 metros acima deles, reforço da viga de rigidez, e construção de novas ancoragens exteriores, adjacentes às actuais, na avenida da Índia e na encosta do monumento a Cristo-Rei, estas na margem esquerda do Rio Tejo.

Como se disse, a ponte foi, desde o início, concebida para a exploração mista rodo-ferroviária.

Mas os tipos e as composições dos comboios adoptados no projecto são diferentes e mais severos do que os previstos no projecto inicial.

Daí que a solução estrutural considerada nos anos 60 tivesse de ser alterada por razões de vária ordem. Os projectistas estudaram cinco soluções diferentes acabando o GECAF - Gabinete de Gestão das Obras da Instalação do Caminho de Ferro na Ponte sobre o Tejo em Lisboa, por escolher a solução que vai ser executada e que é constituída por dois cabos secundários de suspensão sensivelmente paralelos aos existentes, com o diâmetro de 35,4cm, e ancorados exteriormente.

A Ponte mantém, assim, o perfil de uma ponte suspensa clássica. A fig. II, mostra a secção transversal tipo no troço do traçado correspondente à ponte suspensa.

**3.2** Construção do tabuleiro ferroviário no interior da viga de rigidez para via dupla, e respectivas catenárias bem como toda a aparelhagem de sinalização e controlo.

**3.3** Alargamento do tabuleiro rodoviário para 6 vias, ficando três para cada sentido de circulação, procurando-se, assim utilizar ao máximo a capacidade disponível.

**3.4** Beneficiação geral da estrutura existente incluindo decapagem e pintura total.

**3.5** Renovação da instalação eléctrica de sinalização e decorativa.

(*) As perturbações do tráfego têm sido reduzidas ao mínimo e limitam-se às horas mortas. Assim, a situação com cinco vias em serviço tem-se mantido durante as obras entre as 6H00 e as 22H00, todos os dias, conforme preceituado no Caderno de Encargos

**3.6** Construção do tabuleiro ferroviário sob o tabuleiro rodoviário do viaduto de Alcântara, para suporte e continuidade da via férrea que do vale de Alcântara se dirige à ponte.

Este tabuleiro é suportado por uma estrutura mista de aço e betão, em que os elementos resistentes são duas vigas I de alma cheia, de 4 metros de altura travadas transversalmente, sobre as quais repousa uma lage de betão armado de espessura variável transversalmente com um máximo a meio vão de 35cm, em que assentam as travessas de madeira, por intermédio de uma camada de balastro com 35cm de altura.

Os estudos levados a efeito pelos especialistas conduziram à conclusão de que a solução balastrada era a mais vantajosa do ponto de vista de isolamento sonoro. No entanto, entre o balastro e a laje será colocada uma manta resiliente anti-vibratória.

Embora em toda a extensão do viaduto e da ponte suspensa, os carris sejam contínuos (não há juntas) o GECAF preocupou-se com o isolamento sonoro para protecção dos residentes na área habitada de Alcântara. Para isso são construídos painéis que evitam a propagação aérea do ruído provocado pela circulação dos comboios.

Na fig. III, que representa a secção transversal-tipo do viaduto ferroviário, distinguem-se os painéis referidos.

**3.7** Beneficiação geral do tabuleiro rodoviário do Viaduto de Alcântara com supressão de algumas juntas e substituição de outras.

Tendo-se verificado anomalias no tabuleiro rodoviário do viaduto de Alcântara, foi decidido proceder à sua reabilitação.

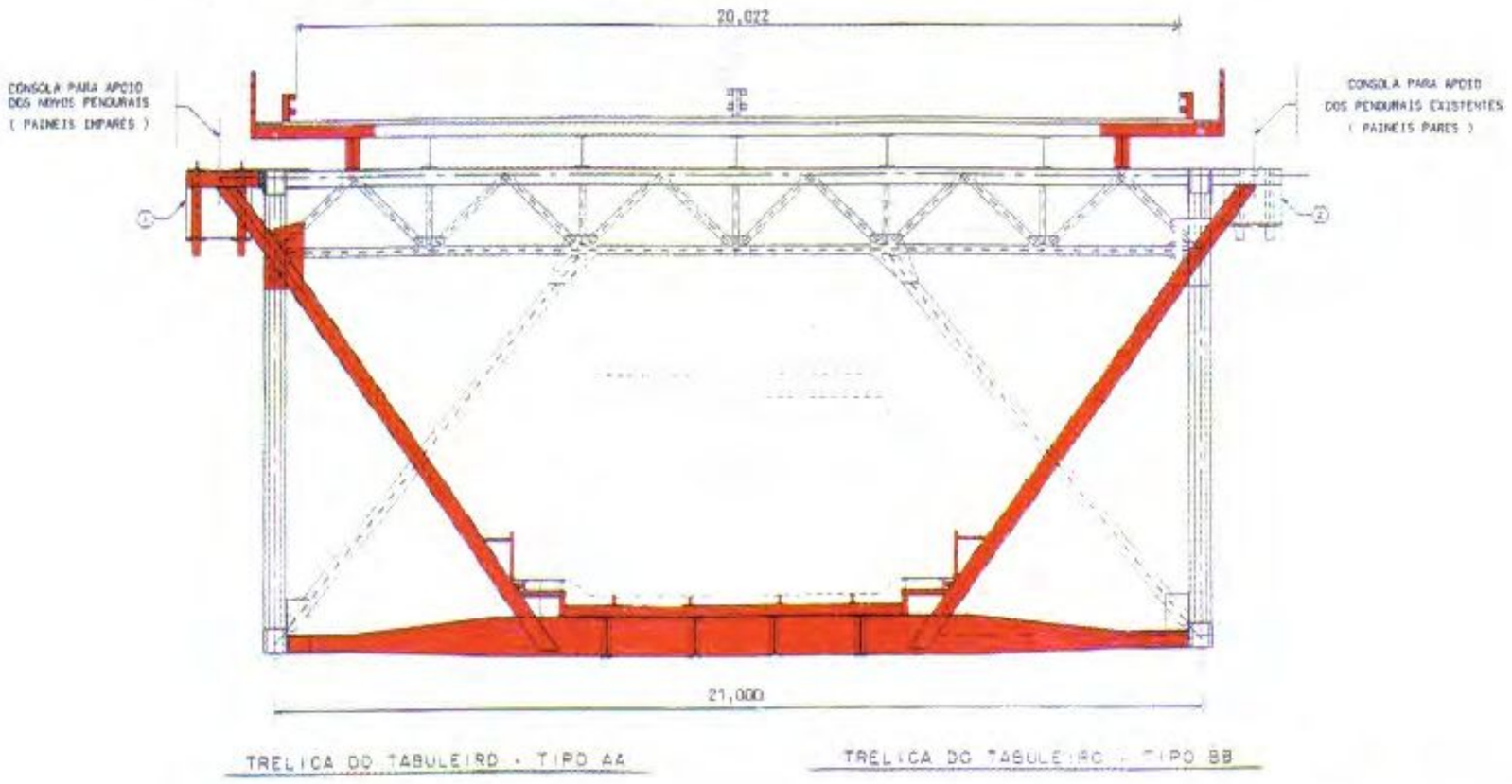
Essas anomalias consistem em deslocamentos verticais dos extremos das consolas em algumas juntas de dilatação e a consequente deterioração, e extensa fissuração nos segmentos terminais dos caixões em consola.

A correcção destas anomalias traduz-se na alteração do funcionamento estrutural de uma sucessão de vigas-caixão em consola, com as respectivas juntas nos topos das consolas passa-se para uma continuidade estrutural, isto é , para tabuleiros contínuos de 452m, 225m e 152m, pela eliminação de 67% das juntas.

As vantagens da solução, também da autoria do Prof. Eng.º António Reis, são, entre outras, as relacionadas com a conservação e, portanto, duração da estrutura e mais conforto de rolamento e, também, menor ruído da circulação.

**4.** Depois de um concurso de pré-qualificação realizado em 1994, em que foram seleccionados 5 consórcios que integravam as empresas mais

*Fig. II - Tréplica do Tabuleiro*




reputadas internacionalmente, em construção metálica, foi realizado em 27 de Junho de 1995, o acto público de abertura das propostas para a execução da empreitada.

As propostas foram apreciadas por uma Comissão especialmente designada para o efeito que classificou em primeiro lugar o consórcio liderado pela DSD-Dilinger Stahlbau GmbH e de que fazem parte: American Bridge; Wayss & Freytag; Teixeira Duarte-Engenharia e Construções, S.A.. Os critérios de apreciação, de acordo com o programa de concurso, foram o valor técnico da proposta, o prazo e preço indicados por ordem decrescente da sua importância.

O elevado valor técnico da proposta apresentada pela Dillinger e seus associados foi determinante para a sua classificação em primeiro lugar, segundo a Comissão de Análise das Propostas (C.A.P.). O valor da proposta é de 35 892 322 347$50 e prevê-se a conclusão das obras no primeiro trimestre de 1999 e que a via ferroviária esteja operativa no fim de Janeiro do mesmo ano.

Investimento total incluindo o custo das obras, IVA, revisão de preços, eventuais trabalhos a mais (estimados), e encargos com a fiscalização, atinge 50 milhões de contos.

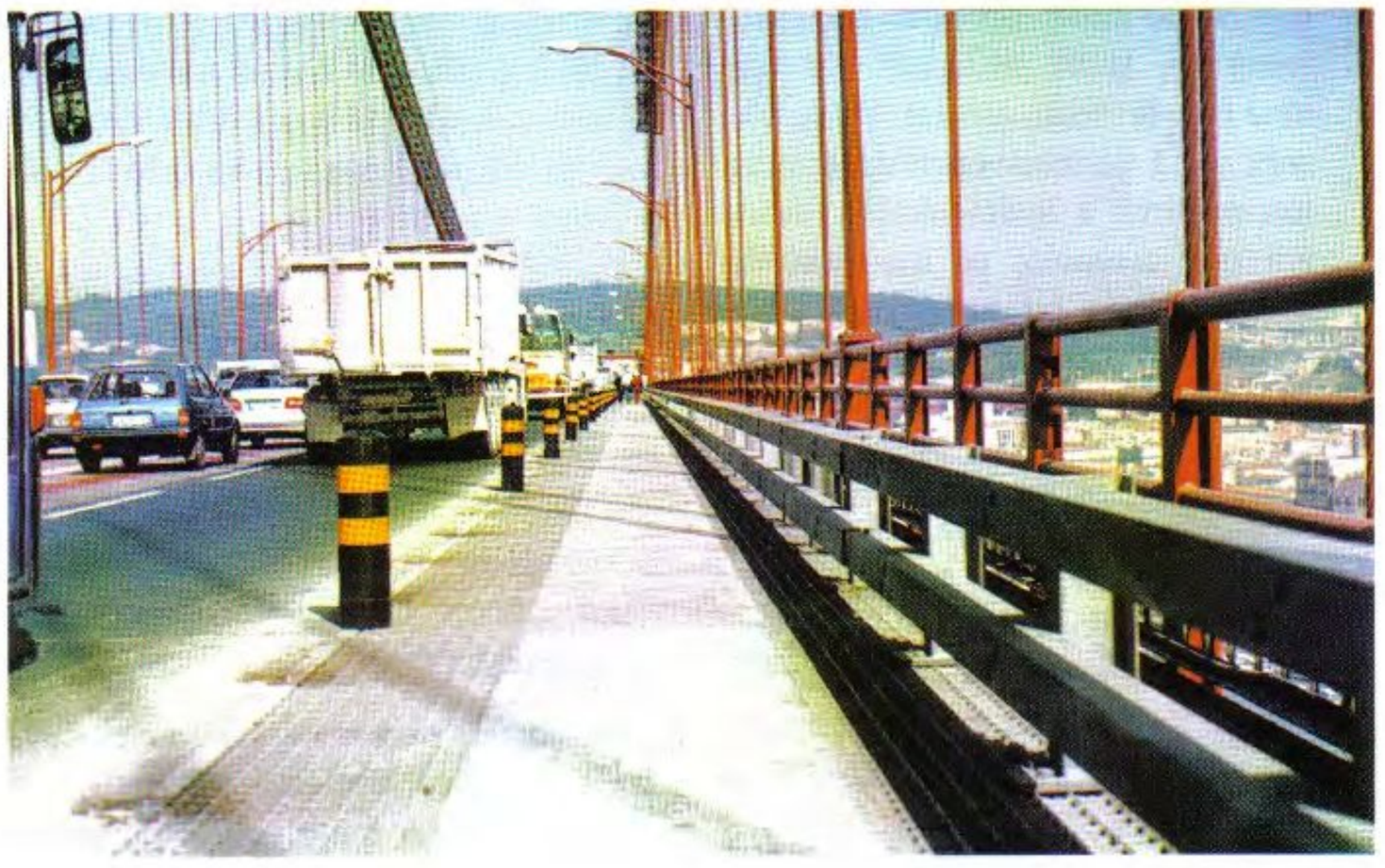
Ministro das Obras Públicas Transportes e Comunicações, sob proposta do GECAF, organismo criado para gerir as obras a realizar, aprovou o relatório apresentado pela C.A.P. e as respectivas conclusões, pelo que se procedeu, à elaboração da minuta do contrato de adjudicação, que após aprovação formal pelo consórcio adjudicatário, foi aprovada pelo Governo e enviada ao Tribunal de Contas para efeitos de "Visto" que foi concedido em 10 de Novembro de 1995.

Seguiu-se a assinatura do contrato em 21 de Dezembro seguinte e a consignação dos trabalhos que teve lugar em 24 de Janeiro de 1996.

**5.** Importa salientar, como referido atrás, que os trabalhos da empreitada se têm realizado com a ponte em serviço, mantendo-se as condições actuais de exploração durante o período de maior intensidade de tráfego que inclui as pontas da manhã e da tarde, isto é, 5 vias disponíveis para circulação entre as 6h00 e as 22h00, o que tem obrigado a que sejam executados durante o período nocturno os trabalhos que exijam o encerramento de vias.

**6.** Embora a ponte suspensa constitua a parte de leão no conjunto da empreitada, não podemos deixar de fazer referência às obras a realizar no viaduto de acesso norte sobre a zona de Alcântara.

São, como vimos anteriormente, duas: 1) a construção do tabuleiro ferroviário apoiado sobre as travessas que unem os pares de pilares de onde nascem as consolas (cantilever) de apoio do tabuleiro rodoviário; 2) a eliminação de oito das doze juntas existentes entre extremos das consolas, pela introdução duma alteração estrutural muito engenhosa de que é autor o Eng.º António Reis, professor catedrático de



Pontes e Estruturas Especiais do I.S.T., que é também o projectista do viaduto ferroviário referido em 1).

**7.** Julgamos que tem algum interesse indicar algumas quantidades aproximadas dos materiais que vão ser utilizados nesta empreitada:

Aço estrutural a aplicar na ponte suspensa - 13 500ht

Aço estrutural a aplicar no viaduto ferroviário de Alcântara - 5 000ht

Escavação para fundações das ancoragens - 75 000m$^3$

Volume de betão - 80 500m$^3$

Estacas de fundação com Ø1,50m - 3 600m

Área total a pintar - 500 000m$^2$

Importa, também, referir que a viga de rigidez é contínua entre ancoragens, o que implica que as juntas de dilatação nos seus extremos tenham uma amplitude de 1,5m cada.

**8.** Não é possível, nem desculpável, falar dum projecto como o da instalação do caminho de ferro na Ponte 25 de Abril, sem abordar outros aspectos que são anteriores, e estão acima, dum projecto duma obra pública da importância que todos lhe atribuem e duma obra de engenharia estrutural que é a primeira vez que se executa no mundo.

É que, como é de todos sabido, a obra pública faz-se com determinados objectivos, isto é, para satisfazer necessidades e contribuir para o bem estar das populações, ou, para empregar uma expressão hoje muito utilizada, e com toda a propriedade, para melhorar a qualidade de vida das pessoas.

No caso concreto da Ponte 25 de Abril, milhares de pessoas cerca de 100 000 entram em Lisboa pela ponte são diariamente penalizadas no seu acesso à capital, nas deslocações domicílio-trabalho, a maioria delas.

São horas de percurso, de incómodo, de demora, de poluição.

Com a instalação do comboio prevêem-se, à partida, cerca de 250 comboios por dia, número que pode subir até 500 duas grandes vantagens irão atingir-se:

**1** melhoria da acessibilidade à capital dos utentes que a ela afluem diariamente;

**2** redução do número de veículos que demandam a cidade, e vão agravar o congestionamento do já congestionado tecido viário, sem falar na redução da poluição pelos gases de escape pela redução do número de veículos em circulação.

Se, aos veículos que deixam de atravessar o Tejo pela ponte nas suas deslocações pendulares diárias, adicionarmos aqueles que são desviados para a ponte Vasco da Gama e que se incluem nas correntes de tráfego regional e de longo curso, é lícito admitir um cenário provável de redução da intensidade do tráfego da ponte 25 de Abril, da ordem dos 30% a 40% do tráfego actual o que significa e é uma conclusão importante a reter que a capacidade de transporte do tabuleiro rodoviário é ampliada por um número significativo de anos, mesmo tendo em conta o crescimento normal do tráfego.

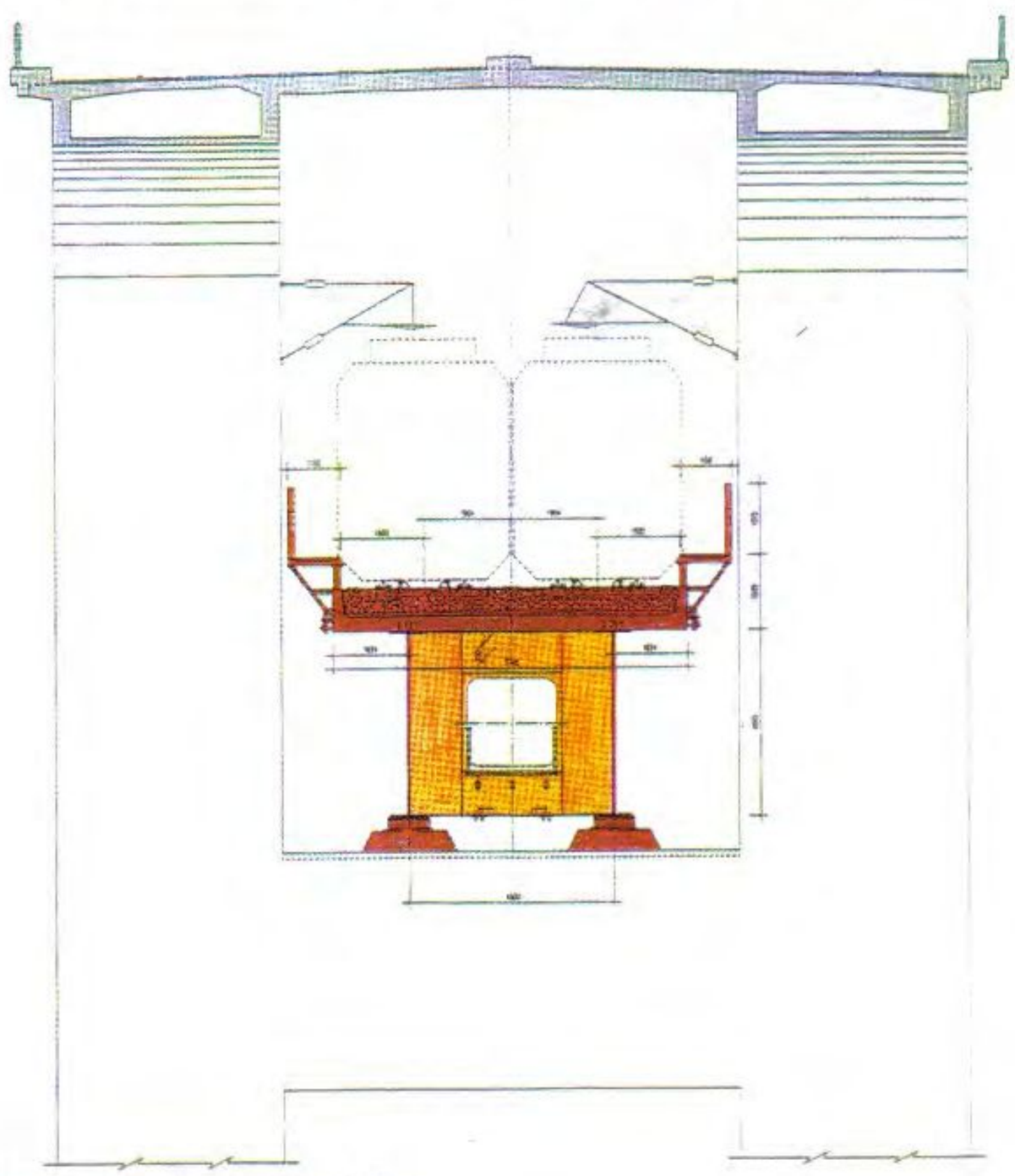


***Fig. III - Secção Transversal Tipo***

# O Projecto

# Travessia Norte-Sul

*Eng. Mário Campos Olivença*

*Director do Projecto Travessia Norte-Sul (PTNS) - REFER-Rede Ferroviária Nacional, EP*

## Objectivos do empreendimento

O Empreendimento visa cumprir uma velha aspiração das populações da Área Metropolitana de Lisboa, em especial das que vivem na margem sul do Tejo, estabelecendo, pela primeira vez, uma ligação ferroviária rápida entre Lisboa e a Península de Setúbal.

Os objectivos que se esperam deste Empreendimento são multi-facetados referindo-se, entre outros, os seguintes:

- O alívio da pressão do aumento demográfico e da oferta de emprego na margem norte do Rio Tejo;
- A redução da pressão sobre as infra-estruturas rodoviárias e fluviais e sistemas de transporte em geral, na travessia do Rio Tejo;
- A melhoria da oferta dos transportes públicos de passageiros, apostando nas interfaces e na implementação de cadeias multimodais, como solução para a redução do congestionamento

das rodovias e para o atenuar do problema do estacionamento em zona urbana;

- A redução, pelo impacto na diminuição das viagens em transporte individual, da emissão de gases, do ruído, do consumo energético, dos tempos de deslocação e dos acidentes, com os consequentes efeitos positivos para a qualidade de vida das populações;
- Um melhor aproveitamento das potencialidades da Península de Setúbal;
- A revitalização das funções da Cidade de Lisboa e das suas relações com outras Cidades e Centros Urbanos.

## Constituição da equipa de projecto

A equipa de Projecto da Travessia Norte-Sul, pelo seu enquadramento institucional, sua composição, organização e procedimentos, reúne características, porventura ímpares, no panorama dos investimentos nacionais de iniciativa exclusivamente pública.

Pelo Despacho 57-XII/94, de 19 de Dezembro, do MEPAT - Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações, é cometida ao extinto GNFL - Gabinete do Nó Ferroviário de Lisboa a construção do Eixo Ferroviário Norte-Sul bem como a elaboração dos instrumentos legais tendentes à atribuição à iniciativa privada da exploração do novo serviço ferroviário de transporte de passageiros.

A ambição destes objectivos, os avultados programas de investimento e os prazos associados, decorrentes dos contratos e compromissos com a iniciativa privada que se visa cooptar para o projecto, levaram em boa hora os responsáveis a criar uma unidade para a gestão global do Empreendimento, em todas as suas vertentes, que foi designada por UIP - Unidade de Implementação do Projecto.

A reestruturação ferroviária em curso e, designadamente, a publicação do Decreto-lei 104/97, de 29 de Abril, permitiu a integração desta estrutura na Rede Ferroviária Nacional - REFER, EP, onde assumiu a designação de Projecto Travessia Norte-Sul, sem soluções de continuidade.

### *Requisitos de actuação*

A pressão dos prazos associados à necessidade do imediato inicio dos trabalhos bem como a constituição da própria equipa, cuja premência foi sentida na sequência do Despacho 57-XII/94, determinou que a sua composição assentasse em reduzidos meios humanos próprios, recorrendo-se maioritariamente à cedência de meios especializados de empresas privadas, por inexistência de alternativas credíveis.

Constituiu-se assim uma equipa integrada e integral, no sentido das principais valências técnicas necessárias ao Empreendimento, mas, naturalmente, composta por elementos imbuídos de culturas empresariais muito distintas.

Esta equipa iniciou a sua actividade em Janeiro de 1995.

Os factores indicados, adicionados à consciência muito clara da dimensão da tarefa, determinaram a opção por regras de organização e por rígidos procedimentos funcionais, bem como por padrões e sistemas técnicos que permitissem aferir e controlar a Qualidade, a Segurança, o Planeamento, o Ambiente e os Custos do produto pretendido: A ligação ferroviária entre a Península de Setúbal e a rede ferroviária a norte do Tejo, pela Ponte 25 de Abril.

### *Contratualização*

O Empreendimento que estamos a realizar foi concebido, em termos de

gestão, como um clássico *Project Management*, assente numa estrutura central forte e mobilizadora de todos os intervenientes no processo.

A proliferação de contratos de prestação de serviços e de empreitadas deveu-se a um objectivo estratégico, mas também a uma necessidade ditada pela indisponibilidade da totalidade dos projectos de execução, à data da decisão de avançar com a construção.

Por outro lado, o domínio ferroviário caracteriza-se pela complexidade e interacção dos sistemas, em áreas técnicas tão diversas como a sinalização e telecomunicações, a catenária, o material circulante, a via, os edifícios, os viadutos, os túneis e outras obras-de-arte especiais.

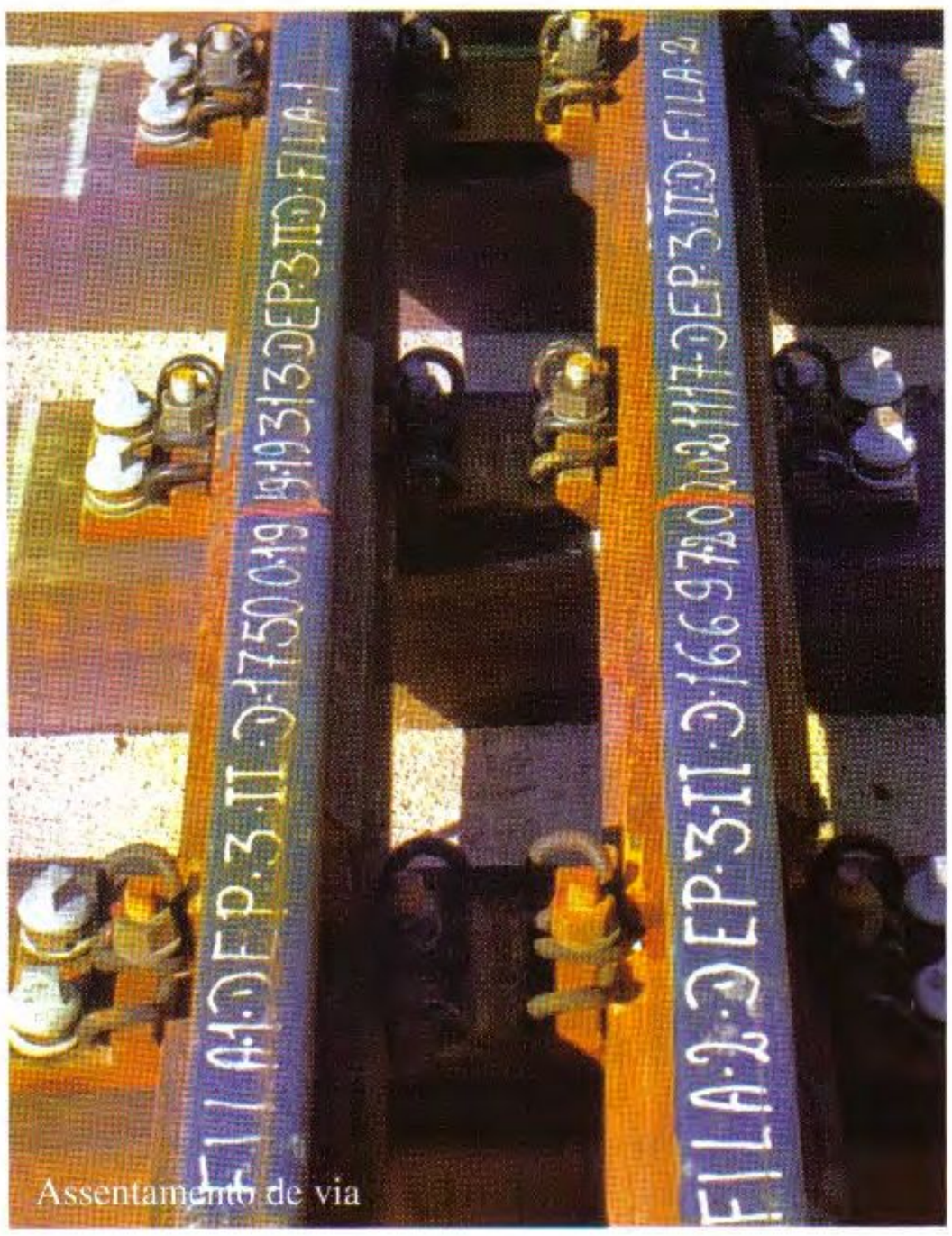
A interacção com o meio urbano envolvente é evidente e complexa: estamos a falar de mobilidade das populações, acessibilidades, qualidade de vida, em suma, desse produto essencial à vida moderna que é o transporte!

Os requisitos actuais de realização de um empreendimento desta natureza, são muito exigentes no plano da sua execução e, também, no aspecto formal da sua demonstração em diversos domínios, como o impacte ambiental, a segurança, a gestão financeira, o planeamento e a qualidade.

A eficácia num sistema como o descrito, só poderia ser garantida, no plano da gestão, pela participação articulada das várias especialidades e pela capacidade que demonstrem em planearem conjuntamente as suas actividades, tendo em vista o objectivo comum.

Equipa do projecto Travessia Norte-Sul em Março de 98

Considerámos que a gestão deste sistema, apenas era possível com uma organização forte, mas flexível, concebida com base numa política global, assente nos três parâmetros atrás referidos: a Qualidade, no seu significado mais amplo, o Prazo de execução e os Recursos Financeiros.

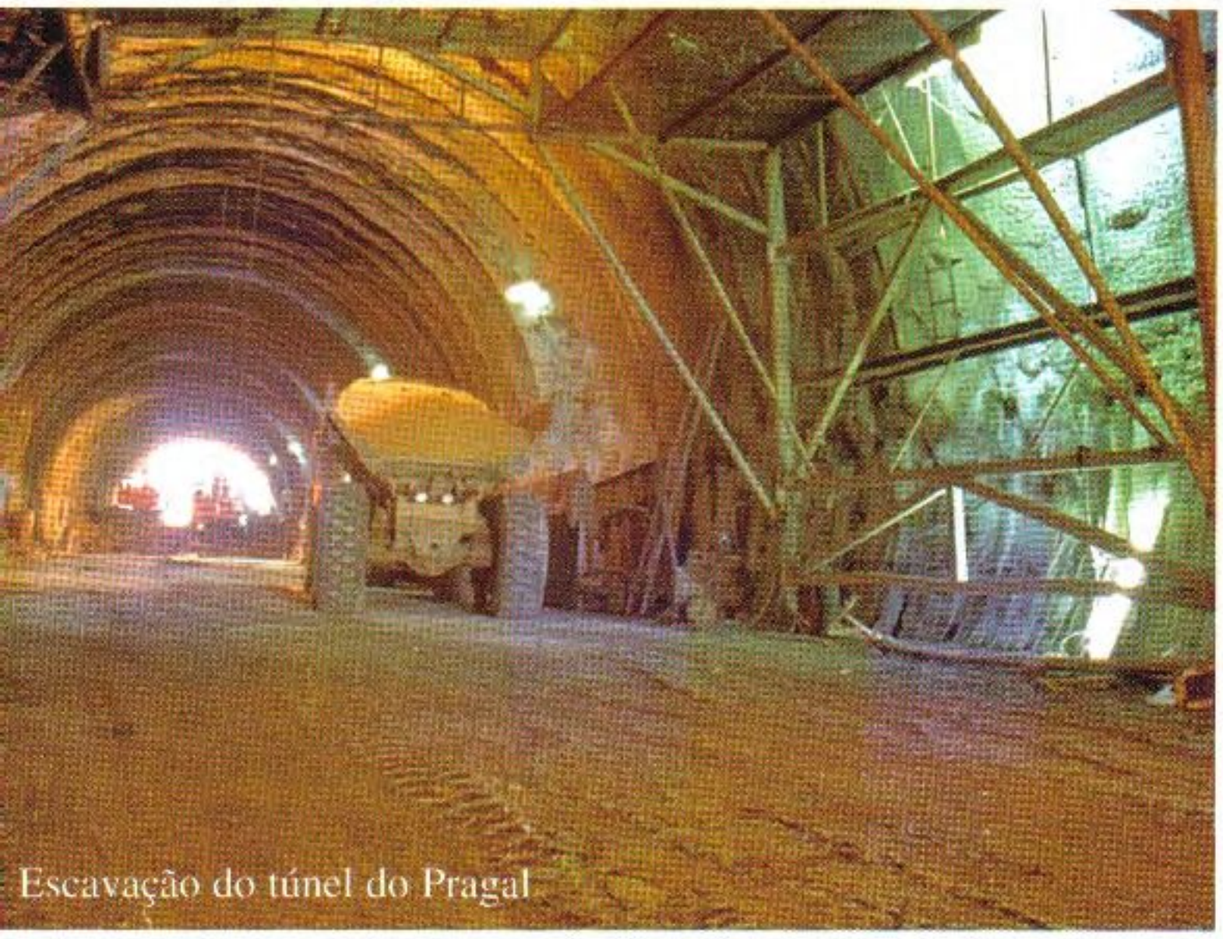

Assentamento de via

Foram estes factores que procurámos introduzir no relacionamento contratual com todos os nossos colaboradores, criando cadernos de encargos algo inovadores, em domínios tão diversificados como a Segurança, o Ambiente, a Qualidade ou os Seguros. Pretendemos, em suma, criar compromissos que identifiquem claramente as responsabilidades de cada um dos intervenientes no processo, nas áreas das suas respectivas intervenções.

## As prestações de serviços

### *Os projectistas*

A importante tarefa de projectar as inúmeras e diversificadas obras que compõem o Empreendimento, foi entregue a dois grupos: O Consórcio Coba, Gibb, Ferbritas, para a zona entre Sete Rios e Chelas (Troço A do Empreendimento, com características marcadamente urbanas, sendo os restantes projectos da autoria da PRET - Profabril, Engenharia de Transportes, SA, para os troços B, C e E do Empreendimento, (de Campolide na margem norte a Coina na margem sul do Tejo).


Escavação do túnel do Pragal

O enquadramento destas contratações assentou em termos de referência definindo claramente um calendário de entregas de projectos bastante apertado, na demonstração de um sistema de Qualidade que assegurasse a verificação dos processos e na verificação cruzada dos cálculos estruturais das principais obras, designadamente, dos viadutos. Com efeito, foi incluído no objecto da contratação de cada um dos grupos indicados, a responsabilidade pela verificação dos cálculos de estabilidade apresentados pelo outro projectista.

Estes dois grupos assumiram os projectos da totalidade das especialidades, com excepção da sinalização e telecomunicações, da responsabilidade da empresa Alcatel, em regime de concepção-construção.

Catenária no Troço A

## *A fiscalização dos trabalhos*

Para nos auxiliar na tarefa de finalizar os projectos de execução, e gerir em simultâneo, cerca de meia centena de empreitadas, foram contratadas equipas para a gestão da construção: O Consórcio Atkins, Ferbritas, Planege para a margem norte do Tejo, e o Consórcio Consulgal, Gibb, Lusotecna, Transmark, para a margem sul do rio.

Como a própria designação sugere, tratam-se de prestações para além de uma mera fiscalização de empreitadas, apresentando valências nos domínios do Planeamento, da Qualidade, da Segurança e do Ambiente, que ultrapassam substancialmente as clássicas funções da fiscalização estabelecidas no Artº 161º do DL Nº 405/93, de 10 de Dezembro.

Para dar apenas dois exemplos: Em matéria de Segurança, ambos os Consórcios foram nomeados Coordenadores de Segurança e Saúde para a fase de Obra nas respectivas áreas de intervenção, nos termos de DL 155/95, de 1 de Julho. No domínio do Ambiente, foram contratados serviços adicionais de acompanhamento ambiental das obras, cujas equipas procedem à sistemática monitorização dos principais descritores ambientais (ruído, poeira, etc.), acompanhando os trabalhos em curso, em estreita articulação com a REFER e com as autoridades ambientais.

Pretendeu-se, efectivamente, contratar equipas de *project management*, sem contudo deterem as atribuições de decisão em matéria de custo e de planeamento do projecto, dado estas funções serem, à época, indelegáveis, por via da natureza jurídica do organismo promotor do Empreendimento.

## *As expropriações*

As expropriações dos terrenos necessários para a construção da Travessia Ferroviária Norte-Sul, foram adjudicadas à Ferbritas, sendo de assinalar o sucesso com que tem decorrido esta complexa actividade, essencial à concretização do Empreendimento.

Viaduto do Fogueteiro

## Os contratos de empreitada

Sem prejuízo da normalização a que somos obrigados pelo Decreto-lei 405/93, de 10 de Dezembro, os contratos das nossas empreitadas procuraram traduzir as preocupações a seguir mencionadas, em termos de custos, de planeamento, de segurança, de qualidade e de ambiente.

O compromisso estende-se à exigência, em cada empreitada, de um Plano da Qualidade e de um Plano da Segurança, desenvolvido a partir do Plano de Segurança e Saúde que é disponibilizado ao empreiteiro no acto da consignação. Através destes instrumentos e dos compromissos assumidos pelo adjudicatário em sede da proposta, a qual contem obrigatoriamente e no mínimo, declarações de intenções sobre estas matérias, estabelece-se o enquadramento de gestão de cada uma das empreitadas.

As comissões para a Segurança e Saúde reúnem e funcionam regularmente em todas as obras, com grande articulação entre as equipas de fiscalização, os responsáveis dos empreiteiros e os representantes dos trabalhadores.

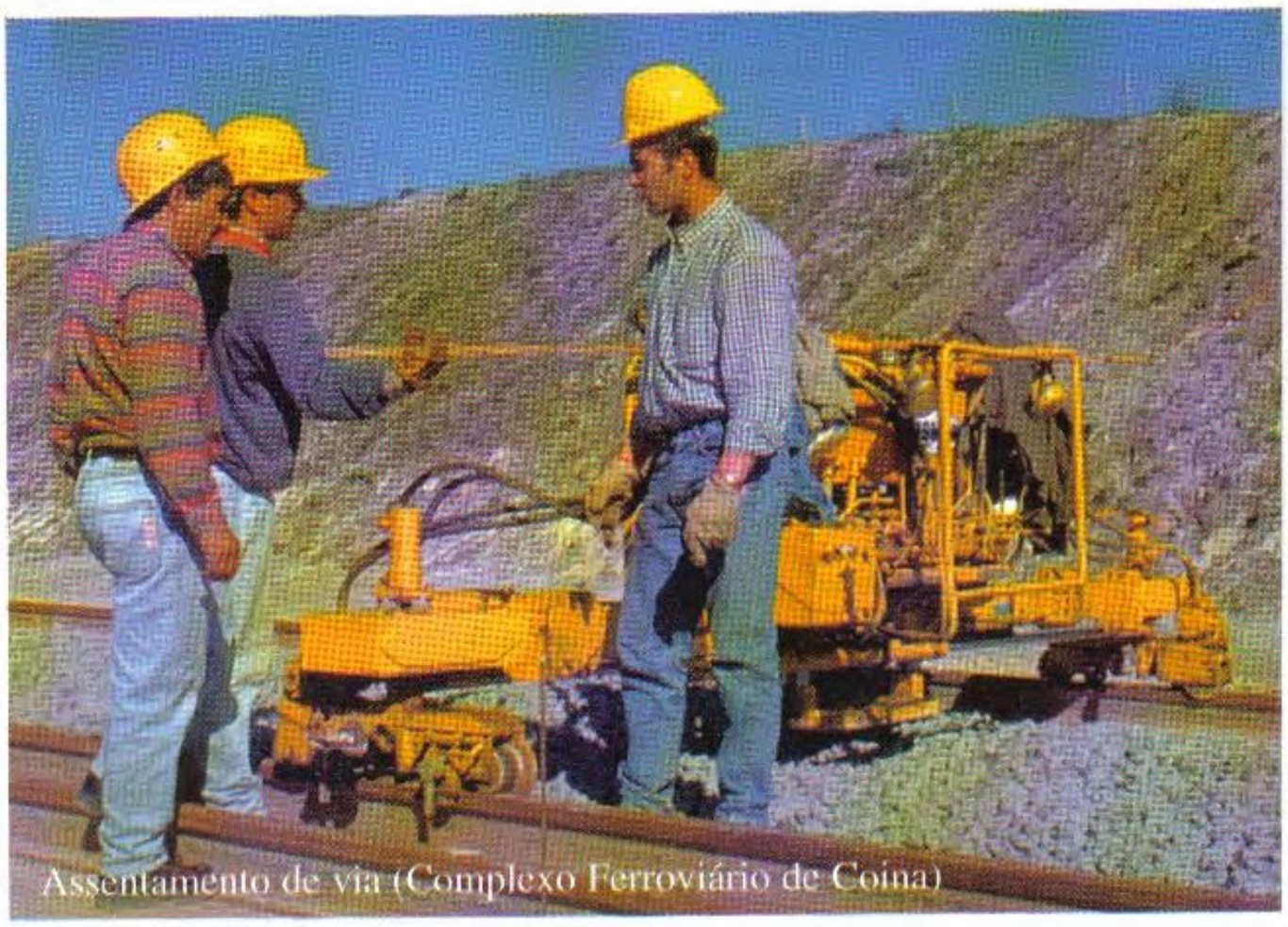
No domínio dos seguros, procurou-se dotar as empreitadas de seguros do tipo *engineering contractors all risks*. Trata-se de uma modalidade de seguro cruzado, abrangendo e cobrindo a intervenção do próprio dono-da-obra e todos os restantes intervenientes, também como segurados. A ausência de uma prática anterior tem dado origem a algumas dificuldades na sua fácil aceitação e concretização, como seria de esperar.

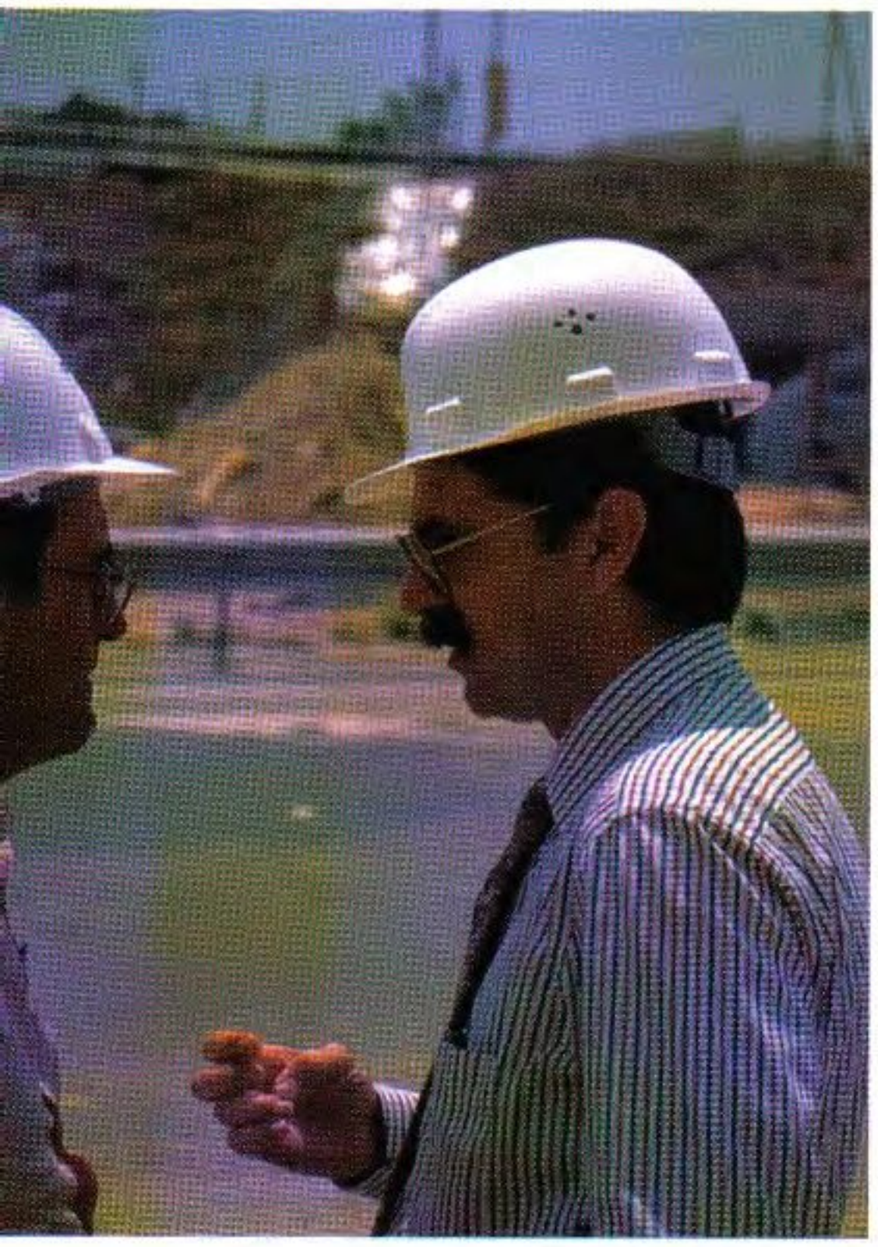
## Qualidade

O Projecto Travessia Norte-Sul estava anteriormente integrado na Administração Pública, num organismo (o GNFL) que, praticamente, desde a sua constituição, em 1988, vinha demonstrando preocupações na área da Qualidade, designadamente, nas obras de modernização das linhas de Sintra e Cascais, onde havia recorrido à Marca de Qualidade LNEC.

O PTNS foi adquirindo, na prática concreta do dia-a-dia, uma sensibilidade cada vez maior para a problemática da Qualidade e da Segurança: Entendemos que a Qualidade só faz sentido quando estiver intimamente relacionada e imbricada com o processo produtivo nas suas várias fases. Isto é, constitua um subsistema do sistema global de gestão. Nesse sentido, não é apenas um objectivo e muito menos algo de abstracto, desligado do processo produtivo. Passou a ser, para nós, uma matéria que podia e devia ser definida e reflectida contratualmente, nos instrumentos que regulam as nossas relações com empreiteiros, fornecedo-

Acompanhamento dos trabalhos (Equipa Refer-PTNS)


Assentamento de via (Complexo Ferroviário de Coina)



res e prestadores de serviços.

No documento de apresentação do PTNS, em meados de 1995, referia-se já o seguinte: "Um Empreendimento desta envergadura, tendo como objectivos promover a sua realização orientada para a optimização das condições de custo, prazo e qualidade, aconselha que a sua condução se processe no quadro dum Sistema de Gestão da Qualidade."

E mais adiante, acrescentava-se: "As pessoas, as estruturas organizativas e as entidades, interagindo, estabelecem ligações que se podem equiparar a relações entre clientes e fornecedores.

A gestão da Qualidade, visando a sua constante melhoria, exige uma revisão e melhoramento permanente dos sistemas de funcionamento estabelecidos, com base na percepção que o cliente adquire quanto ao nível de satisfação proporcionado.

Pretende-se com esta importante ferramenta da gestão, assegurar que sejam atingidos os Objectivos do Empreendimento."

Com o início da sua actividade, em Janeiro de 1995, influenciado pela anterior tradição do GNFL e pelos estreitos contactos tidos com organizações internacionais com uma política da Qualidade baseada nas normas ISO 9000, o PTNS procurou criar as condições para a definição de uma política da Qualidade para o Empreendimento. Num primeiro tempo, admitiu-se a possibilidade de optar por uma das alternativas equacionadas:

- A Marca de Qualidade LNEC; ou
- Um Sistema da Qualidade baseado nas ISO 9000.

Em Janeiro de 1996, ponderados todos os aspectos referidos, entre os quais, o factor prazo de execução assumiu especial relevância, optou-se decisivamente por um sistema da gestão da Qualidade baseado nas normas da série ISO 9000.

## Segurança

Em matéria de Segurança será pertinente a leitura de artigo específico sobre o assunto, nas páginas desta revista, para quem pretender aprofundar o conhecimento do modelo implementado no Projecto.

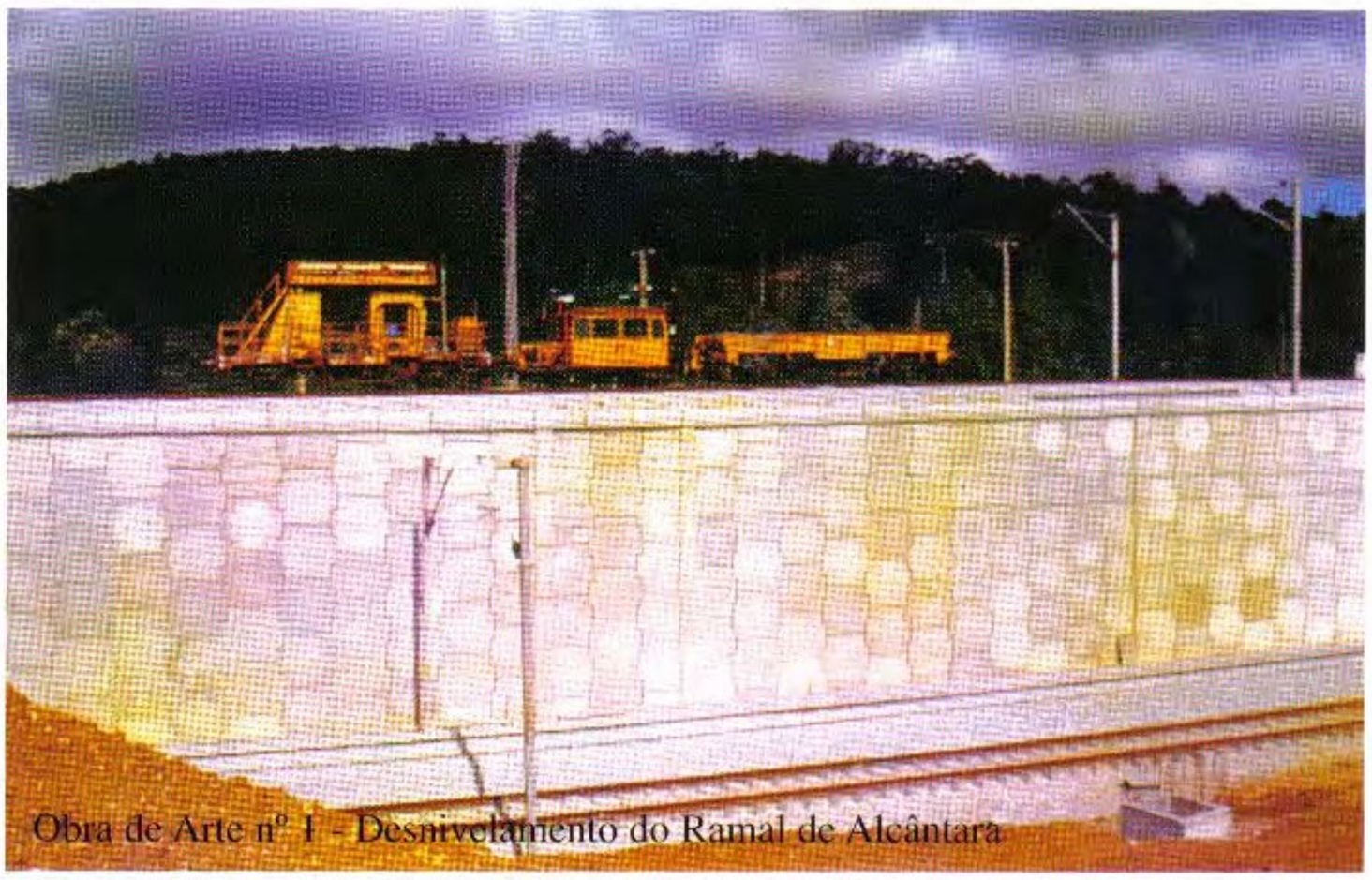
Resumidamente, pretendeu-se aplicar ao Projecto a legislação publicada com o Decreto-lei 155/95, de 1 de Julho, que transpôs para o direito interno a Directiva Comunitária 92/52/CEE - Directiva Estaleiros, sendo de salientar que, na data da sua promulgação, a actividade do PTNS já havia sido iniciada, estando em curso a maioria dos projectos e havendo, inclusive, algumas obras lançadas. Decorrente deste facto, foi feito um esforço adicional de adaptação dos estudos e instrumentos contratuais às novas exigências legais.

Não obstante as dificuldades apontadas, a maioria das obras foram dotadas de Planos de Segurança e Saúde (PSS), estando a ser feito o seu regular acompanhamento nos estaleiros das principais empreitadas, nomeadamente, através das reuniões periódicas das comissões de Segurança e Saúde reunindo representantes do empreiteiro, trabalhadores e dono-da-obra.

## Ambiente

Os impactes legais e ambientais na zona foram grandemente acautelados, dado a delimitação de uma faixa de reserva para o traçado do caminho de ferro, pelo Decreto-lei 46 788, de 23 de Dezembro de 1965.

Complementarmente e reforçando a legislação mencionada, foi publicado o Decreto Regulamentar 19/94, de 17 de Agosto, interditando a prática de quaisquer alterações numa faixa delimitada



Obra de Arte nº 1 - Desnivelamento do Ramal de Alcântara

em plantas anexas ao citado diploma, correspondente ao actual traçado entre Chelas, em Lisboa, e Penalva no Concelho de Palmela.

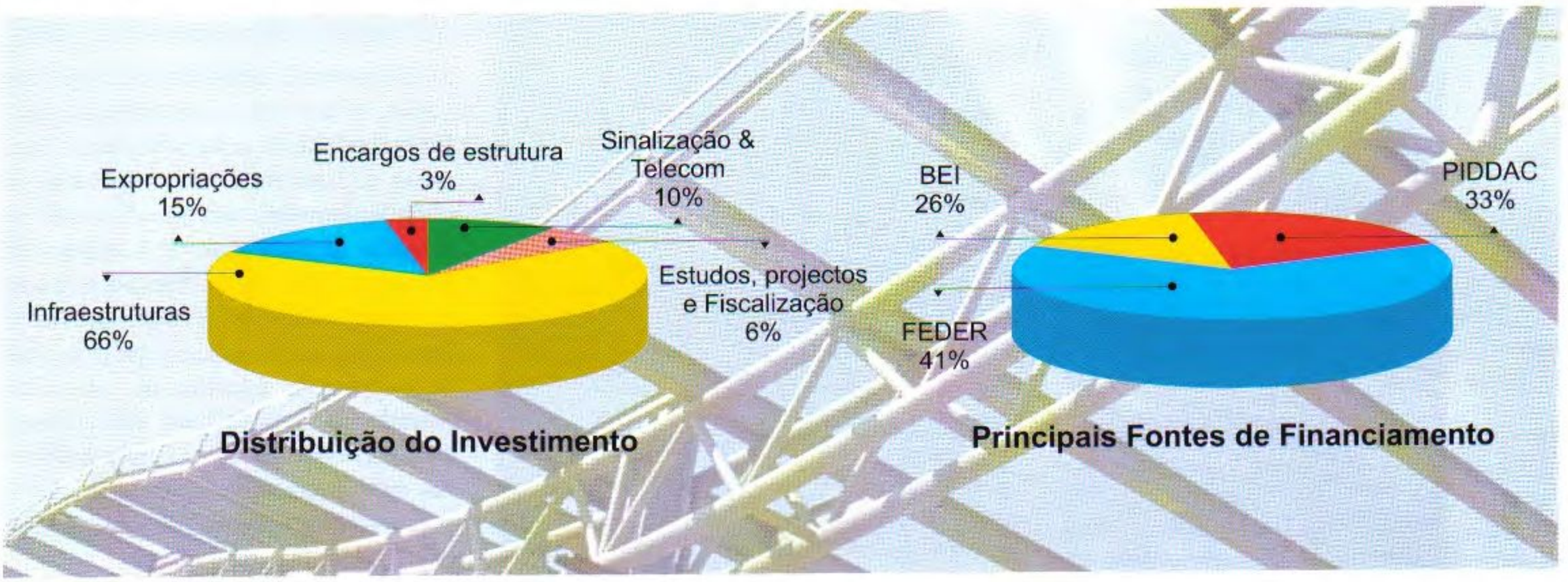
Nos termos da legislação então em vigor, o Decreto-Lei 186/90, de 6 de Junho, encomendaram-se os estudos de impacte ambiental de todos os troços que compõem o Empreendimento, desde 1992 até 1996. Numa primeira fase promoveu-se a avaliação do impacte ambiental (AIA), dos troços C e E, que correspondiam às partes do Empreendimento objecto de construção de linha nova, como é a situação das zonas compreendidas entre Campolide e a Ponte sobre o Tejo e, a sul, entre o Túnel do Pragal e a futura inserção na rede ferroviária em Pinhal Novo.

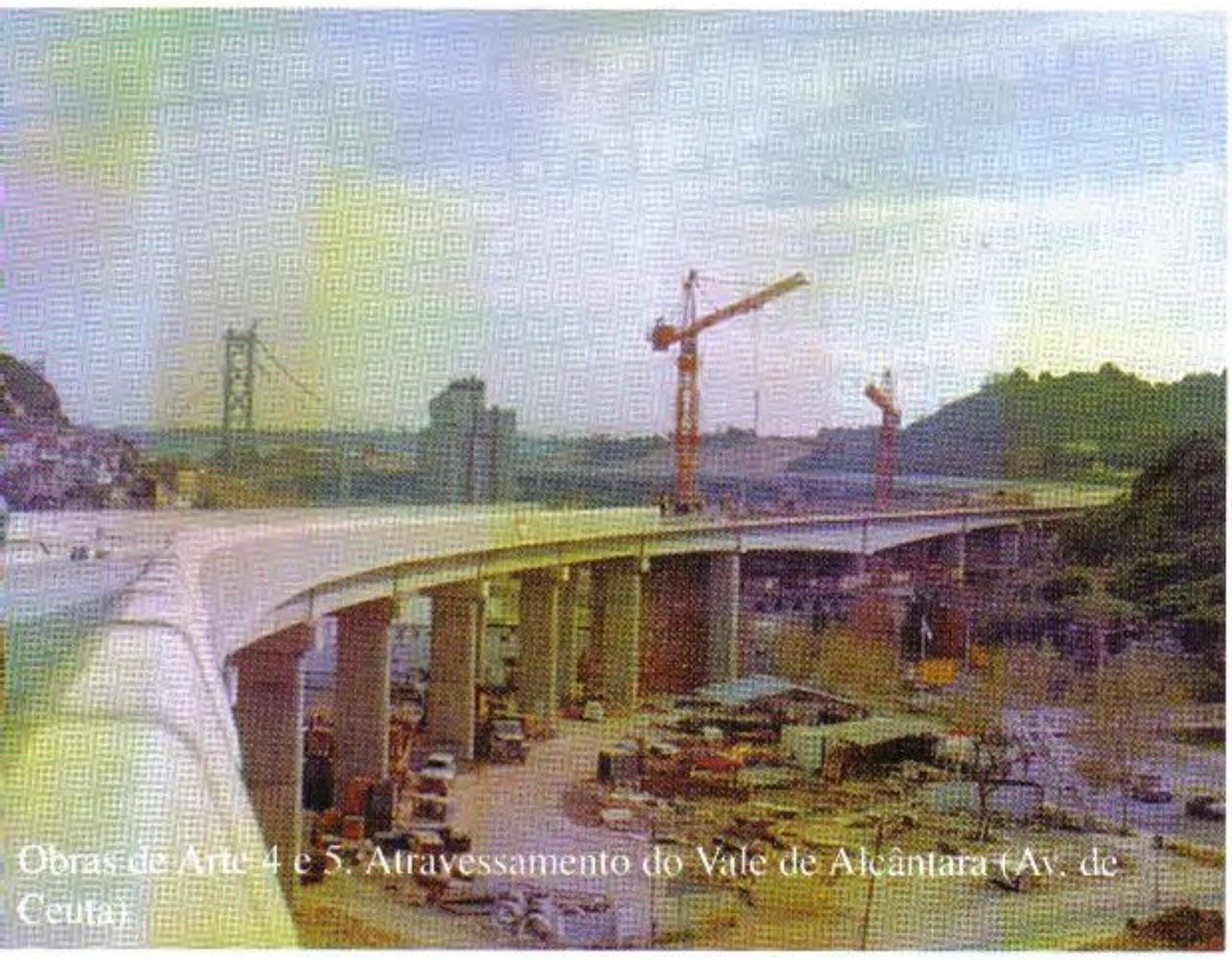
Numa segunda fase promoveu-se a AIA dos restantes troços do Empreendimento, correspondentes a zonas de renovação de via ou de aumento da sua capacidade.

A fim de verificar e controlar a implementação correcta das medidas mitigadoras propôs-se e foi aceite pela Direcção Regional do Ambiente, a adopção de um Programa de Acompanhamento Ambiental, com vista a auxiliar os empreiteiros, o público, as autoridades ambientais e a REFER na concretização das medidas e na prevenção e resolução de questões ambientais inesperadas que possam surgir no decorrer dos trabalhos de construção.

As equipas de Acompanhamento Ambiental actuam em todos os troços do Empreendimento articuladas com as equipas de gestão e fiscalização da construção do Empreendimento. O acompanhamento é garantido através de vistorias permanentes, segundo um plano de monitorização das medidas mitigadoras, previamente estabelecido e aprovado. Para além desta acção estão previstos contactos com o público, através de gabinetes de atendimento instalados junto dos estaleiros de obra.

A manutenção de boas relações com público é um aspecto importante e que foi tido em devida conta, através da informação prévia sobre aspectos relevantes da obra, interferências com a rede




Obras de Arte 4 e 5. Atravessamento do Vale de Alcântara (Av. de Ceuta)

viária e percursos pedonais e caminhos alternativos.

O público dispõe, ainda, de uma linha verde com atendimento permanente (0800 200 983) que presta todo o tipo de informação solicitada sobre o Empreendimento na margem norte do Tejo e de uma linha telefónica dedicada com a mesma finalidade a sul do Tejo (255 81 43), para além de um gabinete de atendimento situado na Av. Vale de Milhaços, 204, em Corroios.

É propósito assumido pela equipa do Projecto Travessia Norte-Sul e seus prestadores de serviços, compilar e dar sempre resposta às reclamações do público em geral que nos são colocadas.

## Custos e financiamento

O Orçamento de construção das infra-estruturas do PTNS foi pela primeira vez apresentado ao Governo em Janeiro de 1995 e ascendia a 75,6 milhões de contos (377 091 210,2 EUR), compreendendo a elaboração de todos os estudos e projectos, as expropriações e a construção da infra-estrutura, incluindo todas as especialidades necessárias ao Empreendimento (via, catenária, sinalização e telecomunicações, estações, viadutos e toda a construção civil).

Foram feitas revisões ao orçamento em Setembro de 1996 e em Outubro de 1997, tendo-se apurado o valor actual revisto de 76,1 milhões de contos (379 585 199,7 EUR). As previsões apontam para a conclusão do projecto com um custo total inferior a 80 milhões de contos.

Subestação de tracção do Fogueteiro

A distribuição deste orçamento pelas rubricas do investimento é a que se apresenta no gráfico Distribuição do Investimento.

A candidatura deste investimento a financiamento comunitário foi oportunamente apresentada à Comissão Europeia, tendo sido deferida uma comparticipação do FEDER de 31 milhões de contos (154 627 348,1 EUR).

Com o BEI - Banco Europeu de Investimento foi celebrado um contrato de financiamento conjunto para os Projectos Travessia Norte-Sul e Instalação do Caminho de Ferro na Ponte 25 de Abril, até ao montante de 80 milhões de contos (399 038 317,7 EUR).

Estima-se que a distribuição final do custo do Empreendimento por fontes de financiamento seja de acordo com o gráfico Principais Fontes de Financiamento.

## Prazos

Depois de várias boas intenções insustentáveis, entre as quais, a de estabelecer a ligação ferroviária em Abril de 1998, julgadas possíveis durante o ano de 1994, desde cedo se foi consolidando um planeamento do Empreendimento firmado no conhecimento dos projectos e da resposta do mercado de obras públicas, essenciais à formulação de uma previsão objectiva e credível.

Na reprogramação de Setembro de 1996, elegeu-se o objectivo de conclusão durante o último trimestre de 1998.

Actualmente, em consequência das várias vicissitudes atravessadas pelo Empreendimento e da articulação com todas as outras acções adjacentes e complementares, designadamente, o Projecto de Instalação do Caminho de Ferro na Ponte 25 de Abril, o contrato de fornecimento de material circulante para operar nesta linha e o próprio concurso para a escolha do operador privado, responsável pela sua exploração, prevê-se concluir as infra-estruturas em Fevereiro de 1999 e iniciar a exploração comercial de passageiros em Abril do mesmo ano.

# O modelo ferroviário

Numa primeira fase da operação ferroviária, entre Fogueteiro e Entrecampos, efectuarão serviço de passageiros, as estações seguintes:

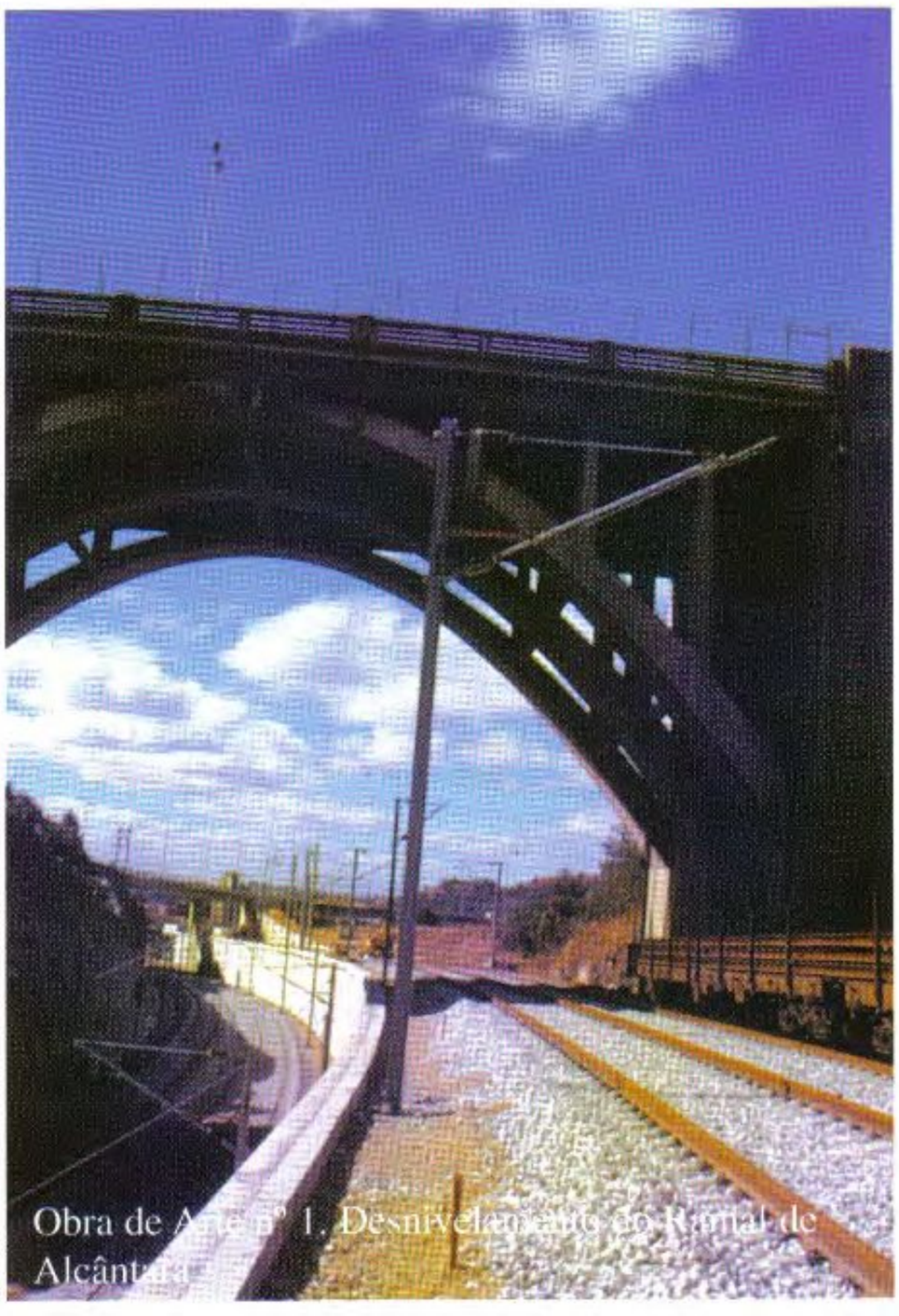
### *Margem Sul*

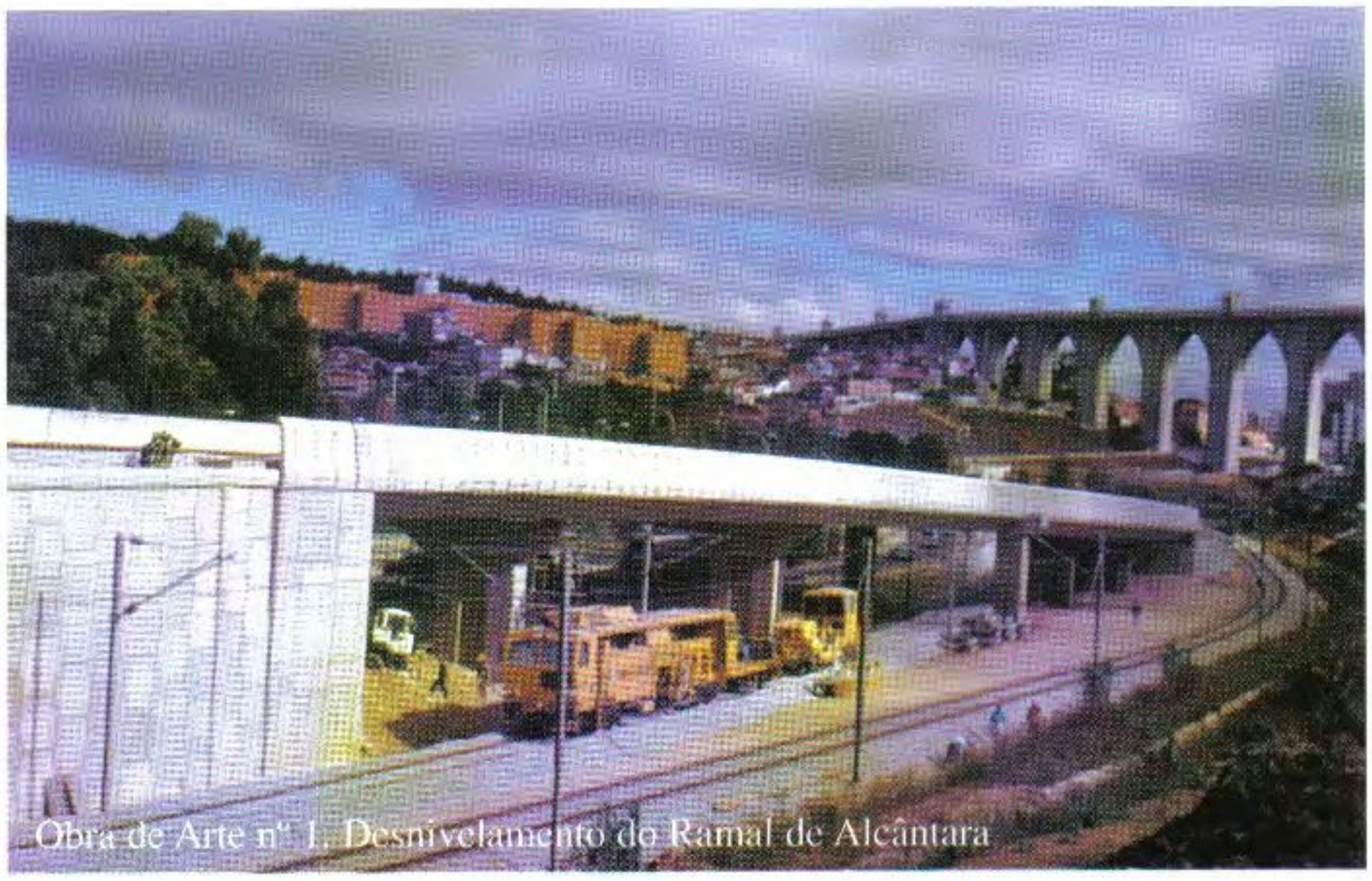
- Fogueteiro
- Foros de Amora
- Corroios
- Pragal

### *Margem Norte*

- Campolide
- Sete Rios
- Entrecampos

A Estação do Alvito terá, nesta primeira fase, uma função de estação técnica e de emergência. Com a continuação do serviço ferroviário da Travessia Norte-Sul até Chelas, será materializada a Estação de Roma/Areeiro.


Obra de Arte nº 1, Desnivelamento do Ramal de Alcântara


Obra de Arte nº 1, Desnivelamento do Ramal de Alcântara

Quando a via quádrupla for prolongada até Braço de Prata, serão construídas as Estações de Chelas e Marvila.

Na outra margem do Tejo, logo que a linha seja estendida para sul, serão construídas as Estações e respectivas Interfaces de Coina, Penalva e Pinhal Novo. Refere-se que a futura Estação de Coina se situará muito próximo do Depósito de Material Circulante, a cerca de 500m do limite da linha a construir na primeira fase de exploração.

Para as interfaces da margem sul (e também para a Estação de Campolide), onde as principais transferências de passageiros se efectuarão entre o transporte rodoviário e ferroviário, foram elaborados Estudos de Acessibilidade às estações do Caminho de Ferro por forma a serem garantidas as melhores condições de interpenetrabilidade. Para tal, analisaram-se a oferta e a procura de transportes na rede viária envolvente, englobando a área de influência de cada estação, com uma extensão temporal até ao ano horizonte adoptado.

Nestas interfaces é introduzido o conceito de Praça de Estação, área ampla e ordenada que enquadra a estação, com o edifício de passageiros posicionado no eixo da Praça, onde assume papel de centralidade urbana.

Todas as interfaces da margem sul serão dotadas de amplos parques de estacionamento para veículos particulares, cuja capacidade pretende responder aos cenários de procura considerados mais realistas, determinados nos estudos de tráfego que se realizaram.

Na generalidade das interfaces a materializar nesta primeira fase, serão adoptadas áreas com estacionamento de superfície e em auto-silo, cuja capacidade de estacionamento, logo que se verifique necessário, poderá ser sujeita a rápida ampliação.

As interfaces da margem sul asseguram ainda a ligação ao modo rodoviário público, tendo sido previstas ilhas dedicadas a *bus* e locais para paragem de táxis. Foi acautelado o espaço canal necessário ao futuro metropolitano de superfície, MST, em todas as estações da margem sul.

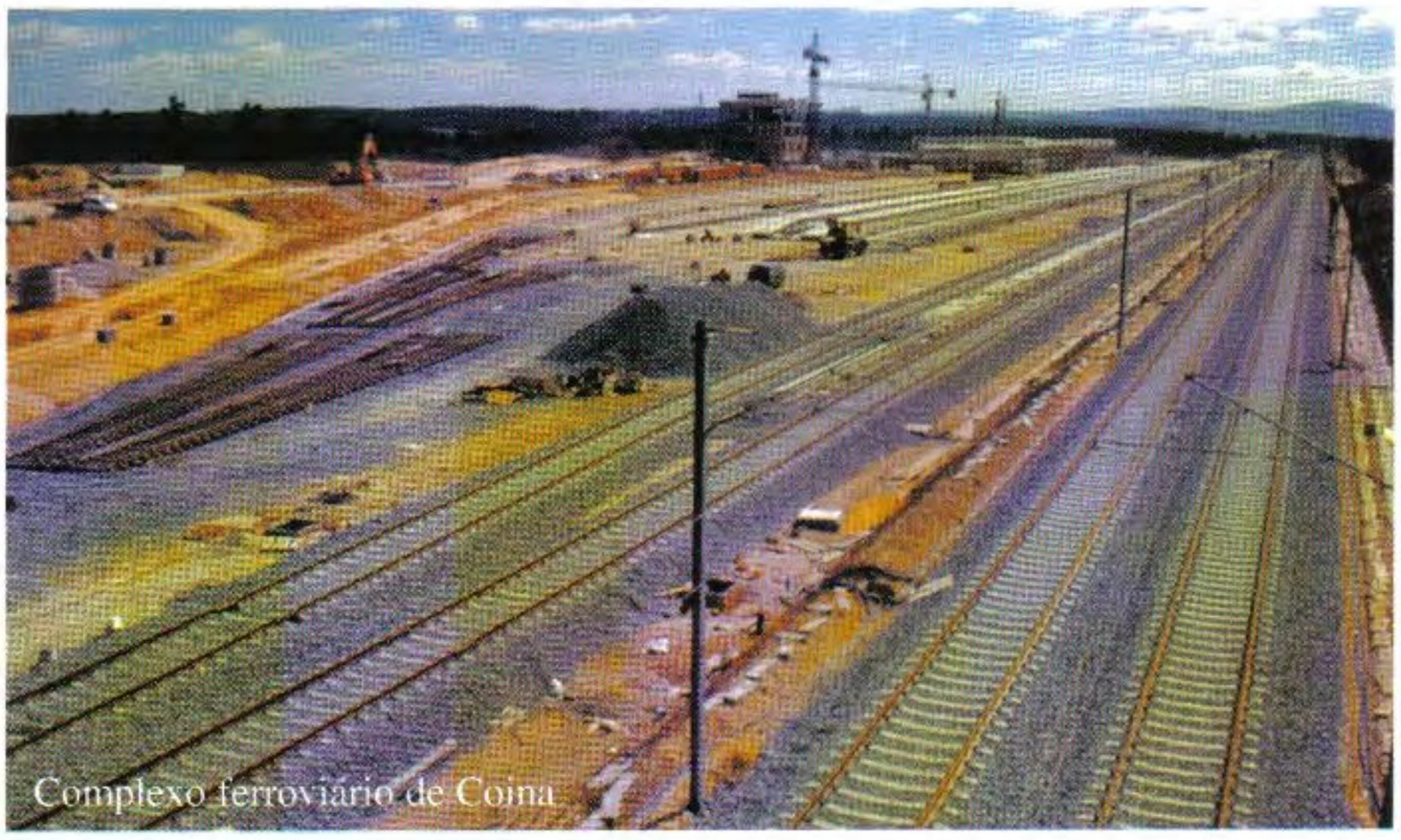
Nas estações da margem norte privilegiam-se as ligações aos restantes transportes públicos urbanos, com

especial relevo para o Metropolitano. Com excepção da interface de Campolide, não está prevista a construção de parques de estacionamento nestas Estações.

Descrevem-se, em seguida e em traços muito gerais, as características principais da intervenção nas linhas, no sistema de sinalização e telecomunicações e nas estações e suas interfaces, previstas efectuar pela REFER-PTNS.

## A linha

A via verá a sua capacidade duplicada no troço compreendido entre Chelas e Campolide, ficando com quatro linhas. Será construída via dupla nova entre o Ramal de Alcântara e o encontro norte da Ponte sobre o Tejo, executando-se, simultaneamente, o desnivelamento entre o Ramal de Alcântara e a Travessia NS. No âmbito de outro Projecto da REFER, será instalado o caminho de ferro no tabuleiro inferior da Ponte, (trabalhos de via, catenária e sinalização, para além do reforço estrutural propriamente dito). Está em construção a via dupla nova desde o encontro sul da Ponte, através do Túnel do Pragal, entretanto, prolongado e o depósito de material circulante que se situa em Coina, na extremidade norte do Concelho de Palmela. A nossa intervenção compreende todos os trabalhos de construção civil, instalações especiais e, também, todas as especialidades ferroviárias.


Complexo ferroviário de Coina

Prevê-se até ao ano 2002 a ligação a Sul e a Norte com a Rede Ferroviária Nacional de modo a dotar finalmente o País de um sistema ferroviário continuo entre Braga e Faro, passível de todas as utilizações comerciais.

## A sinalização e a segurança ferroviária

A sinalização e as telecomunicações da nova linha ferroviária assentam na moderna tecnologia Alcatel, a quem compete a concepção e a construção do sistema, similar ao em uso na Linha de Sintra (Vidé a propósito artigo especifico nas páginas desta revista).

O comando e controlo de tráfego do Eixo NS, onde circularão dois operadores, bem como o da Linha de Sintra e, no futuro, toda a circulação ferroviária na Área Metropolitana de Lisboa, da Azambuja e Torres Vedras no Norte, a Setúbal no Sul, ficará centralizado no CTC (Comando de Tráfego Centralizado ) de Campolide. Neste edifício, qual grande torre de controlo, serão visualizados todos os itinerários e comandados todos os percursos.

Em matéria de segurança e de telecomunicações, confluirão igualmente no CTC de Campolide todas as redes de comunicações e de controlo remoto, desde o sistema de vídeo (CCTV), ao comando dos meios de elevação mecânica, com que as estações estarão dotadas, até ao sistema de catenária.

Estão previstas zonas que poderão assumir o controlo local da circulação em caso de avaria do sistema central, situadas em Coina, Pragal, Campolide e Entrecampos. Em funcionamento normal é assegurada a repetição das principais informações nestes locais, embora o comando central de Campolide iniba qualquer actuação não autorizada.

Está previsto ainda um poderoso sistema de informação ao público, também centralizado em Campolide, o qual, mediante protocolos previamente estabelecidos pode suportar comunicações locais em cada estação e, também, mensagens publicitárias ou de interesse geral, como por exemplo as principais notícias do dia.

Estação do Fogueteiro

# As estações, as interfaces e a intermodalidade dos transportes

### *Estação e interface do Fogueteiro*

Inclui a rede viária de acesso à Estação, a Praça da Estação, locais de tomada e largada de passageiros para transportes públicos e individuais, parqueamento automóvel individual para cerca de 874 lugares (dos quais cerca de 630 são em auto-silo enterrado com 2 pisos) e espaços para paragem, em simultâneo, de autocarros e táxis. O acesso do auto-silo à Estação far-se-á directamente, sem a necessidade de saída para o exterior.

Na Praça da Estação irão situar-se espaços comerciais por forma a proporcionar não só os apoios necessários a quem as utiliza (a pastelaria, o correio, a mercearia, o sapateiro), como também no sentido de aumentar a vivência e a segurança do local.

Está previsto um corredor para o MST - Metropolitano Sul do Tejo que, no futuro, irá servir esta Estação.

No âmbito da criação de Parques Dissuasores na margem sul do Tejo, foi superiormente cometida a realização dos Estudos e Projectos, a execução das Expropriações, e ainda a execução das obras do Parque Dissuasor do Fogueteiro. A intervenção consiste na execução de um Parque de Estacionamento para 907 viaturas ligeiras, arranjos exteriores, e ligações à rede viária envolvente. Com o início do serviço ferroviário, este parque, propriedade da REFER, reforçará quer a capacidade de estacionamento para transportes individuais, quer a capacidade de transferência do transporte público rodoviário para a ferrovia.

Detalhe da cobertura dos cais das Estações

Estação e interface de Foros de Amora

A empreitada de construção da Estação, Interface e Parque Dissuasor do Fogueteiro encontra-se em execução, sendo o valor inicial da adjudicação de cerca de 2,6 milhões de contos (sem IVA)

(12 968 745 EUR).

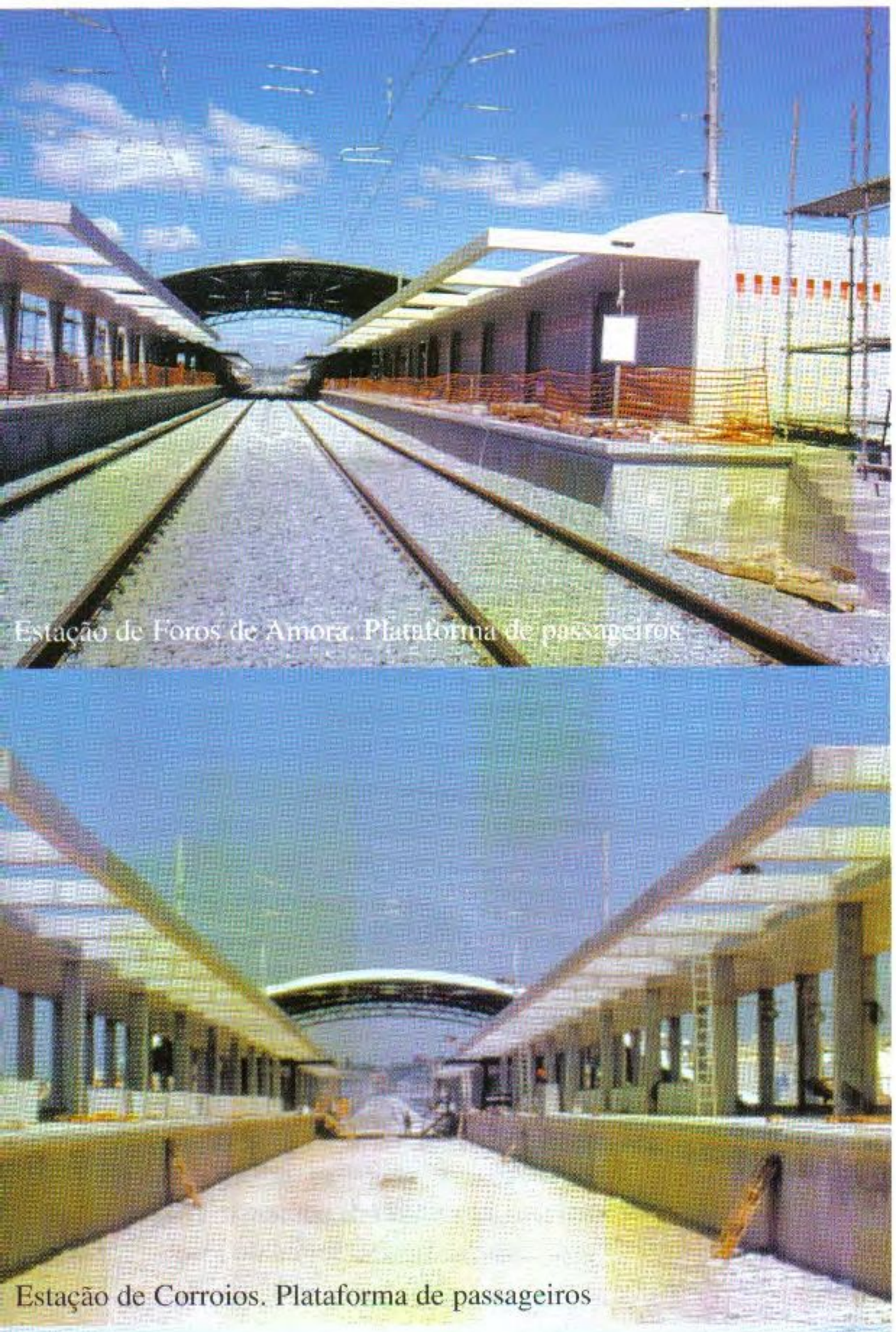
### *Estação e interface de Foros de Amora*

Inclui a rede viária de acesso à Estação, a Praça da Estação, locais de tomada e largada de passageiros para transportes públicos e individuais e parqueamento automóvel para cerca de 925 lugares, dos quais cerca de 600 são em auto-silo enterrado com dois pisos. Existe a possibilidade de acesso directo do auto-silo para o interior da Estação, sem sair para o exterior. Estão previstos resguardos de cerca de 120m para autocarros e de 40m para táxis.

No espaço anexo à Estação estão a ser edificados espaços comerciais, por forma a proporcionar não só os apoios necessários a quem as utiliza, como também no sentido de aumentar a segurança e o dinamismo social do local.

Também nesta Interface se previu um corredor para o futuro Metropolitano

Detalhe da estação de Corroios



Estação de Foros de Amora. Plataforma de passageiros

Estação de Corroios. Plataforma de passageiros

Estação de Corroios. Praça da estação

Sul do Tejo, reforçando-se a laje superior do auto-silo na zona correspondente, o que permitirá a opção de fazer chegar este meio de transporte também a esta Estação.

O Parque Dissuasor de Foros de Amora, cujos estudos e projectos, bem como as expropriações, estiveram a cargo da REFER-PTNS terá uma capacidade para 866 viaturas e constitui a área de expansão futura da Interface da Estação do caminho de ferro de Foros de Amora, não obstante situar-se mais distante da estação.

A empreitada de construção da Estação e Interface de Foros de Amora encontra-se em execução, sendo o valor inicial da adjudicação de cerca de 1,6 milhões de contos (sem IVA)

(7 980 766 EUR).

### *Estação e interface de Corroios*

Inclui a Praça da Estação e a rede viária de acesso, todos os arranjos exteriores, áreas comerciais, espaços para a tomada e largada de passageiros de transportes públicos e individuais e parqueamento automóvel para cerca de 634 lugares, todos à superfície, dos quais cerca de 320 se situam sob o Viaduto de Corroios, estando previstos resguardos para *bus* e para táxis.

Nesta Interface fica também já reservada uma faixa para o futuro Metropolitano Sul do Tejo, por forma a que a posição da futura estação do MST permita uma transferência dos passageiros entre os dois modos de transporte nas melhores condições de acessibilidade e conforto.

Para a ligação do parque do lado poente da avenida (Parque Dissuasor) à Estação de Corroios será construída uma Passagem Inferior de Peões sob a auto-estrada A2.

O Parque Dissuasor de Corroios, cujos estudos e projectos, bem como as expropriações, estiveram a cargo da REFER-PTNS, encontra-se já executado. Este parque, propriedade da REFER e localizado do lado oposto da A2, tem uma capacidade de 875 viaturas e constitui a área de expansão futura da Interface da Estação de Corroios.

A empreitada da Estação e Interface de Corroios encontra-se em construção, sendo o valor inicial da adjudicação de cerca de 1,2 milhões de contos (sem IVA) (5 985 574 EUR).

### *Estação e interface do Pragal*

O átrio principal da Estação está localizado sob as plataformas das vias e cais de passageiros, cujo acesso foi materializado através de escadas tradicionais, escadas mecânicas e ainda por elevadores.

A estação tem os acessos principais pelo lado da Praça da Estação, a sul, e a norte através de uma passagem inferior, equipada com comércio, sob a Via da Encosta Sul. Nesta Via, junto aos acessos para a Estação, existem resguardos para a tomada e largada de passageiros, evitando-se que parte do trânsito de passagem com clientes do

Estação do Pragal

caminho de ferro, seja obrigado a percorrer as vias internas e de acesso à Interface do Pragal. Existem ainda acessos directos pelo lado do arruamento, destinados apenas a transportes públicos, imediatamente a norte do átrio da estação e a uma cota intermédia entre aquele átrio e a Via da Encosta Sul.

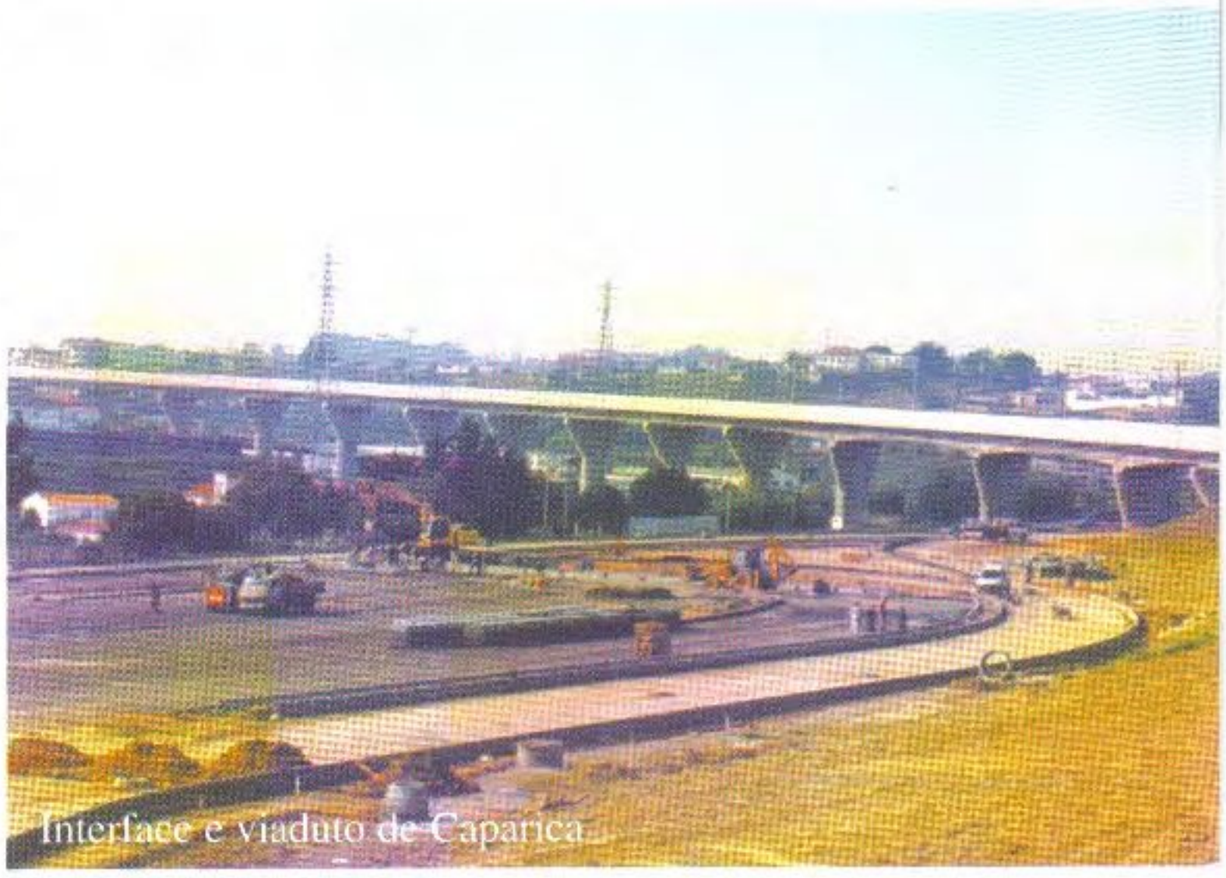
Nesta estação está previsto o local para uma esquadra destinada à Polícia Ferroviária, a qual receberá informação através de circuito fechado de televisão (CCTV), de todas as estações da margem sul.

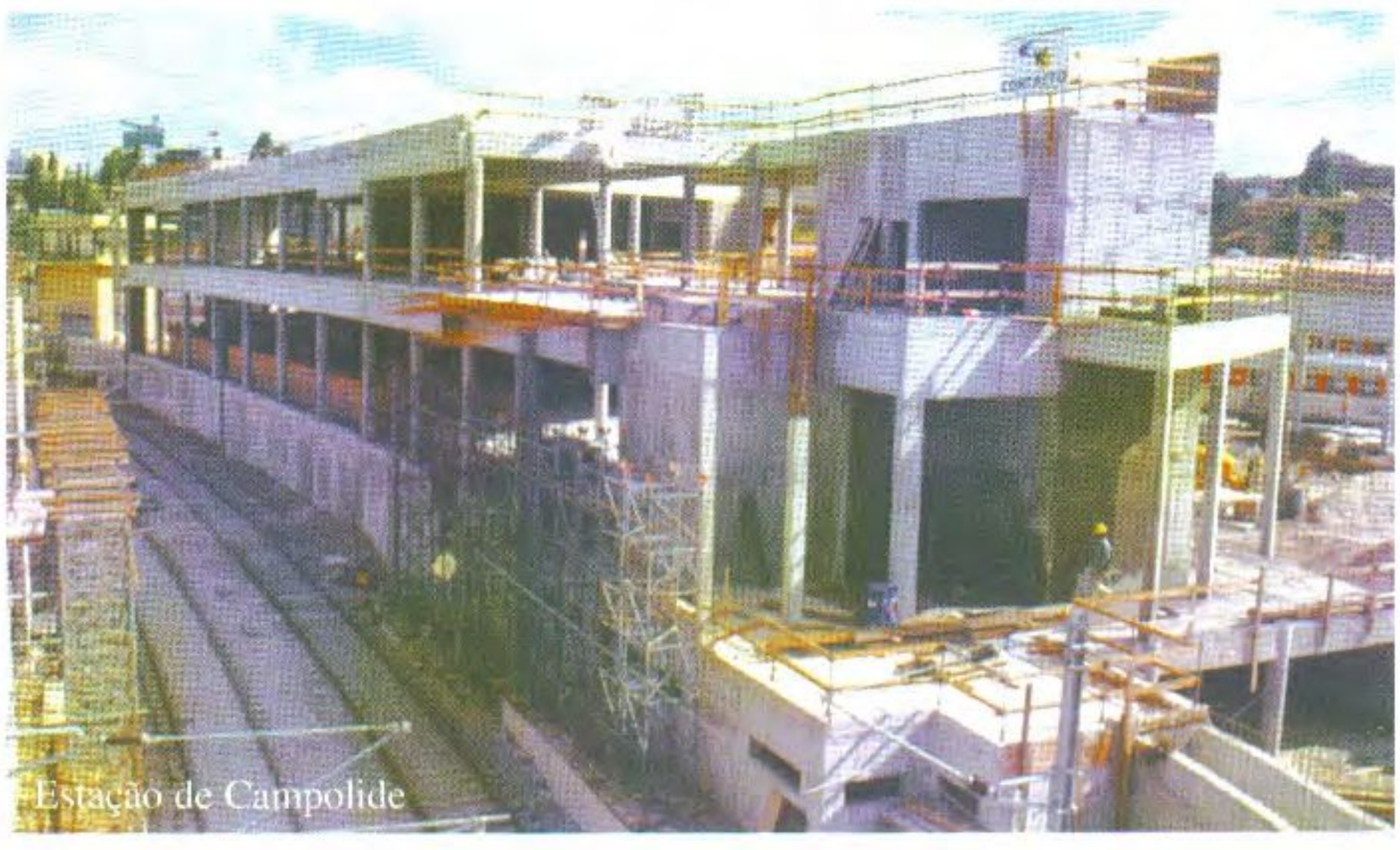
A Interface do Pragal, situa-se entre a Via da Encosta Sul e a Via Rápida da Caparica (IC20), e possui uma rede viária própria para acesso à estação, parques de estacionamento para transportes individuais com uma capacidade inicial de cerca de 1800 lugares, dos quais cerca de 700 são em auto-silo (3 níveis), e locais de parqueamento ou tomada e largada de passageiros de transportes públicos - autocarros e táxis. O acesso do auto-silo ao interior da Estação é directo, sem necessidade de passagem pelo exterior. Os parques para estacionamento de superfície (cerca de 1 100 lugares) vão situar-se a poente do Edifício de Passageiros, entre as linhas do Caminho de Ferro e a Via Rápida da Caparica (IC20).

Está reservada uma faixa para o futuro MST, tendo sido também já considerado o espaço necessário na Estação.

A definição da rede viária da interface e seus acessos, teve por base os estudos de tráfego constantes no Estudo de Acessibilidade à Estação de Caminho de Ferro do Pragal.

O valor inicial da adjudicação da Estação e Interface do Pragal é de cerca de 3,5 milhões de contos (sem IVA) (17 457 926 EUR).


Interface e viaduto de Caparica


Estação de Campolide

## *Estação e interface de Campolide*

Nesta estação irá realizar-se a transferência de passageiros entre as diferentes linhas de caminho de ferro que ali confluem (Sintra/Oeste, Norte/Cintura, Sul, Alcântara), quer utilizando o mesmo modo ferroviário ou outros modos de transporte.

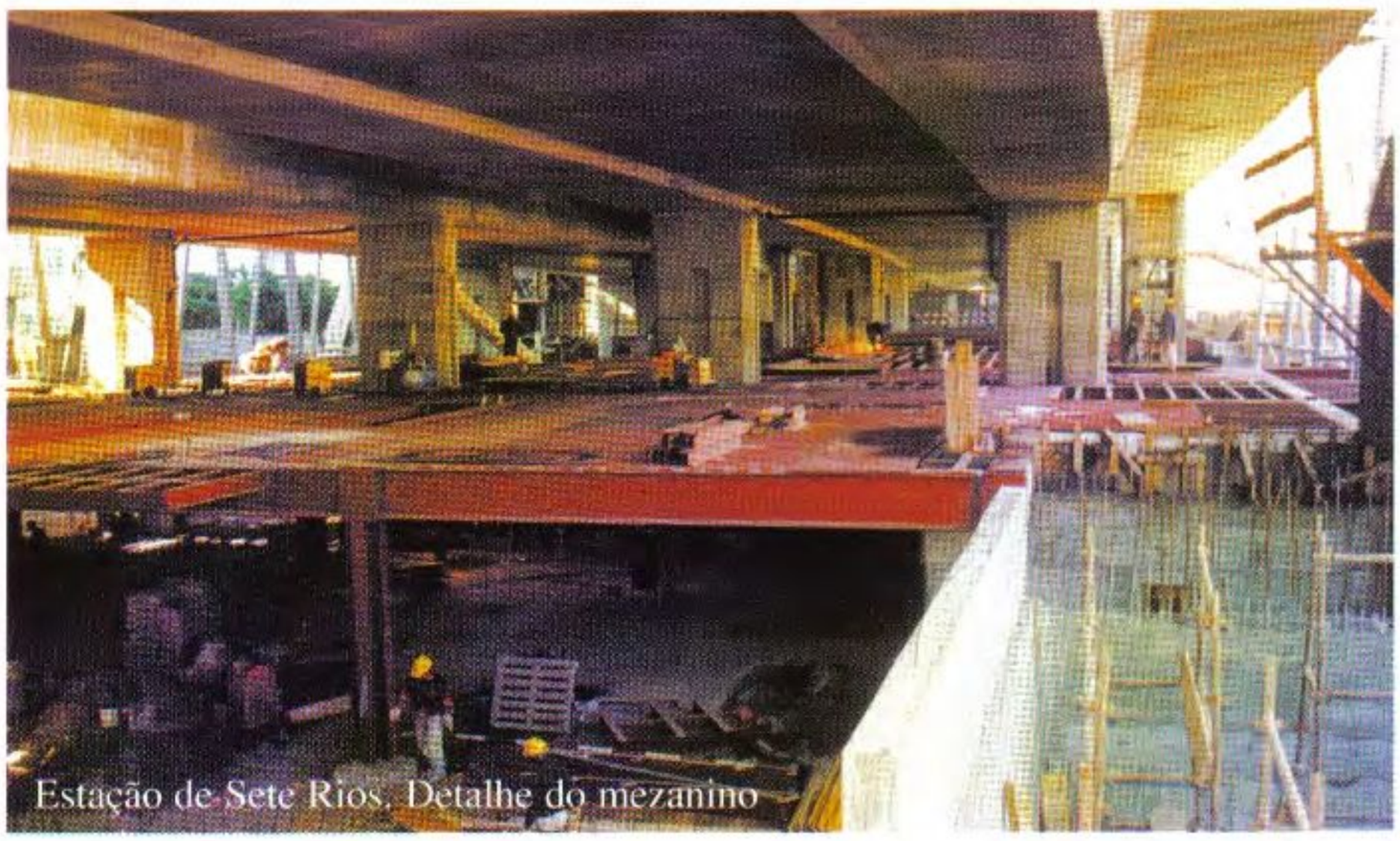
Relativamente à transferência modal a partir do Caminho de Ferro, a solução preconizada contempla já os *inputs* da Câmara Municipal de Lisboa e Carris no que se refere a locais para tomada e largada de passageiros dos transportes colectivos, caminhos pedonais, praça

Estação de Sete Rios. Cobertura

de táxis, *kiss & ride* e percursos viários.

No espaço disponível na imediações da Estação foi possível projectar parques de estacionamento para transportes individuais, com uma capacidade total para cerca de 210 viaturas.

O valor inicial da adjudicação da Estação e Interface de Campolide foi de cerca de 1,2 milhões de contos (sem IVA) (5 985 574 EUR).



Estação de Sete Rios. Detalhe do mezanino

### *Estação e interface de Sete Rios*

Nesta Estação está consolidada a Interface com o Metro através duma ligação directa do átrio da estação com a galeria de acesso à Estação de Sete Rios do Metropolitano de Lisboa (Linha A/Gaivota : Pontinha, Rotunda, Restauradores, Baixa/Chiado, Terreiro do Paço, Sta. Apolónia).

A ligação com a Carris e outras transportadoras é realizada pela mesma galeria de acesso ao Metropolitano de Lisboa, para o terminal rodoviário junto ao Jardim Zoológico. Como apoio à Estação do Caminho de Ferro de Sete Rios estão considerados resguardos para *Bus*, Táxis, *Kiss & Ride* e caminhos pedonais de acesso à Estação.

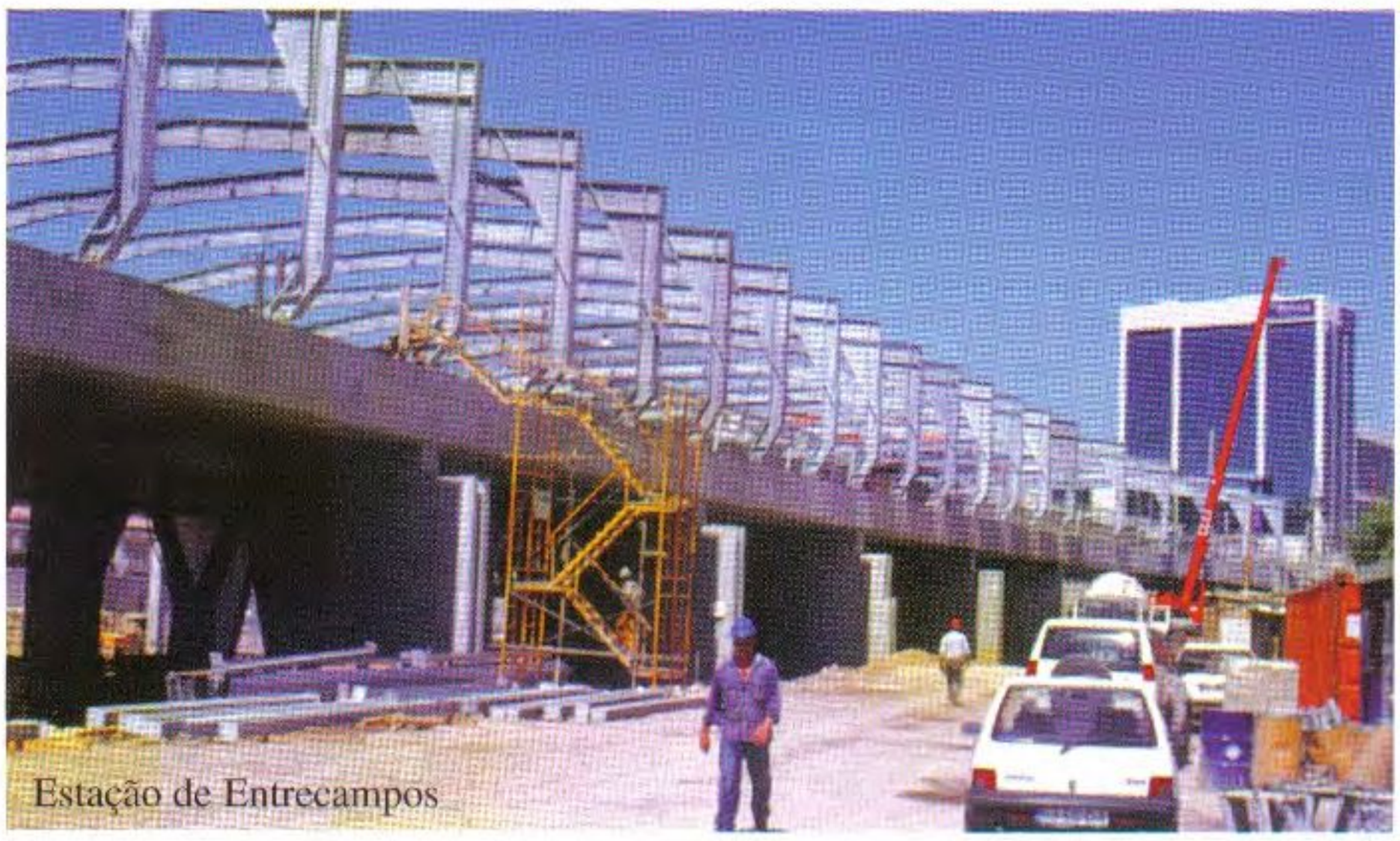
O valor inicial da adjudicação do Viaduto e Estação de Sete Rios foi de cerca de 3,3 milhões de contos (sem IVA) (16 460 330 EUR).

### *Estação e interface de Entrecampos*

Também nesta estação está consolidada a Interface com o Metro, através de ligação directa do interior da estação do caminho de ferro com a galeria de acesso à estação de Entrecampos do Metropolitano de Lisboa (Linha B/ Girassol: Alto do Lumiar, Rotunda, Rato).

Encontra-se previsto um esquema para a envolvente ao Edifício de Passageiros, com espaços para *Bus*, Táxis e *Kiss & Ride*, com a qual será articulado o funcionamento da Interface com a Carris e restantes transportes públicos.

O valor inicial da adjudicação do Viaduto e Estação de Entrecampos é de cerca de 3,6 milhões de contos (sem IVA) (17 956 724 EUR).



Estação de Entrecampos

### *Estação do Alvito*

Esta Estação terá, numa primeira fase de exploração (Fogueteiro/ Entrecam-

pos), apenas a função de estação técnica e de emergência que garanta a evacuação dos passageiros em caso de avaria e os acessos de emergência a eventuais acções de socorro em caso de acidente.

Esta Estação servirá, quando em funcionamento pleno, essencialmente os passageiros que procuram a zona Ocidental da Cidade.

### *Estação Roma/Areeiro*

Para um funcionamento global e eficaz no rebatimento dos passageiros da Travessia Ferroviária Norte-Sul sobre a rede de Metro, pretende-se que a ligação à Linha C/Caravela (Telheiras, Alameda, Rossio, Cais do Sodré) seja realizada na Estação Roma/Areeiro com a nova Estação Madrid do Metropolitano de Lisboa, através de acessos directos entre as duas estações.

Esta Interface, que implicará a execução de trabalhos complexos e morosos sob a plataforma da via do Caminho de Ferro, admitirá, como solução de recurso, que os dois sistemas de transporte sejam ligados através de um túnel a construir entre a Estação Roma/Areeiro do caminho de ferro e a Estação Areeiro do Metropolitano de Lisboa, o qual assumirá um carácter provisório até à futura materialização da Estação Madrid, estrutura que se constituirá definitiva no caso da opção do Metropolitano de Lisboa ser a de não proceder à construção daquela Estação.

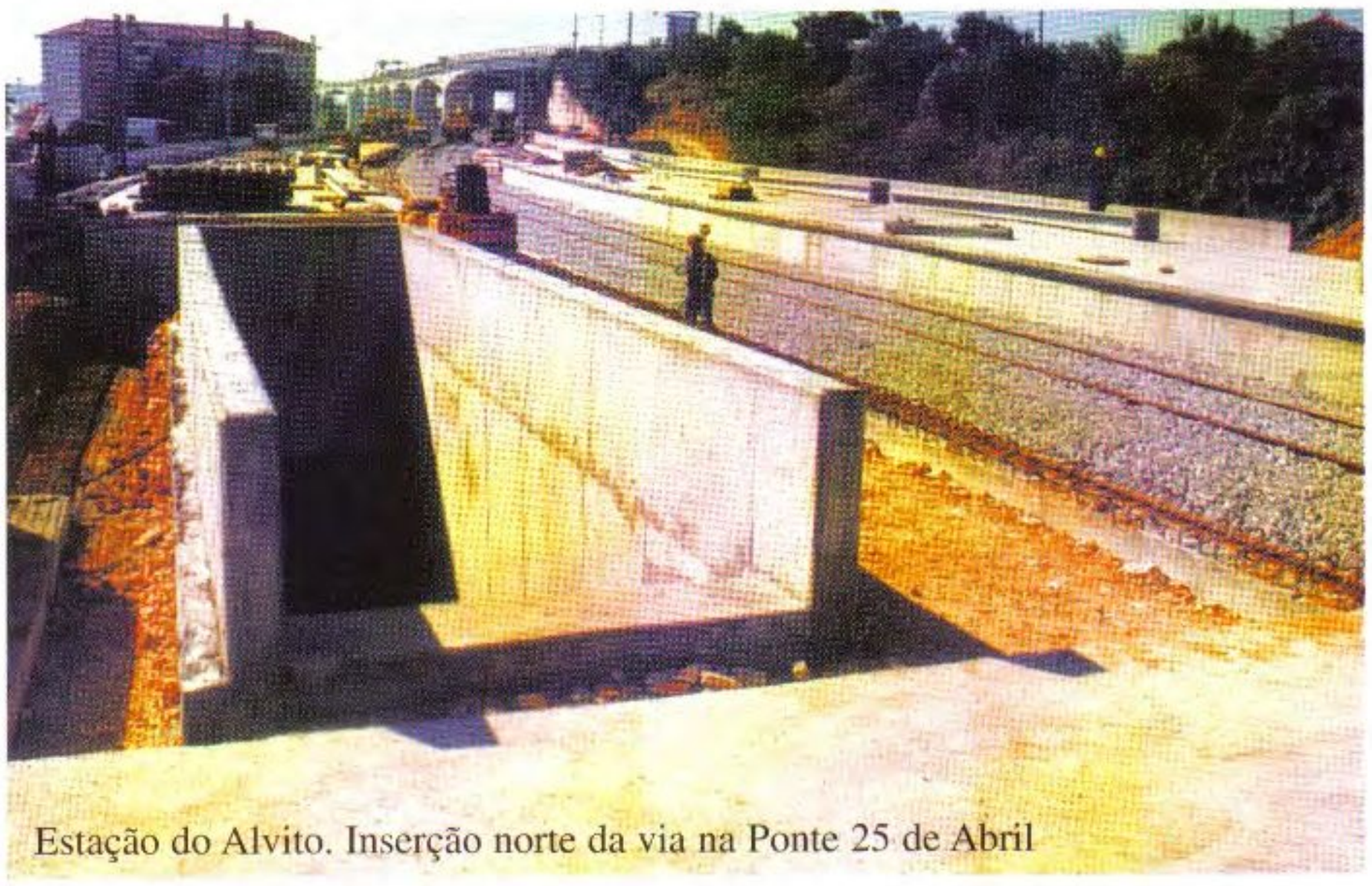
## Conclusão

A realização do Projecto, que atravessa actualmente uma fase crucial para o seu sucesso, regista um progresso físico de 96% e uma percentagem de execução financeira de 85%, relativamente às construções situadas entre Entrecampos e o Depósito de Material Circulante de Coina, encontrando-se em execução todas as actividades previstas para o conjunto de troços compreendidos na primeira fase do Empreendimento.

Estação de Entrecampos. Detalhe da cobertura

Como facilmente se certifica no que atrás se referiu, todo este conjunto de acções interdependentes e tendentes ao sucesso deste Projecto, desde a tarefa mais elementar, à mais complexa, como seja o planeamento de todo o conjunto de acções do Empreendimento, só é possível pelo esforço concertado de toda uma Equipa, na sua acepção mais ampla, ou seja, integrando o núcleo central do dono-da-obra e todos os seus prestadores de serviços e empreiteiros chamados a contribuir para este Empreendimento. A todos eles a expressão do nosso reconhecimento.

Fotografia: Nelson Vilar


Estação do Alvito. Inserção norte da via na Ponte 25 de Abril

# A Travessia Ferroviária Norte-Sul. Uma Nova Oportunidade Para o Caminho de Ferro

*Eng. João Gonçalves Henriques*

*Responsável pela Unidade de Transportes e Logística da FBO - Consultores, SA*

A materialização da Travessia Ferroviária Norte-Sul na região de Lisboa constitui o feliz culminar de um profundo anseio das populações desta região que data já de há várias décadas.

A transposição do trecho final do Rio Tejo, em que o estuário se alarga consideravelmente, obriga à mobilização de meios altamente especializados e, por vezes, únicos para dar resposta aos grandes problemas técnicos que levanta implicando, em simultâneo, o dispêndio de avultados recursos financeiros. A actual Ponte 25 de Abril foi logo de início projectada como infra-estrutura rodo-ferroviária, tendo ficado prevista a instalação da ferrovia num prazo reduzido após a realização da sua construção. No entanto, dificuldades de vária ordem conduziram a sucessivos adiamentos da sua concretização.

O lançamento deste empreendimento acontece num quadro de profunda alteração do sector ferroviário que tem

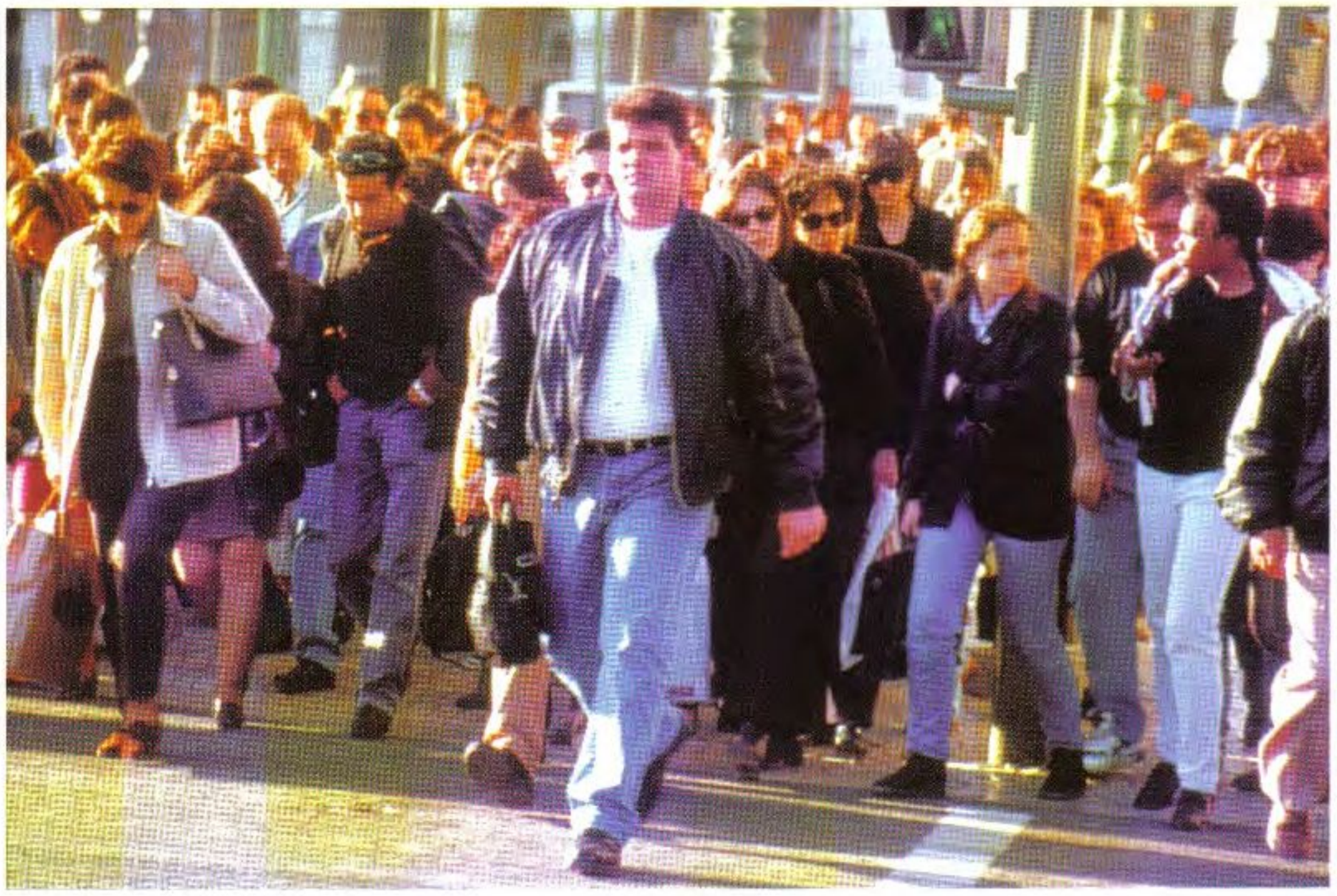
como referencial a Directiva Comunitária 91/440 e que estabelece uma lógica de separação entre as responsabilidades da gestão da infra-estrutura e da exploração de serviços de transporte.

Em Portugal, as mudanças iniciaram-se com a criação da entidade gestora das infra-estruturas ferroviárias a REFER, E.P., em Abril de 1997, e a transformação da companhia dos caminhos de ferro em empresa de transportes ferroviários.

Estas alterações irão conhecer agora uma nova dimensão com a entrada da iniciativa privada neste sector. A Travessia Ferroviária Norte-Sul é o primeiro projecto dirigido à iniciativa privada em que esta irá assumir a responsabilidade e os benefícios da exploração do serviço público de transporte ferroviário suburbano de passageiros, através de contrato de concessão. O concurso público internacional foi já concluído, tendo-se atingido plenamente os objectivos de defesa de interesse público preconizados para esta concessão. O acordo firmado com o futuro concessionário garante, com os menores riscos para o Estado, as melhores condições para a prestação de um serviço seguro e de qualidade, a preços atractivos para os clientes.

Este novo desenvolvimento constitui assim uma clara e profunda alteração do tradicional sistema nacional do transporte ferroviário através de um novo modelo que conta com a eficiência da gestão privada e que se insere nas realidades actuais que se registam nos vários sectores de actividade e nos transportes em particular, em que os clientes passam a ter a primazia.

A exploração de serviços públicos em regime de concessão consubstancia uma conjugação de esforços e competências pública e privadas com a partilha de responsabilidades, benefícios e riscos, tirando o melhor partido do valor acrescido que cada parte tem melhores condições de proporcionar.



O desafio colocado em relação à Travessia Ferroviária Norte-Sul é o de contribuir para tornar o caminho de ferro atraente, eficiente, moderno e eficaz, respondendo com uma dinâmica acrescida às novas necessidades do mercado. Não se trata unicamente de um grande empreendimento ferroviário, mas sobretudo de um Projecto que traz soluções reais para problemas de mobilidade e do ordenamento do território nesta região.

A Travessia Ferroviária Norte-Sul irá contribuir para:

- a revitalização das funções no espaço metropolitano;
- um aproveitamento qualitativamente superior das potencialidades da península de Setúbal; e,
- um maior equilíbrio da distribuição geográfica das populações e das actividades económicas, sociais e de natureza diversa, na região de Lisboa.

A realidade metropolitana de Lisboa tem conhecido um processo de evolução similar ao que outras regiões desta natureza já conheceram pela Europa. Embora em termos globais se verifique um crescimento muito ténue da população da Área Metropolitana de Lisboa - AML, menor que 1,5% em dez anos, há intensos fenómenos de relocalização das populações e do emprego.

A cidade de Lisboa tem registado um acentuado declínio de população residente, cerca de 250 000, desde 1981 (mais de 30%). Esse declínio tem favorecido essencialmente os restantes municípios situados na margem norte do Tejo, onde reside 74% da população da AML, que registaram um aumento de cerca de 236 000 habitantes, no mesmo período, (cerca de 21%). A norte do Tejo os municípios com maior crescimento são Sintra, Loures, Amadora, Cascais e Vila Franca de Xira.

O crescimento da AML a sul do Tejo, nesse período, foi de cerca de 83 000 habitantes (cerca de 14%), sendo o Seixal o município que regista maior crescimento.

O decréscimo do emprego em Lisboa foi menos nítido, cerca de 64 000 empregos em período idêntico de 16 anos. Lisboa continua assim a ser o grande centro empregador com perto de meio milhão de postos de trabalho, o que representa 45% do total na Área Metropolitana. Cerca de 80% do emprego metropolitano está localizado a norte do Tejo. Nos últimos anos verificaram-se acréscimos mais significativos em Sintra, Oeiras e Palmela. Na margem sul os municípios onde se regista maior crescimento são: Palmela e Seixal.

Os sectores de actividade mais dinâmicos são o comércio, destacando-se as grandes superfícies como fortes contentores de emprego e os serviços de um modo geral como geradores de emprego de forma mais distribuída pelo território.

A terciarização da actividade económica e os fenómenos de relocalização da população e do emprego têm provocado um aumento significativo da mobilidade sendo cada vez maiores as deslocações médias entre os locais de residência e do emprego e entre estes e os restantes centros de actividades. O aumento do nível de vida das populações tem-se reflectido também no acréscimo das taxas de motorização e os níveis de procura dos transportes colectivos, salvo raras excepções, têm baixado continuamente.

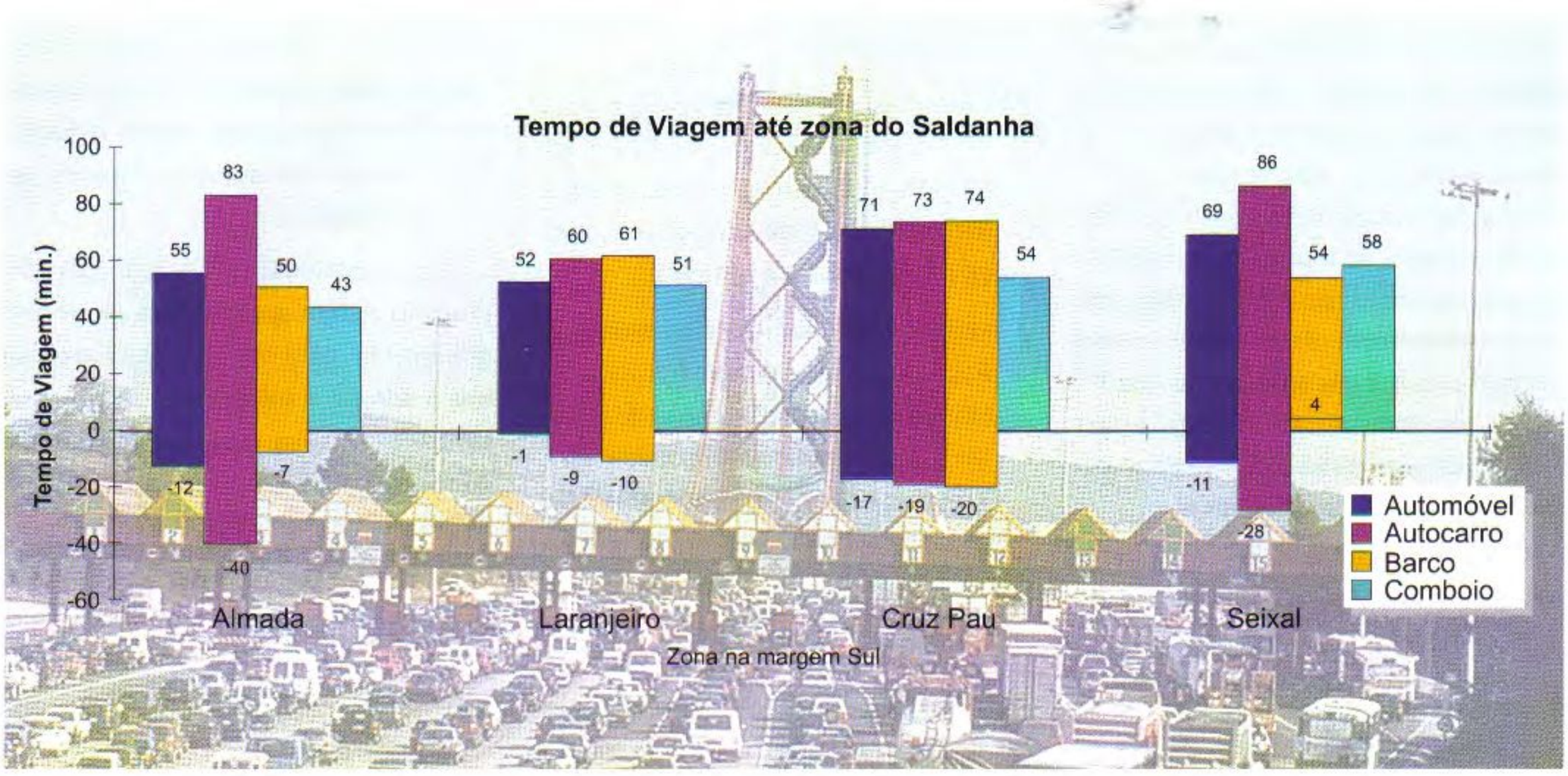
No entanto, a explosão da utilização do automóvel não é capaz de solucionar os problemas da mobilidade assistindo-se com uma velocidade cada vez mais elevada à saturação das novas acessibilidades rodoviárias, apesar do significativo esforço de investimento efectuado.

A resposta para os problemas da mobilidade tem que ser encontrada através de uma rede integrada que combine da melhor forma as *performances* e vocações específicas dos diferentes modos de transporte. O sistema ferroviário, ligeiro ou pesado, devidamente articulado entre si terá que constituir a espinha dorsal em relação à qual se deverão combinar o transporte individual e colectivo rodoviário.

A Travessia Ferroviária Norte-Sul foi concebida dentro desta linha de actuação tendo-se previsto o estabelecimento de grandes interfaces de transportes nas estações da margem sul - Pragal, Corroios, Foros de Amora e Fogueteiro, com alguns milhares de lugares de parqueamento, em silo e à superfície, dotadas de terminais de autocarros e de correspondências com o futuro metropolitano de superfície. Na margem norte, as correspondências serão essencialmente com o metropolitano de Lisboa, Sete Rios e Entrecampos, havendo planos para correspondência em Roma/Areeiro.

A Travessia Ferroviária Norte-Sul proporcionará assim uma grande diversidade de opções para as deslocações em favor de uma mobilidade acrescida com a integração dos serviços dos vários modos de transporte, que se articulam com este eixo ferroviário.

A garantia de comodidade nas transferências entre modos de transporte é um importante factor para a atracção da procura capaz de seduzir o utilizador do transporte individual oferecendo vanta-



gens na organização da vida diária, traduzidas em economia de tempo, regularidade, segurança e conforto.

As deslocações entre as margens do Tejo serão feitas em tempo record com tempos de viagem:

- entre Pragal e Sete Rios, inferiores a 10 minutos;
- entre Corroios e Entrecampos, inferiores a 20 minutos,
- entre o Fogueteiro e a estação de Roma/Areeiro, inferiores a 30 minutos.

No gráfico que se apresenta é representado o benefício que o novo serviço ferroviário irá trazer em termos de redução de tempos dispendidos, entre os locais de origem e destino indicados, comparando as diversas combinações de modo de transporte.

Os estudos de procura realizados por FBO Consultores, S.A., tiveram como objectivo fornecer os elementos de dimensionamento do Projecto ao nível da infra-estrutura, material circulante e outros meios de exploração e de apoiar o processo de adjudicação da concessão privada do serviço de transporte ferroviário. O modelo elaborado incluiu a determinação dos seguintes parâmetros: número de viagens entre as diversas zonas consideradas nos estudos; custos correspondentes; valorização relativa dada pelos actuais utilizadores de cada um dos modos de transporte às diferentes parcelas de tempo e custos dispendidos; probabilidade de escolha do novo serviço em face das alternativas que irá ter; e, crescimento da procura e das receitas da concessão ao longo do prazo de duração previsto de 30 anos.

FBO esteve desde o início ligada à realização deste Empreendimento tendo desenvolvido as seguintes actividades:

- estudos de procura e de estimação de receitas;
- estudos do sistema ferroviário e das suas interfaces;
- preparação e organização do Sistema de Informação do Projecto;
- elaboração dos Termos de Referência para os serviços de Elaboração dos Projectos e de Assessoria à Gestão da Construção;
- apoio à gestão dos diferentes processos relativos ao Empreendimento, incluindo articulação com entidades externas, nomeadamente, Projecto, Serviços Afectados, Expropriações e Empreitadas e Fornecimentos;
- preparação e apoio à implementação de acções de informação, divulgação e imagem relativas ao empreendimento;
- elaboração do Plano Geral do Empreendimento, abrangendo as vertentes física e financeira, e incluindo a infra-estrutura, o material circulante e a exploração do Serviço Ferroviário;
- elaboração do Sistema da Qualidade do Empreendimento nas fases de Projecto, Construção e definição dos requisitos para a Qualidade da fase de Exploração;
- elaboração do Sistema de Segurança do Empreendimento nas fases de Projecto e Construção bem como a definição dos requisitos de Segurança para a fase de Exploração;
- apoio ao processo de Concessão da Exploração do Serviço Ferroviário, em articulação com equipas de Juristas e com Consultores Financeiros.

O serviço de transporte ferroviário neste eixo será efectuado por modernas Unidades Quádruplas Eléctricas de dois pisos, com uma oferta acrescida de cerca de 500 lugares sentados por cada unidade, ar condicionado, indicadores de destino exteriores e de informação diversa no interior, música ambiente sendo ainda dotadas de equipamentos sofisticados que garantem ao passageiro viajar em condições de máxima segurança.

As 18 unidades quádruplas eléctricas de dois pisos, oferecerão à hora de ponta 19 360 lugares, com base num horário com 8 comboios de duas unidades em cada sentido na travessia do rio, o que equivale a uma capacidade equivalente a uma ponte com oito faixas de rodagem em cada sentido, tendo como base o fluxo máximo em transporte individual na travessia do Tejo.

Nas condições técnicas actualmente especificadas para a Ponte e a infra-estrutura ferroviária, a capacidade limite à hora de ponta prevista para o serviço suburbano será da ordem dos 33 300 lugares, na travessia do rio.

Este Projecto irá melhorar a qualidade de vida das populações estruturando o desenvolvimento socioeconómico em bases sustentáveis, com benefícios para o meio ambiente, a saúde e a segurança, reduzindo congestionamentos, acidentes, poluição atmosférica e sonora, consumo energético, etc. A Travessia Ferroviária Norte-Sul contribuirá também para a melhoria da funcionalidade do espaço metropolitano reduzindo a pressão do automóvel sobre os espaços públicos.

Com a conclusão da actual fase do projecto restam apenas cerca de quatro quilómetros para unir as redes ferroviárias a norte e a sul do Tejo, troço entre Coina e Penalva, nas imediações da Auto-Europa que já está ligada a Setúbal por via férrea. Com essa ligação as comunicações com o Alentejo e o Algarve serão muito facilitadas o que abre perspectivas mais amplas de valorização do sul do País.

Fotografia: Nelson Vilar

# Política da Segurança na Construção da Travessia Ferroviária Norte-Sul

*Eng. Natalino Lemos*

*FBO - Consultores, SA*

## Introdução

Para o desenvolvimento de qualquer empreendimento, podem ser adoptadas três fases:

- A fase de concepção;
- A fase de construção (projecto e obra);
- A fase de exploração (operação e conservação).

Em todas estas fases, se processam definições e escolhas relevantes para a Segurança.

Na fase de concepção deve-se definir uma Política da Segurança de Pessoas e Bens para as fases subsequentes, nas quais devem ser elaborados os documentos necessários para a sua implementação.

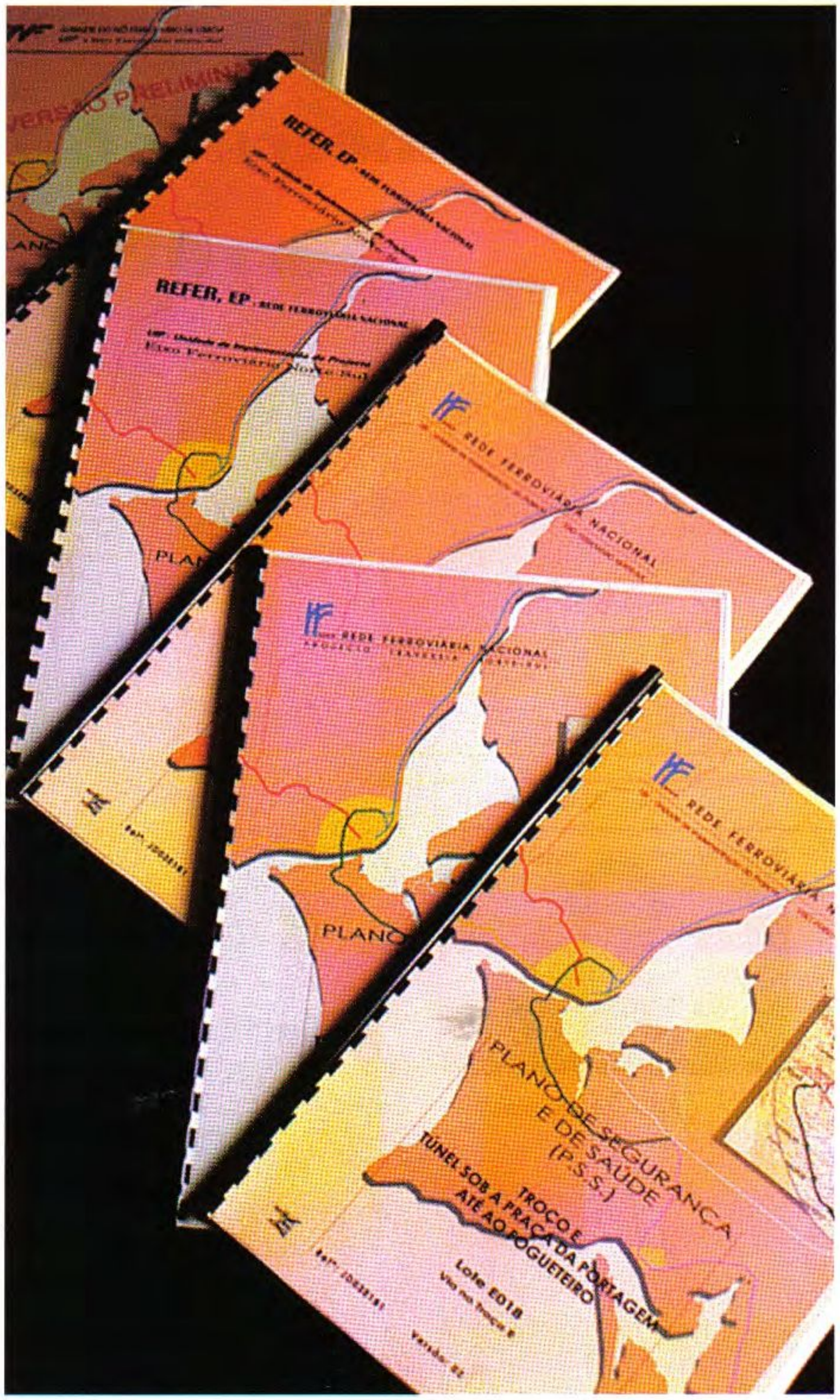
Na fase de construção, com base na Política definida, devem ser elaborados documentos tendo em consideração, pelo menos, três aspectos:

- Definição da exploração em boas condições de segurança de pessoas e bens;
- Definição no projecto e a sua concretização em obra de sistemas de circulação e instalações de segurança contra incêndios, intrusão e roubo, vandalismo e terrorismo, etc.;
- Definição das condições de Segurança e Saúde no Trabalho a aplicar no Estaleiro, com base na legislação vigente, nomeadamente no Decreto-lei 155/95.

Os dois primeiros aspectos devem ser considerados num "Plano Geral de Utilização do Empreendimento".

O terceiro aspecto, e de acordo com a legislação aplicável, deve dar origem à elaboração do Plano de Segurança e de Saúde e à Compilação Técnica.

Antes de se iniciar a fase de exploração devem ser preparados, um Plano Geral de Segurança de Pessoas e Bens e um Plano Geral de Conservação e Manutenção.




## Decreto-Lei 155/95. A segurança e saúde no trabalho nos estaleiros

Portugal conta-se entre os países que mais cedo se preocuparam com as condições de segurança nos trabalhos de construção civil. Em Decreto de 6 de Junho de 1895 procurou-se desde logo garantir protecção aos operários nos trabalhos públicos ou privados de Construção Civil, designadamente na construção e reparação de vias rodo e ferroviárias, pontes, aquedutos, novas edificações, bem como obras de demolição.

O diploma que regulamenta a Segurança no Trabalho da Construção Civil é o Decreto-lei 41 821, de 11 de Agosto de 1958.

A Comunidade Económica Europeia, paralelamente ao que se tem verificado com outras matérias, passou a emitir directivas sobre a Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho, que deram lugar à existência de normas mínimas de aplicação, na legislação dos Estados Membros.

Desde a adesão de Portugal à CEE, que a legislação em relação à Segurança Higiene e Saúde no Trabalho, tem vindo a ser revista através da transposição das directivas comunitárias, particularmente com a publicação do Decreto-lei 441/91, que estabelece o regime jurídico do enquadramento da

segurança, higiene e saúde no trabalho.

A 1 de Julho de 1995 é publicado o Decreto-lei 155/95, transpondo para a legislação nacional a Directiva Estaleiros (92/52/CEE), relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde a aplicar nos estaleiros temporários ou móveis.

A 3 de Abril de 1996 foi publicada a Portaria 101/96, que regulamenta as prescrições mínimas de Segurança e de Saúde nos locais e postos de trabalho dos estaleiros temporários ou móveis.

O Decreto-lei 155/95, referente a Estaleiros Temporários ou Móveis estabelece as prescrições mínimas de segurança e de saúde a aplicar nas fases de concepção, projecto e execução de obra e constitui uma peça fundamental de referência, condicionando a própria abertura do estaleiro à elaboração por parte do Dono-da-Obra do necessário Plano de Segurança e de Saúde e do envio ao Instituto de Desenvolvimento e Inspecção das Condições de Trabalho IDICT, da Comunicação Prévia de Abertura do Estaleiro.

O referido Decreto-lei traça um quadro das obrigações do dono-da-obra, dos coordenadores em matéria de segurança e de saúde, dos empregadores, e dos trabalhadores independentes, estabelecendo um conjunto de contra-ordenações que não isenta de eventual responsabilidade criminal.

Esta legislação procurou, assim, tratar de uma forma integrada e sistemática a problemática da Segurança. O que o legislador não cuidou de saber, foi o que fazer no caso de empreendimentos já em curso por ocasião da entrada em vigor do diploma, não prevendo nenhum período de transição ou de carência.

O processo inicia-se com a elaboração do Plano de Segurança e Saúde (PSS) na fase de projecto, efectuada pelo coordenador do projecto em matéria de segurança e saúde, o qual deverá abordar medidas de segurança relativas à concepção. Esse Plano deverá ser posteriormente remetido ao coordenador da obra em matéria de segurança e saúde e ao(s) empreiteiro(s) que o deverão adaptar de acordo com os processos construtivos, evolução dos trabalhos, eventuais alterações ao projecto e outros elementos que devam ser tomados em atenção na avaliação dos riscos e tomada de medidas.

O PSS deverá então ser implementado e disponibilizado aos diversos trabalhadores intervenientes no processo, sem esquecer a constituição da(s) comissão(ões) de segurança de obra(s), cuja criação e funcionamento deverá ser devidamente promovida.

## A segurança na construção da Travessia Ferroviária Norte-Sul

Em Janeiro de 1995, o GNFL, entidade que veio a integrar a REFER, E.P., constituiu a UIP (Unidade de Implementação do Projecto), que consubstanciou uma articulação com a FBO Consultores, S.A., para a coordenação dos meios e acções necessários à realização deste Empreendimento.

Tal articulação materializou-se no mesmo contexto organizacional e envolveu recursos comuns, com uma plena integração de objectivos e processos de trabalho.

Logo de início a preocupação com os níveis da qualidade e da segurança, foram tidos em conta através de uma Área Funcional em idêntica posição das outras valências do Empreendimento.

Apesar das inúmeras dificuldades em traduzir contratualmente uma política de segurança (e da qualidade) a REFER-PTNS, quer antes ou após a publicação do Decreto-lei 155/95, não deixou de se preocupar em ter medidas de Segurança e de Saúde para o Empreendimento.

Os cadernos de encargos dos quatro principais prestadores de serviços da REFER-PTNS, que interactuam neste domínio, os dois projectistas e os dois gestores da construção, previam já especiais preocupações nesta área, muito embora, sejam cronologicamente anteriores à publicação do Decreto-lei 155/95.

Houve uma continua implementação de uma política da segurança, que originou sucessivas adaptações dos programas e caderno de encargos dos concursos.

Actuou-se aos três níveis:

- Projecto
- Contratação
- Obra

Elaborando vários documentos, nomeadamente:

- Guias para elaboração de manuais de segurança
- Modelo do plano de segurança e saúde na fase de obra
- Guia para elaboração de PSS na fase de projecto
- PSS na fase de projecto
- Adaptação dos PSS na fase de obra

A definição do nível de segurança a implementar nas obras do PTNS, passou sempre pelo estabelecimento de um conjunto de atribuições e responsabilidades e pela elaboração de documentos fundamentais para a planificação dessa segurança e das acções a desenvolver por cada um dos agentes que intervêm no processo.

A REFER-PTNS, directa ou indirectamente, manteve sempre a sua posição de acompanhamento das obras em termos de segurança e saúde.

Actualmente fá-lo através de auditorias aos Gestores da Construção/ Empreiteiros, e do acompanhamento das reuniões das Comissões de Segurança das Obras.

A definição e implementação de uma Política da Segurança num empreendimento com esta dimensão tem sido um processo complexo e recheado de dificuldades mas o esforço feito tem sido recompensado pelos resultados que já se alcançaram.

Fotografia: Nelson Vilar

# Acompanhamento Ambiental da Construção da Travessia Ferroviária Norte-Sul / Margem Norte

*Eng. António Norte Romão*

*WS Atkins (Portugal) – Projectistas e Consultores Internacionais, Lda.*

## Introdução

No quadro dos objectivos estabelecidos pelo então Gabinete do Nó Ferroviário de Lisboa quanto à concretização do Projecto Travessia Norte Sul, o âmbito da prestação de serviços do Consórcio AFP (Atkins, Ferbritas e Planege), responsável pela Gestão da Construção da Travessia Norte Sul/ Margem Norte (troços A, B e C), foi alargado em Outubro de 1996, passando a incluir o acompanhamento ambiental dos trabalhos de construção naqueles troços.

Assim, a gestão da construção, ao integrar a componente ambiental no conjunto das restantes vertentes de actuação envolvidas na concretização do empreendimento, passou a contar com meios complementares àqueles inicialmente previstos, com o objectivo último de contribuir para que a realização do empreendimento se fizesse de forma a minimizar, na medida do possível, os impactes ambientais provocados pelos trabalhos de construção.

Nos pontos seguintes descreve-se, de forma sucinta, o trabalho que se tem vindo a desenvolver no âmbito do

acompanhamento ambiental da construção da Travessia Norte Sul/ Margem Norte e algumas considerações relativas ao balanço de cerca de um ano e meio de actividade nesta área.

## Vertentes de actuação

As tarefas de acompanhamento ambiental da construção da Travessia Norte Sul/ Margem Norte, asseguradas pela WS ATKINS no âmbito do Consórcio AFP, têm vindo a abranger as seguintes vertentes de actuação:

- Análise dos Estudos de Impacte Ambiental previamente realizados para o empreendimento, com os objectivos principais de, por um lado, se assegurar a efectiva implementação das medidas mitigadoras de impactes ambientais previstas naqueles estudos e de, por outro lado, se identificarem situações eventualmente carentes de implementação de medidas complementares;
- Inventariação e registo de todas as edificações presentes ao longo do traçado ferroviário, imediatamente adjacentes a este;
- Implementação de um plano de monitorização de ruído e de poeiras, de forma a, por um lado, completar a caracterização da situação de referência realizada no âmbito dos estudos de impacte ambiental e a, por outro lado, permitir ir avaliando os efeitos das obras e, posteriormente, da operação do serviço ferroviário;
- Acompanhamento do desenrolar dos trabalhos de construção, em ligação com as restantes valências envolvidas na gestão da construção, com o objectivo de se identificarem, sempre que possível em antecipação, as situações potencialmente gravosas em termos de efeitos sobre o ambiente envolvente às frentes de trabalho e se estudarem e implementarem as medidas necessárias para prevenir, minimizar ou compensar aqueles efeitos negativos;
- Prestação de apoio ao dono da obra na implementação de um esquema de relacionamento com o público e com determinadas entidades externas ao empreendimento. De salientar, em termos de relacionamento com o público e para além da colaboração em diferentes actividades e iniciativas, a disponibilização e exploração de uma "linha verde", através da qual a população pode apresentar os seus pedidos de esclarecimentos ou quaisquer queixas ou reclamações. Em termos de relacionamento com entidades externas ao empreendimento, há a destacar a articulação com a Direcção Regional de Ambiente e Recursos Naturais de Lisboa e Vale do Tejo, entidade que tem a seu cargo o acompanhamento, por parte do Ministério do Ambiente, da construção da Travessia Norte-Sul.

## Balanço do trabalho desenvolvido até à data

O balanço do trabalho desenvolvido até à data permite salientar que as actividades de acompanhamento ambiental da construção da Travessia Norte Sul/ Margem Norte se têm revelado eficazes face aos objectivos traçados.

Efectivamente, tem-se conseguido que, no geral, os trabalhos se venham desenrolando de forma ambientalmente aceitável, o que se deve, por um lado, à aplicação das medidas já previstas nos estudos de impacte ambiental e de outras identificadas na sequência do trabalho desenvolvido no âmbito do acompanhamento ambiental.

Por outro lado (e, porventura com tanta ou mais importância do que a aplicação de medidas específicas) tem-se assegurado a constante sensibilização dos principais intervenientes na construção do empreendimento e uma estreita articulação e coordenação com todas as restantes vertentes de gestão da construção do empreendimento.

Apraz-se registar que, na sequência do processo de avaliação de impacte ambiental dos troços A e B, levado a cabo na sequência do Despacho nº 27/MA/97, de 21/03/97, de S. Exª a Ministra do Ambiente, a concretização daqueles troços mereceu um parecer favorável condicionado ao cumprimento de um conjunto de recomendações e medidas específicas, de entre as quais se destaca aquela segundo a qual o acompanhamento ambiental permanente deveria prosseguir integrado e coordenado com a gestão da construção do empreendimento, contemplando as actividades incluídas nas vertentes de actuação referidas anteriormente.

Ainda em termos de articulação e coordenação entre as diversas vertentes da gestão da construção há a referir a constituição, no âmbito do Consórcio AFP, de uma Comissão Integrada do Ambiente, da Qualidade e da Segurança do Empreendimento, na qual se assegura uma maior ligação formal das questões relacionadas com o ambiente, com a segurança e com a qualidade, aspectos que, de resto, não são facilmente dissociáveis.

Por fim, há a salientar que a vertente de relacionamento com o público se tem revelado particularmente útil e importante. De facto, considera-se não ser suficiente gerir os trabalhos de construção com o cuidado de minimizar as suas incidências ambientais, sendo fundamental, por um lado, fazer desse cuidado a devida divulgação e, por outro lado, disponibilizar os meios que permitam aos cidadãos colocar as suas dúvidas, queixas ou reclamações relativas ao empreendimento. Noutros termos, tem havido a preocupação de considerar a população e diversas entidades presentes ao longo do traçado como partes integrantes do processo, valorizando em todas as circunstâncias os contributos que estes possam fornecer, quer para aferir o sucesso das medidas colocadas em prática, quer para identificar eventuais situações susceptíveis de aperfeiçoamento.

O trabalho que se tem vindo a realizar será, talvez, inovador a nível nacional e o balanço das actividades de acompanhamento ambiental revela claramente as vantagens obtidas com esta valência da gestão da construção, permitindo reconhecer a sua aplicabilidade na construção de outras grandes infra-estruturas.

# Concessão do Eixo Ferroviário Norte-Sul

# Uma Perspectiva Financeira

*Banco CISF*

Em Abril de 1999 iniciar-se-á uma nova era na travessia do Tejo na região de Lisboa, com o arranque da exploração do serviço público de transporte ferroviário suburbano de passageiros entre o Fogueteiro e Entre-Campos, pela Ponte 25 de Abril.

A concessão do Eixo Ferroviário Norte-Sul irá contribuir para a inovação e modernização do sistema ferroviário nacional importando destacar pela sua relevância os seguintes aspectos:

(1) atribuição à iniciativa privada de uma concessão directa pelo Estado, (2) criação de uma entidade reguladora para o sector, (3) criação do enquadramento legal para o licenciamento de operadores e material circulante e a (4) introdução do pagamento de taxa de utilização da via (taxa de uso) e das infraestruturas (taxa de gestão) pelo futuro operador privado.

Este projecto teve o seu início em 1992, quando o Governo decidiu abrir à iniciativa privada a concepção, construção e conservação das infraestruturas e a exploração do serviço de transporte público da travessia ferroviária do Tejo em Lisboa, pela Ponte 25 de Abril. A condução do respectivo concurso, em regime de Built Own Operate and Transfer (BOOT), foi atribuída a uma Comissão, em estreita colaboração com o extinto Gabinete do Nó Ferroviário de Lisboa.

Nesta modalidade de concurso, à iniciativa privada caberia a responsabilidade pela construção das infraestruturas, pela aquisição do material circulante e pela exploração, que, assim assumiria todos os riscos relevantes do projecto (excepto expropriações), nomeadamente, o risco de construção e o risco de volume (procura).

Apresentaram-se a concurso e foram pré-qualificados três concorrentes: o consórcio Travitejo liderado pela Siemens (englobando também a GEC Alsthom, a Dumez, a BPC, a Alcatel, a Sofrerail e a HLC), a ABB (englobando também a Somague e a Somec) e a Spie Batignolles.

Na fase de atribuição da subconcessão, apenas o consórcio Travitejo apresentou proposta, o que conduziu a um

| pass. Km | |
|---|---|
| | Renegociação em termos mais favoráveis para o Estado |
| *Banda Superior* | Aumentos da taxa de utilização da infraestrutura |
| *Banda de Referência* | Pagamento da taxa de utilização da infraestutura na totalidade |
| *Banda Inferior* | Redução da taxa de utilização da infraestrutura |
| | Renegociação em termos mais favoráveis para o Concessionário ou resgate antecipado |

processo de negociação com um único concorrente. Diversos factores, entre os quais a disparidade verificada quanto ao custo global do projecto, nomeadamente no que respeita às infraestruturas, impossibilitou a atribuição da concessão ao consórcio Travitejo.

As razões para o desfasamento nos valores do investimento derivaram fundamentalmente da dificuldade interna de gestão dos distintos interesses dos membros do consórcio que, recorde-se, incluía duas construtoras, dois fornecedores de material circulante e ainda um fornecedor de equipamentos de sinalização e telecomunicações.

Este concurso confirmou assim as exigências de um project finance BOOT quanto à necessidade da existência de liderança nos consórcios e à adequada conciliação dos diferentes interesses económicos em presença, face às elevadas exigências de investimento.

Não tendo sido possível a obtenção de um acordo que satisfizesse o interesse público, o Governo decidiu-se pela não adjudicação e pelo prosseguimento do projecto em diferentes moldes, incumbindo o GNFL/REFER da construção das infraestruturas e entregando à iniciativa privada a aquisição do material circulante e a exploração do serviço de transporte ferroviário de passageiros, isto é, atribuindo unicamente a concessão da exploração.

Considerando as limitações de tempo inerentes ao lançamento de um novo concurso público internacional que englobasse a aquisição do material circulante e a escolha de um operador, o Governo optou pela realização de dois concursos públicos internacionais distintos: um concurso para o fornecimento do material circulante e um concurso para a concessão da exploração do serviço de transporte.

No final de 1996 foi celebrado o contrato com o consórcio Gec-Alsthom/ CAF para o fornecimento do material circulante, no valor de 21 milhões de contos e, em Agosto de 1997, foi lançado o concurso público internacional para a adjudicação da exploração do serviço público de transporte ferroviário suburbano de passageiros.

Para além da limitação do âmbito da concessão à exploração, este concurso teve como principal inovação o estabelecimento de um mecanismo de partilha do risco de procura entre o Estado e o futuro concessionário, através de um sistema de bandas de tráfego, com o objectivo de: (1) minimizar o prémio de risco exigido pelos concorrentes num serviço de transporte em que não existia qualquer histórico de procura e, simultaneamente, (2) assegurar a estabilidade da concessão.

Nesta segunda fase, apresentaram-se a concurso três concorrentes: o consórcio Expresso Tejo, liderado pela Somague, o consórcio Fertagus, liderado pelo Grupo Barraqueiro e o agrupamento Stagecoach/Mota & Companhia. Após análise e apreciação da propostas, foram seleccionados para a fase de negociação os dois últimos concorrentes.

Para além do elevado nível qualitativo das três propostas apresentadas, a fase negocial contribuiu decisivamente para a sua melhoria, nomeadamente da base tarifária média que se situou em 7$7/pass.km a preços de 31 de Dezembro de 1997, ou seja, muito próxima da base tarifária média actualmente praticada pela CP.

Pese embora o esforço de melhoria da proposta realizado pelo agrupamento Stagecoach / Mota & Companhia, tal não foi suficiente para superar o consórcio Fertagus. Nesta matéria importa realçar a capacidade técnica e financeira evidenciada pelos concorrentes nacionais, ao nível das seus melhores congéneres internacionais.

O processo de concurso permitiu obter com sucesso os seguintes resultados: (1) uma base tarifária média atractiva para o cliente, inferior à proposta

no primeiro concurso e semelhante à praticada pela CP, (2) aquisição de material circulante inovador e em condições muito favoráveis, (3) a contratualização de elevados níveis de serviço e de padrões de qualidade e, finalmente, (4) o rigoroso cumprimento dos apertados prazos definidos pelo Governo para a adjudicação da concessão.

O resultado deste último concurso poderá ser considerado, do ponto de vista do interesse público, como um sucesso relevante e um importante contributo para o processo de reestruturação em curso no sector ferroviário nacional - que no futuro muito poderá beneficiar da experiência adquirida pelas diferentes entidades envolvidas (e.g. entidades públicas, técnicos e consultores).

Para o referido resultado, terá contribuído a conjugação de diversos factores, de que se destacam:

- O forte comprometimento do Governo no concurso;
- A capacidade de liderança evidenciada Comissão para a Travessia Ferroviária do Tejo;
- A colaboração das diferentes entidades envolvidas (REFER, CP e DGTT);
- A existência de prazos rigorosos para o processo de concurso;
- A capacidade que os concorrentes revelaram para responder a este desafio com soluções competitivas e inovadoras;
- O apoio da banca nacional, que disponibilizou os fundos necessários para o desenvolvimento do projecto, numa óptica de Project Finance.

No final deste processo poderá concluir-se que o Estado alcançou relevantes benefícios em diferentes áreas:

- na perspectiva do cliente do serviço ferroviário - contratualização de um serviço público com qualidade e com uma base tarifária média particularmente competitiva;
- na perspectiva do Estado – construção e disponibilização de infraestruturas ferroviárias inovadoras (e.g. interfaces) e de elevada qualidade, por custo inferior ao proposto no primeiro concurso, a par da atribuição da primeira concessão privada de um serviço ferroviário suburbano.

# Expropriações

*Augusto Ramos Pereira*

*Responsável do Gabinete de Expropriações da FERBRITAS, SA*

O processo de disponibilização dos terrenos necessários para a construção da Travessia Ferroviária Norte-Sul constituía, sem dúvida, uma das vertentes mais complexas do Empreendimento, tendo a prestação dos respectivos serviços, no âmbito da preparação e da execução administrativa, técnica e judicial do processo de aquisição/expropriação, sido adjudicada à FERBRITAS, SA, no seguimento de concurso público lançado para o efeito em Setembro de 1993.

Como, mais tarde, se confirmou, a circunstância do desenvolvimento do projecto interferir com zonas densamente habitadas e com características sensíveis sob o ponto de vista social, conferia uma exigência muito particular à questão do atempado realojamento dos agregados a desalojar e à resolução das situações de interrupção de actividade designadamente comercial e industrial.

Metodologicamente importou pois acautelar com especial atenção:

- A confirmação com a antecipação e maior rigor possíveis, dos limites dos terrenos necessários ao Empreendimento;
- A caracterização exaustiva das habitações comprovadamente abrangidas pelo projecto e o inquérito detalhado aos moradores e respectivos agregados familiares;
- A análise de soluções para as situações de desalojamento/realojamento e de interrupção de actividade.

A realização eficaz do conjunto de acções envolvidas no processo, foi empenhadamente prosseguida com o apoio das Câmaras Municipais, nomeadamente através da participação de representantes seus na inventariação e documentação dos casos de desalojamento existentes nas respectivas áreas.

A caracterização das habitações abrangidas e o inquérito detalhado às condições sócio-económicas dos agregados familiares residentes, antecedeu os contactos tendentes à desocupação das construções e à opção dos moradores por uma indemnização pecuniária

ou por uma habitação cujas características, designadamente de localização e renda, sejam semelhantes às da anterior.

Nestes termos, formalmente, só perante o conhecimento da preferência que prevaleceu em cada caso, foram promovidas diligências para obter as habitações apuradas como necessárias, preferencialmente junto dos Institutos Públicos vocacionados para a matéria ou com recurso às disponibilidades que as Câmaras Municipais confirmaram capacidade para garantir em tempo útil.

## Troços A, B e C - Margem Norte do Rio Tejo

Relativamente às 108 parcelas incluídas neste troço apenas em quatro casos, cerca de 4% do total, houve recurso à expropriação litigiosa, não se verificando em qualquer deles necessidades de desalojamento/realojamento.

Na essência o que, até ao momento, determinou a falta de acordo nestes quatro processos foram diferenças de critério de valorização fundiária atendendo às finalidades determinadas no Plano Director Municipal.

Assinalam-se os sucessos obtidos em 548 situações de desalojamento/realojamento de agregados familiares de capacidade económica muito variável e de assinalável número de actividades industriais - transportes de mercadorias, estância de madeiras, serralharias, depósitos de materiais de construção civil, entre outras - cuja transferência se processou sem perturbação e conflito para zonas do perímetro urbano mais vocacionadas para as respectivas instalações.

A Câmara Municipal de Lisboa contribuiu decisivamente para a resolução do realojamento de 140 famílias que optaram pela compensação em espécie.

## Troço E - Margem Sul do Rio Tejo

A menor densidade de ocupação da área abrangida pela infra-estrutura entre o Pragal e Penalva está reflectida nos registos sobre a disponibilização dos terrenos para construção.

Nos 112 casos de desalojamento/ realojamento - cerca de 17% do total contabilizado nesta data para o conjunto da ligação ferroviária - estão igualmente incluídas diversas interrupções de actividades industriais de algum relevo que, entretanto reiniciaram o funcionamento sem perdas económicas e penalizações de emprego, em locais com condições e equipamentos colectivos globalmente mais favoráveis e adequados.

Os 28 processos de expropriação litigiosa - 8% do total das parcelas - têm à semelhança do que se verifica na margem norte, também eles, razões associadas a expectativas de valorização dos terrenos, em muitos casos resultantes de loteamentos sem o necessário suporte de aprovação para efeitos de indemnização.

# Sinalização e Telecomunicações

*Eng. João Araújo*

*Direcção Geral de Automação de Transportes - ALCATEL Portugal*

Estudo começou em 1995 com a assinatura dos contratos com as várias firmas responsáveis pelas infra-estruturas, pela gestão da construção, pela Sinalização e Telecomunicações, pelo material circulante, etc.

Estava assim dado o arranque para a execução de uma obra que virá resolver os problemas de tráfego entre a margem sul e a capital e melhorar desta forma as condições de vida de milhares de utentes, nomeadamente aqueles que todos os dias se desgastam nas filas intermináveis do "garrafão" da Ponte 25 de Abril.

Esta ligação ferroviária entre as margens norte e sul do Rio Tejo pela Ponte 25 de Abril, estendese desde a zona oriental de Lisboa na ligação à Linha do Norte (Braço de Prata) até ao Complexo Ferroviário de Coina numa extensão total de 28 quilómetros, completamente electrificada e com sinalização electrónica ESTW L90 P da Alcatel.

No âmbito dos trabalhos de via desta nova ligação ferroviária realiza-se:

- a passagem a via quádrupla do troço entre Braço de Prata e Sete Rios (actualmente em via dupla);
- a integração do troço entre Sete Rios e a Ponte de Santana, em via dupla, no ramal de Alcântara;
- a construção da nova linha em via dupla entre a Ponte de Santana e Inserção Norte da Ponte;
- a construção da nova linha em via dupla na Ponte 25 de Abril;
- e a construção da nova linha em via dupla entre o Túnel sob a Praça da Portagem e o Complexo Ferroviário de Coina.

As velocidades máximas previstas para a Travessia Ferroviária Norte-Sul vão desde os 120km/h, do lado sul até aos 90 à saída da capital. No tabuleiro da Ponte 25 de Abril a velocidade máxima será de 60km/h.

Em relação ao tabuleiro da Ponte 25 de Abril, irá processar-se a circulação de comboios de passageiros nos dois sentidos, encontrando-se no entanto impedida a circulação no tabuleiro de comboios de mercadorias juntamente com os de passageiros devido às suas características de carga, velocidade e capacidade de travagem.

No percurso da Travessia Ferroviária Norte-Sul, os comboios vão circular entre as estações de Roma/Areeiro, na Margem Norte, e Fogueteiro, na Margem Sul, num total de aproximadamente 25km, vedados em toda a sua extensão e sem passagens de nível. Este percurso é composto por nove estações: Roma/Areeiro, Entrecampos, Sete Rios, Campolide, Alvito, Pragal, Corroios, Foros de Amora e Fogueteiro.

Para controlar os cerca de 215 sinais, 137 agulhas motorizadas, 118 pedais e 260 secções de via (contadores de eixo + circuitos de via) será instalado um sistema de sinalização electrónica do tipo ESTW L90 da Alcatel.

Na sua configuração final, toda a linha da Travessia Ferroviária Norte-Sul conterá as seguintes instalações:

- um Comando de Tráfego Centralizado (CTC): na estação de Campolide;
- dois Encravamentos Electrónicos ESTW L90 P: um na estação de Campolide e um no Complexo Ferroviário de Coina;
- nove EAM, distribuídos do modo seguinte: Zona do Rego (3), Campolide (2), Pragal (2) e Complexo Ferroviário de Coina (2);
- equipamentos de alimentação de energia correspondentes;
- instalações exteriores correspondentes ao posto de encravamento;
- cabos correspondentes.

Após a conclusão dos trabalhos, os postos de encravamento, por meio de ligações de adaptação ou interfaces, estarão acoplados aos seguintes postos de encravamento ou interfaces com bloco existentes:

- adaptação ao ESTW de EXPO (Linha do Norte);
- adaptação ao bloco de via única para Santa Apolónia;
- adaptação ao ESTW de Campolide (Linha de Sintra);
- adaptação aos equipamentos do encravamento do Complexo Ferroviário de Coina.

Para além do sistema de sinalização, foi adjudicado também à Alcatel o fornecimento de sistemas de telecomunicações de ajuda à exploração, dos quais referimos os seguintes:

- Suportes físicos de transmissão;
- Transmissão digital;
- Rede de exploração ferroviária;
- Rede de transmissão de dados;
- Sistemas de informação ao público visuais e sonoros;
- Sistema de videovigilância;
- Sistema de sincronismo horário;
- Sistema de alimentação;
- Sistema de supervisão técnica da transmissão;

### *Centro de gestão da transmissão*

Estes sistemas encontram-se distribuídos na totalidade da linha, nomeadamente será instalado um cabo metálico de telecomunicações e dois cabos de fibra óptica, um de cada lado da via, de forma a garantir redundância de caminhos. Em todas as estações e terminais técnicos (Terminal Técnico de Coina,

Fogueteiro, Corroios, Pragal, Alvito, Campolide, Sete Rios, Entrecampos, Roma/Areeiro, Terminal Técnico de Chelas e Chelas), será instalada uma rede local de exploração ferroviária que permite a comunicação com a entidade reguladora no momento (CTC, Estações de concentração ou estação comandada) de forma totalmente automática.

Para suportar as necessidades de transmissão dos vários sistemas será instalada uma rede de transmissão com tecnologia SDH (155 Mbps), que com os seus nós de distribuição estrategicamente posicionados garante as comunicações entre os elementos existentes (CTC, encravamentos, EAM, rede de exploração, rede de transmissão de dados, videovigilância, teleindicadores e sonorização).

A rede de exploração permite as comunicações entre os operadores e reguladores, bem como com todas as estações e apeadeiros e pontos notáveis na via, nomeadamente sinais, AMV, etc.

Por forma a garantir as necessidades de gestão de material circulante e bilhética, será disponibilizada em todas as estações e apeadeiros, um nó de uma rede de dados *frame-relay* suportada na transmissão.

Em todas as estações que efectuam serviço de passageiros, serão instalados sistemas de apoio ao utente de forma a garantir uma eficaz e correcta utilização do serviço, que os informam automaticamente da circulação dos comboios, por meio de informações sonoras e visuais (painéis teleindicadores, sonorização e sincronismo horário). Como forma de garantir a segurança dos utentes, será instalado em cada uma destas estações bem como na ponte e túnel de acesso sul, um sistema de vigilância vídeo com centro de comando e controlo localizado no CTC de Campolide, onde se encontram também os centros nevrálgicos dos sistemas anteriormente referidos.

Com a transmissão, foi adquirido um sistema de supervisão e centro de gestão da mesma, o que permite detectar eventuais anomalias e utilizar as ferramentas de protecção da mesma (estrutura em anel com redundância de caminho), por forma a garantir a continuidade do serviço mesmo numa situação degradada.

Para finalizar, e a título de exemplo, refira-se que as ligações entre o Pragal e a estação terminal de Lisboa efectuar-se-ão nuns escassos 14 minutos e só possíveis em última análise graças à segurança garantida pela sinalização electrónica ESTW.

# Estudos e Projectos do Troço Chelas - Sete Rios

*Engº José Moreira*

*COBA, SA*
*Director do Projecto*

## 1. Âmbito da intervenção

A Travessia Norte-Sul na Região de Lisboa estabelece a ligação ferroviária entre ambas as margens do Rio Tejo através da Ponte 25 de Abril. Esta infra-estrutura ferroviária tem uma extensão total aproximada de 28km entre Chelas e Coina, dos quais 8km se desenvolvem na margem norte, desde o Viaduto de Acesso à Ponte 25 de Abril, até Chelas, passando por Sete Rios.

A remodelação e a modernização do troço da actual Linha de Cintura entre Chelas e Sete Rios, numa extensão de cerca de 4km, inserido na sua maior parte num meio urbano densamente edificado, e atravessado por eixos viários importantes da malha rodoviária da Cidade de Lisboa e por linhas da Rede do Metropolitano, colocou um apreciável número de situações, as quais tornaram necessário, não só desenvolver frequentes acções de articulação com outras entidades, como

também se reflectiram na complexidade de que se revestiu a elaboração de estudos e projectos que abrangeram um vasto leque multidisciplinar. Neste contexto foi necessário desenvolver uma acção de direcção e coordenação caracterizada, não só por uma intensa actividade, mas também pela flexibilidade e versatibilidade requeridas para assegurar que as interfaces entre os vários projectos fossem, tanto quanto possível, compatibilizadas.

O âmbito da intervenção abrangeu, para além da área interessada pela plataforma ferroviária alargada, uma zona envolvente delimitada por uma faixa de cerca de 200m, centrada no eixo da actual Linha de Cintura, na qual foram estudados os aspectos associados à ocupação do solo. Esta ocupação apresenta características marcadamente urbano-industriais, sendo os aspectos mais relevantes aqueles que se relacionam com o património edificado existente à superfície, e com as demais ocupações do sub-solo, entre as quais infra-estruturas de redes públicas e/ou municipais e as galerias da Rede do Metropolitano.

É de salientar a complexidade acrescida na articulação e coordenação entre os vários estudos e projectos realizados, resultante do facto de as obras terem de ser efectuadas em condições de operação restritas, praticamente confinadas ao espaço disponível no corredor ferroviário e com limitações no acesso, e em conjugação com a necessidade de assegurar a continuidade da exploração ferroviária no decurso dos trabalhos. Tal obrigou ao aprofundamento de todas as questões ligadas ao faseamento, quer as de natureza ferroviária, quer as relativas à construção civil, as quais foram consubstanciadas nos projectos.

## 2. Descrição geral do projecto

O troço entre Sete Rios e Chelas desenvolve-se desde Sete Rios, na zona de concordância com a Linha de Sintra e com o Ramal de Alcântara, até Chelas, nas imediações da zona de concordância com o Ramal de Braço de Prata que estabelece a ligação com a Linha do Norte, e com o Ramal de Santa Apolónia.

A definição do traçado, para além de ter em consideração a plataforma ferroviária existente foi condicionada pelo: i) traçado da actual Linha de Cintura, e a continuidade da exploração ferroviária; ii) ocupação actual e prevista do solo no âmbito do Plano Director Municipal, quer seja a ocupação industrial, ou a residencial; iii) ligação à rede viária e à Rede do Metropolitano, quer o já existente, como o que está previsto vir a ser construído no âmbito dos planeamentos de várias entidades; iv) ligações às vias da malha ferroviária na Região de Lisboa; v) área a expropriar.

O traçado: i) desenvolve-se quase integralmente na zona da Cidade de Lisboa designada por Avenidas Novas; ii) tem uma orientação predominante no sentido poente-nascente, cruzando a zona de Sete Rios a um nível superior e passando sob a Av. dos Combatentes; iii) atravessa a zona do Rego; iv) cruza a um nível superior a Av. 5 de Outubro e a Av. da República, ambas eixos viários constituindo importantes artérias da Cidade de Lisboa; v) atravessa os bairros do Areeiro e de Alvalade, onde passa sob os viadutos da Av. de Roma e da Av. Gago Coutinho, ambos situados numa zona nobre edificada e consolidada, com ocupação residencial e terciária; vi) termina na zona do Vale de Chelas, aproximadamente antes de chegar à zona do Viaduto do Metropolitano.

Ao longo deste troço situam-se as Estações de Sete Rios, de Entrecampos e de Roma/Areeiro, as quais tem interface com a Rede do Metropolitano, e o modo rodoviário, nomeadamente os transportes colectivos, Carris e operadores rodoviários privados, e os táxis.

Integram também este troço os Terminais Técnicos de Sete Rios e de Chelas.

A plataforma ferroviária: i) tem uma largura aproximada de 15m nas extensões onde serão instaladas quatro vias; ii) alarga para cerca de 50 m na zona do Rego, onde serão instaladas oito vias, sendo quatro de resguardo; iii) nos Terminais Técnicos de Sete Rios e de Chelas, tem uma largura de 30m, ou mais, para permitir a instalação das vias projectadas; iv) nas zonas das Estações de Sete Rios, de Entrecampos, e de Roma/Areeiro alarga para cerca de 35m.

Foi estabelecido como pressuposto na elaboração dos estudos e projectos, o desnivelamento total e a vedação integral da infraestrutura ferroviária desde Sete Rios até Chelas, de forma a garantir simultaneamente condições de fluidez de tráfego, e de segurança ferroviária e rodoviária.

No âmbito da plataforma ferroviária foram elaborados todos os estudos e projectos para a superestrutura e a infra-estrutura de apoio ao sistema ferroviário, o qual, como já referido, comporta na maior parte do traçado a instalação de quatro vias. Indicam-se seguidamente os estudos e projectos realizados: i) impacte ambiental; ii) geologia e geotecnia; iii) via; iv) catenária; v) estruturas de contenção, situadas em ambos os lados da plataforma ferroviária, algumas das quais atingindo alturas de cerca de 18 m, e desempenhando funções de contenção em zonas densamente edificadas; vi) estabilização de taludes; vii) terraplenagens, envolvendo a movimentação de um volume total de terras da ordem de 300 000 m$^3$, dos quais cerca de 225 000 m$^3$ são em aterro e o restante em escavação; viii) drenagem, abrangendo, para além da drenagem da plataforma ferroviária, a desactivação e a reposição de secções de colectores da rede municipal, nomeadamente na zona de Alvalade/ Areeiro; ix) a passagem inferior do Rego, integrada no âmbito do plano ferroviário, e inserida no plano urbanístico da Câmara Municipal de Lisboa para a zona circundante; x) as passagens superiores da Av. de Roma e da Av. Gago Coutinho, com vãos de cerca de 20 a 35m, respectivamente, e cuja construção implica a demolição das estruturas existentes.

## 3. Breves notas sobre alguns dos estudos e projectos

### *3.1 - Impacte ambiental*

A natureza da zona atravessada pelo corredor ferroviário, onde predomina uma ocupação urbana densa, com usos sensíveis, conduziu à definição de uma envolvente para o desenvolvimento dos estudos e projectos em que foram i) estabelecido, tanto quanto possível, um quadro global integrando todos os troços da infra-estrutura ferroviária; ii) fornecidas directrizes e orientações quanto a restrições, preocupações e condicionamentos mais importantes em termos ambientais; iii) identificados os impactes mais significativos associados à construção da infra-estrutura ferroviária; iv) definidas as medidas de minimização e monitorização mais relevantes a adoptar, assim como os estudos adicionais necessários, entre os quais, o de protecção acústica, e a incorporação nos projectos das diferentes disciplinas de medidas de minimização de impactes. O estudo realizado justificou a construção da infra-estrutura ferroviária em termos sociais, económicos, e ambientais, enquadrando-a na necessidade de se criar um transporte público de massas assegurando um serviço de passageiros suburbano.

### *3.2 - Geologia e geotecnia*

A zona de intervenção foi caracterizada com base em estudos de geologia e geotecnia, e numa campanha de prospecção geotécnica complementar a outras já realizadas anteriormente, tendo sido: i) identificadas as principais características geológicas dos diferentes materiais interessados em termos da sua litologia, geomorfologia, tectónica, sismicidade e hidrogeologia; ii) feita a caracterização geotécnica dos terrenos no que se refere à ripabilidade, à geometria das escavações e dos aterros, às condições de reutilização dos materiais na construção dos aterros, respectivas fundações e geometria, assim como as aspectos mais relevantes para a drenagem.

Os materiais identificados distribuem-se pelas seguintes unidades litoestratigráficas: i) Recente; ii) Miocénico; iii) Oligocénico; iv) Neocretácico. A zona de intervenção apresenta-se no que respeita a: i) geomorfologia, mais ou menos plana com ligeiras ondulações e depressões suaves, onde afloram aterros, depósitos aluvionares de natureza diversa, formações vulcano-sedimentares constituídas por tufos e escoadas basálticas, e ainda formações oligocénicas, e formações miocénicas essencialmente areno-argilosas; ii) tectónica e sismicidade, com a ocorrência de várias falhas; iii) hidrogeologia, com três complexos hidrogeológicos diferentes, quanto ao tipo de permeabilidade e ao confinamento existente.

### *3.3 - Via e catenária*

A complexidade das intervenções exigiu uma articulação com a exploração ferroviária, tendo como finalidade minimizar, tanto quanto possível, as perturbações resultantes da realização das obras.

### *3.4 - Terraplenagens e drenagem*

A maior parte da plataforma ferroviária, desenvolve-se em escavação e será confinada por estruturas de contenção. Em algumas zonas, nomeadamente na zona do Vale de Chelas serão construídos aterros com alturas máximas da ordem de 10m e escavações que poderão atingir cerca de 18m de altura. A geometria da plataforma de via foi desenvolvida com base num perfil transversal tipo adaptado às constantes variações impostas pelo traçado, tendo sido necessário introduzir as transições apropriadas entre a plataforma em duplo chapéu de chinês e a plataforma coplanar, no sentido de evitar a ocorrência de problemas de drenagem. Foram considerados os seguintes casos típicos para a plataforma de via consoante o âmbito da intervenção a realizar: i) substituição das vias existentes no traçado existente; ii) novo traçado em plataforma existente; iii) construção de novas vias em novas plataformas.

O traçado insere-se na sua quase totalidade em espaço urbano consolidado, cuja zona, inserida na bacia hidrográfica das ribeiras de Alcântara e de Chelas, apresenta uma rede hidrográfica pouco densa. As linhas de água intersectadas pela plataforma de via encontram-se praticamente todas canalizadas. A zona onde se situa o corredor ferroviário apresenta uma disponibilidade hidrogeológica muito reduzida, em particular nas formações oligocénicas e vulcano sedimentares dominantes na zona de Sete Rios, onde não foram detectados níveis freáticos até profundidades de 10/12m. Nas formações miocénicas e aluvionares entre Entrecampos e Chelas foram detectados níveis freáticos próximo da superfície, com excepção da extensão entre a Av. de Roma e o actual Apeadeiro do Areeiro. A colecta e o escoamento das águas pluviais afluentes à plataforma de via, garantindo simultaneamente a drenagem subterrânea, será assegurada através da instalação de órgãos de drenagem correntes. O sistema de drenagem longitudinal da plataforma de via será ligado à rede de colectores municipais.

### *3.5 - Estruturas de contenção*

A actual densidade da ocupação urbana na zona envolvente à Linha de Cintura influenciou consideravelmente as soluções projectadas para as estruturas de contenção. Face aos condicionamentos de espaço existentes foram privilegiadas soluções de estruturas de

## Características técnicas genéricas do material circulante de dois níveis que irá circular no eixo Norte Sul:

### *Lotação*

A velocidade máxima das automotoras de dois níveis é de 140 km/h com tensão nominal de alimentação.

Uma das características principais destas unidades é o equipamento eléctrico de potência baseado nas mais recentes evoluções da GEC ALSTHOM Transport. Estes equipamentos baseiam-se na importante experiência da GEC ALSTHOM Transport no que diz respeito aos motores de tracção, electrónica de potência e sistemas de comando.

Os **pontos chave** desta nova geração de equipamentos de propulsão são os seguintes:

Uma integração muito elevada que proporciona equipamentos **mais compactos, mais leves e mais fiáveis**.

Ferramentas de manutenção integradas e de grande performance, permitindo um **diagnóstico rápido e fiável**, o que reduz o tempo eventual de imobilização.

**Um elevado nível de protecção contra perturbações.**

As características principais do equipamento de propulsão baseiam-se em:

- **AGATE** (Advanced GEC ALSTHOM Traction electronics) que combina as vantagens de novos componentes muito potentes com a nossa grande experiência que se estende desde o eléctrico ao TGV. É a garantia de uma electrónica mais compacta e mais fiável. Trata-se de uma electrónica muito integrada com possibilidades de manutenção incorporadas sem ferramentas específicas (só é necessário um PC). Depois da entrada em serviço, esta electrónica necessita de muito poucas regulações e modificações.
- **ONIX 1500** (Onduladores de Integração Excepcional), que é o ondulador de tracção. Equipamento de potência desenvolvido de forma coordenada e simultânea com AGATE para assegurar performances elevadas ao conjunto do equipamento. Estas performances elevadas são devidas à: escolha de componentes IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) que funcionam a alta frequência com fracas perdas. Os IGBT utilizados são módulos 3300V/ 1200A.

  escolha de tubos de refrigeração estanques e ao potencial da massa

  escolha de um arrefecimento em ventilação forçada
- **ONIX DRIVE**, que representa o equipamento de propulsão completo da catenária ao motor. Baseia-se nos equipamentos AGATE CONTROL e ONIX 1500, o que proporciona uma garantia de integração total, optimização e bom funcionamento do sistema de propulsão completo.

Finalmente estas unidades quádruplas eléctricas de dois níveis serão dotadas de música ambiente, ar condicionado e indicadores electrónicos para os utilizadores.

| LOTAÇÃO | |
|---|---|
| Carga Normal | Lugares Sentados + 3 passageiros/m² Nos vestibulos e corredores |
| Carga Máxima | Lugares Sentados + 5 passageiros/m² Nos vestibulos e corredores |
| Sobrecarga | Lugares Sentados + 7 passageiros/m² Nos vestibulos + 5 passageiros/m² Nos corredores |

| PESOS EM T.M. | Carga Normal | | Carga Máxima | | Sobrecarga | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Tara | Carga | Tara | Carga | Tara | Carga |
| M | 60,80 | 73,68 | 60,80 | 77,88 | 60,80 | 79,49 |
| R | 49,79 | 69,04 | 49,79 | 75,06 | 49,79 | 46,95 |
| M+2R+M | 221,18 | 285,44 | 221,18 | 305,88 | 221,18 | 312,88 |

| NÚMERO DE LUGARES | Carga Normal | | | Carga Máxima | | | Sobrecarga | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Sentados | De Pé | Total | Sentados | De Pé | Total | Sentados | De Pé | Total |
| M | 96 | 88 | 184 | 96 | 148 | 244 | 96 | 171 | 267 |
| R | 148 | 127 | 275 | 148 | 213 | 361 | 148 | 240 | 388 |
| M+2R+M | 448 | 430 | 918 | 488 | 722 | 1 210 | 488 | 822 | 1 310 |

contenção visando a menor afectação possível do tecido urbano consolidado existente ao longo da maior parte do traçado. As soluções adoptadas abrangem muros tradicionais em betão, assim como estruturas de contenção pregadas e escoradas, e a estabilização de taludes com recurso a pregagens e revestimento.

### *3.6 - Paisagismo*

A infra-estrutura ferroviária, inserindo-se predominantemente na malha urbana estável da Cidade de Lisboa, abrange de acordo com o Plano Director Municipal: i) zonas consolidadas de uso habitacional; ii) zonas de equipamentos sociais; iii) zonas de reconversão urbanística mista, industria e armazenagem; iv) zonas destinadas a usos especiais, estações, parques de máquinas, interfaces e terminais de infra-estruturas de transportes; v) pequenos espaços verdes urbanos. O tecido urbano atravessado é caracterizado por uma grande heterogeneidade na arquitectura dos edifícios e nas tipologias do uso do solo, em que é manifesta a acentuada diversidade de volumes, forma e textura do conjunto edificado. O tratamento paisagístico incidiu sobre: i) a estabilização biológica dos taludes e de outras áreas afectadas, para controlo da erosão; ii) recuperação da ferida introduzida pela construção; iii) atenuação de algumas incidências ambientais negativas; iv) minimização dos conflitos com áreas sociais contíguas à plataforma de via; v) contribuição para o conforto visual do utente, nele se incluindo o tratamento estético das estruturas de contenção, e das barreiras acústicas.

### *3.7 - Viadutos da Av. de Roma e da Av. Gago Coutinho*

Ambos os viadutos, situados numa zona nobre da Cidade de Lisboa, suportam intenso tráfego rodoviário. As novas estruturas a construir para além de, conforme já referido, terem vãos alargados em relação aos existentes para permitir a instalação das novas vias, requerem que o processo de demolição/construção seja faseado em articulação com a exploração ferroviária, e com o tráfego rodoviário. A construção de ambos os viadutos, implicará que sejam considerados desvios de tráfego, e a definição de uma abordagem conjunta com a Câmara Municipal de Lisboa, no sentido de harmonizar o faseamento dos trabalhos, construção em simultâneo, ou não, com as demais necessidades, e o impacte que esta intervenção terá no tráfego rodoviário e no tecido urbano. Face a estes condicionamentos os tabuleiros dos viadutos foram projectados com vigas préfabricadas, assim como foi previsto um processo de demolição expedito com recurso à utilização de meios de corte e de elevação para minimizar os tempos de intervenção, e consequentemente tornar possível encurtar o prazo da construção.

### *3.8 - Complexo da estação de Sete Rios*

O complexo da Estação de Sete Rios, o qual se desenvolve entre a zona de concordância com Campolide e com a Linha de Sintra, e a zona do lado da R. Prof. Lima Bastos contígua às instalações do Parque de Material e Oficinas do Metropolitano de Lisboa, numa extensão de cerca de 350m, e integra os seguintes conjuntos edificados e estruturas: i) dois viadutos ferroviários cruzando a R. de Campolide, a Av. Columbano Bordalo Pinheiro, e a R. Prof. Lima Bastos, com um desenvolvimento de 220m; ii) três plataformas de passageiros, sendo uma central e as restantes laterais, incorporadas na estrutura dos novos tabuleiros; iii) o Edifício de Passageiros, situado entre a Av. Columbano Bordalo Pinheiro e a R. Prof. Lima Bastos com uma estrutura metálica cobrindo uma área com cerca de 90x35m$^2$, e constituído por quatro pisos, um dos quais se situa abaixo do solo com ligação à galeria de acesso ao Metropolitano, processando-se as entradas e saídas no Edifício ao nível do piso térreo, e a distribuição, circulação e acesso às plataformas de passageiros através de um piso intermédio, incluindo escadas mecânicas e elevadores; iv) a passagem inferior poente e o encontro nascente, pelos quais também se fará o acesso às plataformas de passageiros; v) a cobertura das plataformas em ambos os lados fora da zona do Edifício de Passageiros, com um desenvolvimento total de cerca de 230m; vi) a intervenção plástica sob os viadutos nas zonas atravessadas pelas vias rodoviárias.

### *3.9 - Complexo da estação de Entrecampos*

O complexo da Estação de Entrecampos, o qual se desenvolve entre a zona onde se situava o Apeadeiro da Av. 5 de Outubro e a R. de Entrecampos, abrangendo uma extensão de cerca de 335m, integra os seguintes conjuntos edificados e estruturas: i) quatro viadutos ferroviários sobre a Av. da República e a Av. 5 de Outubro, com um desenvolvimento de 230m, dois dos quais são existentes, tendo sido elaborado o projecto para os dois novos viadutos situados a norte e a sul daqueles; ii) duas plataformas de passageiros, incluindo a remodelação das estruturas existentes sobre a Av. da República, e o prolongamento destas em viaduto sobre a Av. 5 de Outubro; iii) o Edifício de Passageiros, situado entre a Av. da República e a

Av. 5 de Outubro com a estrutura metálica cobrindo os tabuleiros ferroviários e as plataformas de passageiros numa área aproximada de 135x35m², e constituído por quatro pisos, dos quais um se situa abaixo do solo fazendo a ligação à galeria de acesso ao Metropolitano, processando-se as entradas e saídas no Edifício ao nível do piso térreo, e a distribuição, circulação e acesso às plataformas de passageiros através de um piso intermédio, incluindo escadas mecânicas e elevadores; iv) as passagens inferiores, a nascente e a poente, pelas quais se fará o acesso aos topos das plataformas de passageiros, e a ligação pedonal entre ambos os lados da R. de Entrecampos; v) a cobertura com uma estrutura metálica das plataformas de passageiros em ambos os lados fora da zona do Edifício, com um desenvolvimento total de cerca de 200m; vi) a intervenção plástica nos alçados do Edifício de Passageiros e sobre a Av. da República e a Av. 5 de Outubro; vii) o Edifício de Sinalização situado no lado poente, onde serão instalados parte dos sistemas de sinalização e telecomunicações para a exploração ferroviária.

### *3.10 - Viaduto de Entrecampos*

Conforme já referido no âmbito do Complexo da Estação: i) os viadutos que comportam as vias da actual Linha de Cintura, construídos no início da década de 70, e que se desenvolvem sobre a Av. 5 de Outubro e a Av. da República, serão mantidos: ii) as plataformas de passageiros em viaduto sobre a Av. da República serão prolongadas em cerca de 100m no sentido da Av. 5 de Outubro; iii) os novos viadutos exteriores às estruturas existentes terão um desenvolvimento de cerca de 230m cruzando a nível superior, cerca de 5m acima, a Av. da República e a Av. 5 de Outubro. Os novos viadutos têm uma silhueta idêntica à dos viadutos da actual Linha de Cintura, com doze vãos apoiados em dois encontros e em onze pilares. A adopção desta configuração foi ditada: i) pelo traçado, do qual resultou que o tabuleiro tivesse uma geometria idêntica à dos tabuleiros existentes; ii) pela arquitectura, sendo a forma dos pilares integrada com as demais elementos constituintes do conjunto da Estação.

# A Estação de Sete Rios

*Arq. Carlos Roxo*

*ROXO ARQUITECTOS*
*Colaborador da COBA, SA*

## 1. A reformulação da rede ferroviária suburbana na perspectiva de uma rede intermodal integrada de transportes colectivos urbanos

A criação da Travessia Ferroviária Norte-Sul na Região de Lisboa, entre Chelas e Coina, e a sua articulação com os sistemas de transportes urbanos de Lisboa, não é um fenómeno de simples expansão da rede ferroviária existente. Para além da inequívoca conquista que representa a travessia ferroviária do Tejo como forma de alterar profundamente as acessibilidades entre as duas margens do rio, esta nova ligação é a expressão de novos conceitos de transportes urbanos que privilegiam decididamente o colectivo sobre o individual, e a tentativa de integração numa só rede dos diferentes modos de transporte dos operadores da Área Metropolitana de

Lisboa. Tal situação, complementada com medidas dissuasoras do uso do transporte individual, tais como:i) a criação de grandes parques de estacionamento acoplados às novas Estações ferroviárias periféricas;ii) a reformulação da rede ferroviária, com alargamentos e desnivelamentos;iii) a criação de grandes circulares e radiais;iv) a implementação de novos corredores de transportes públicos, introduz uma dinâmica sem precedentes na humanização e na habitabilidade do quotidiano de quem vive na área metropolitana da capital.

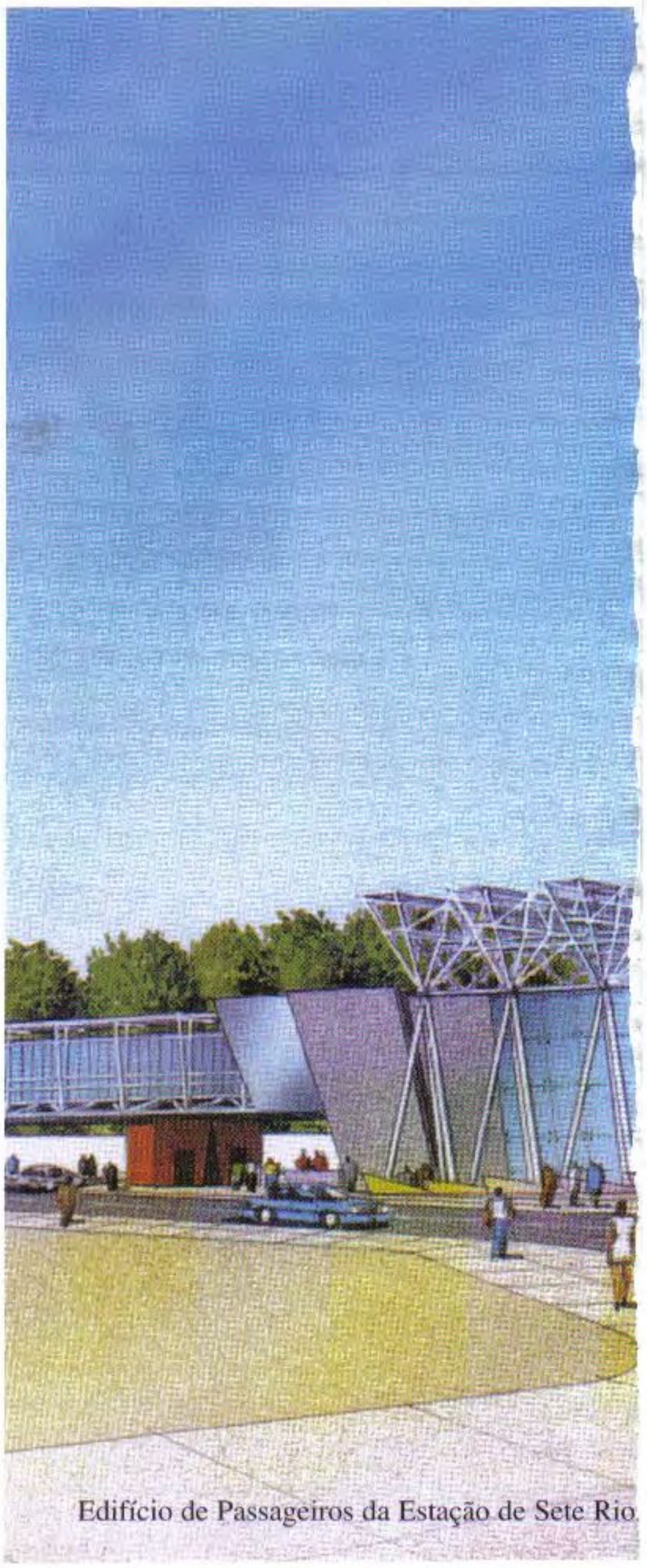
No interior de Lisboa passarão a articular-se, através de ligações directas, as principais Estações ferroviárias com as Estações do Metropolitano, existentes ou previstas, como serão criadas novas condições de enlace com as linhas da Carris e as carreiras suburbanas dos operadores rodoviários privados. Nesta perspectiva de reformulação de conceitos e de proposta de atitude de viver na cidade, as novas Estações ferroviárias surgem:i) como organismos urbanos com valências inovadoras no nosso país (correspondendo, embora, à realidade há muito implantada nas principais cidades fora de fronteiras);ii) como grandes centros de movimentação de pessoas com trocas intensas de modos de transporte;iii) com uma vida económica própria articulada com a vizinhança urbana. A Cidade, prepara-se para um outro ciclo da sua história, ampliado e densificado o seu sistema vascular por forma a poder acolher no seu quotidiano uma população, residente ou forasteira, que nela se passará a movimentar com mais mobilidade, mais conforto, menos tempo, menor cansaço, seja em transportes públicos, seja no seu próprio transporte individual. O caminho de ferro em Lisboa, entra na idade contemporânea, constituindo-se como um elo vital do sistema mais vasto da cadeia dos modos de transporte público que convergem sobre a capital, dentro dela penetram o mais possível no casco urbano, e dela irradiam até à periferia, enlaçando-se nestes percursos de modo a responder à nova dinâmica da vida urbana.

Para tanto, ter-se-á de recorrer a uma nova arquitectura de Estações, a outros conceitos de organização espacial, e à adequada tecnologia de espaços públicos de modos de transporte.

## 2. A localização da estação de Sete Rios na cidade e na nova rede de transportes urbanos

A Estação de Sete Rios é, no novo contexto de transportes integrados na Área Metropolitana de Lisboa, o primeiro grande enlace intermodal, já que articula, basicamente com o Metropolitano, secundariamente com a Carris, com as três grandes penetrações ferroviárias suburbanas no interior da Cidade: i) a Linha de Sintra; ii) a Linha de Cintura vinda da Azambuja; iii) o novo troço da Travessia Norte-Sul entre o Fogueteiro e Campolide. Está ainda em condições de receber o tráfego ferroviário de Cascais transbordado em Alcântara, e o proveniente do Oeste, o que lhe confere potencialidades de exploração acrescidas ao cenário já programado.

Segundo o estudo de procura de tráfego, a Estação de Sete Rios receberá em hora de ponta de manhã 8 474 passageiros vindos da margem sul em comboios espaçados de 4,29 minutos (mínimo), embarcando nela com destino ao sul 1 214 passageiros. Embora não dispondo dos dados de tráfego relativos às outras Linhas, tudo leva a indicar uma grande carga de passageiros vindos particularmente de /e para Sintra e Meleças. Todavia, as projecções a considerar só serão fiáveis se tomarem em conta o cenário que está na base deste novo contexto – os enlaces intermodais, nomeadamente, com o Metropolitano. Com efeito, a oferta de um serviço articulado, não só numa Estação ou num local da Cidade mas em vários, introduz uma dinâmica difícil de quantificar antes da rede completada, deixando antever relações até hoje inexistentes, não só quanto aos movimentos dentro da cidade, mas com todo o contexto de medidas dissuasoras do uso de transporte privado, de reformulação da rede viária interna e periférica e, bem assim, do reordenamento urbanístico que com este fenómeno se desencadeia – valorização e desvalorização do solo, reciclagem de zonas ou eixos de ocupação do solo, nova procura e oferta de habitação e emprego, etc..

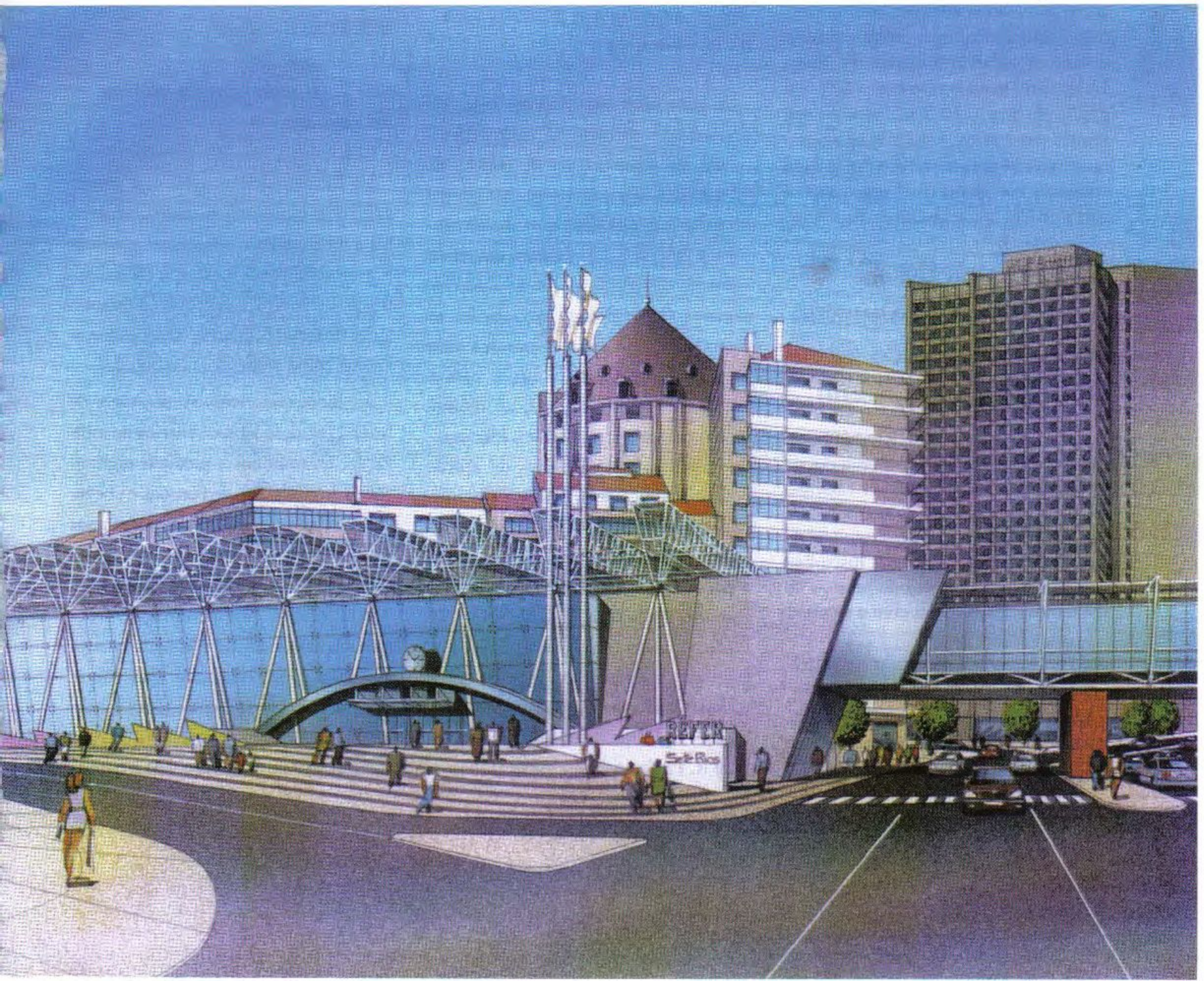


Edifício de Passageiros da Estação de Sete Rio

## 3. A nova estação e o desenho urbano - a dialéctica do gerador e do gerado

A inserção da Estação de Sete Rios no espaço urbano vizinho é muito condicionada – o Edifício de Passageiros está situado entre prédios e as instalações do Metropolitano, entrando em cunha no espaço edificado que termina na R. Professor Lima Bastos. O topo nascente das plataformas, que intercepta a R. Professor Lima Bastos, fica confinado, com estruturas de contenção, entre os limites dos terrenos do Instituto Português de Oncologia e do Metropolitano. Por sua vez, todo o alçado sul do Edifício de Passageiros está empenado entre a R. Professor Lima Bastos, a Av. Columbano Bordalo Pinheiro, e uma frente de prédios perpendiculares a esta avenida, revelando-se claramente apenas a quem progrida na R. de Campolide no sentido sul-norte, isto é no sentido da praça, a partir do último prédio da Av. Columbano Bordalo Pinheiro. Assim, a perspectiva dominante de toda a Estação é dada pelas "paredes" das plataformas e pelos túneis formados pelo viaduto. Quem progrida no sentido norte-sul, deixando para trás a praça, domina o conjunto frontalmente, tanto o Edifício de Passageiros como as plataformas do lado poente, até às estruturas de contenção do encontro do mesmo lado, junto ao Centro de Saúde de Sete Rios. Esta cintura de planos que cerca o conjunto ferroviário, impõe-lhe uma teoria de superfícies – pretendendo-se não afrontar aqueles planos, paredes de prédios habitados, com janelas, marquises e estendais, e confrontá-los com filigranas metálicas, transparentes, diáfanas. Por outro lado faz-se apelo a um vocabulário do ferro perfilado, em que os elementos resistentes se intercalam com superfícies de metal distendido. E é justamente por se tratar de um edifício ferroviário em viaduto que atravessa um horizonte muito próximo e sem regra, que se pretende recuperar a linguagem do ferro, e aligeirar a presença deste novo volume.

A Praça Humberto Delgado, é hoje marcada violentamente pela travessia longitudinal do viaduto do Eixo Rodoviário Norte-Sul, entrando em conta



com a presença desta grande estrutura rodoviária.

Volumetricamente o conjunto da Estação de Sete Rios pretende desmaterializar a imagem de um outro viaduto, e assumir-se como uma construção linear assente em grandes paredes de azulejo de artista (que envolvem os pilares de apoio do tabuleiro ferroviário), embaiando o tráfego, procurando aglutinar a dispersão de elementos construtivos, reduzir e simplificar o vocabulário estético por forma a evidenciar a ligeireza e a transparência de zonas de circulação de passageiros, tanto no Edifício de Passageiros como nas plataformas. Eis, pois um edifício (Edifício de Passageiros e plataformas) que, dum lado, o lado sul, se atravessa cruzando as vias (R. de Campolide, Av. Columbano Bordalo Pinheiro, R. Gentil Martins), surgindo inopinadamente a quem se avizinha vindo do sul, e procurando geometricamente regrar o espaço urbano preparando a entrada na Praça Humberto Delgado. Do outro lado ele define um espaço canal que termina nos limites das edificações do Metropolitano, e que, num eventual futuro, poderá continuar as geometrias apontadas a partir do Centro de Saúde de Sete Rios.

# 4 - O carácter da nova estação enquanto modelo sistémico de equipamento urbano

A nova Estação de Sete Rios pretende pôr em evidência: i) a importância da localização e das relações do caminho de ferro com a Cidade; ii) o tratamento das interfaces com outros modos de transporte; iii) o rigor e a disciplina dados às movimentações de pessoas no seu interior, e nas trocas com o exterior.

## *4.1 – A caracterização do local*

Das condições conhecidas à partida, apenas se podia contar com a interface com o Metropolitano. É, pois, esta ligação que assumimos como dominante em todas as relações com o exterior, já que a aproximação física das instalações daquele modo de transporte e a sua grande capacidade, levarão indubitavelmente ao caminho de ferro um apreciável volume de passageiros com que este hoje não conta. Por outro lado, a actual interface rodoviária está longe, junto ao Jardim Zoológico. Quanto às movimentações à superfície que podemos antever face às actuais características da zona, ressaltam os acessos ao Centro de Saúde de Sete Rios e Bairro das Furnas do lado poente, e do lado nascente e zona do Edifício de Passageiros, os acessos ao IPO e à malha urbana que acompanha a Av. Columbano Bordalo Pinheiro até onde se pode estimar a área de influência da Estação de Sete Rios, ou seja, até ao limite de influência da Estação de Palhavã do Metropolitano.

## *4.2 - As relações funcionais e as circulações*

A geometria do viaduto e a sua implantação altimétrica, para cumprimento das necessidades de criação de grandes áreas de movimentação interna de pessoas dentro das reduzidas dimensões disponíveis, obrigaram a um rebaixamento da soleira do Edifício de Passageiros. Deste facto se tirou partido ao desmembrar os grandes acessos de/e para o exterior, para a rua e para a Estação do Metropolitano, ao mesmo tempo que permitiu dividir e hierarquizar o conjunto das funções de acordo com uma lógica de organização interna. Espacialmente, tal foi conseguido com a criação de um piso intermédio, um mezanino, que tem ligações directas ao exterior (Praça Humberto Delgado e R. Professor Lima Bastos), e articula e distribui os movimentos para os pisos acima (plataformas) e abaixo (Metropolitano, Av. Columbano Bordalo Pinheiro, e R. Professor Lima Bastos).

A densidade de construção prevista, não só para os terrenos que irão ser disponibilizados a curto prazo na área da sociedade Longa Via, situada nos topos das Avs. Columbano Bordalo Pinheiro e José Malhoa, como para os terrenos do Metropolitano, desalojando o actual PMO I, deixa adivinhar a importância a considerar nos acessos à Estação a superfície do lado norte. Por outro lado, a nova dinâmica de articulação intermodal levou à consideração da criação de condições para possíveis interfaces com a Carris no topo poente junto ao Centro de Saúde de Sete Rios, e no topo nascente na inflexão da R. Professor Lima Bastos.

# 5. A arquitectura da estação

## *5.1 – A organização interna do espaço*

No Edifício de Passageiros, a grande exigência imposta à disciplina espacial foi a da circulação de pessoas nos seus trajectos de/e para o exterior (Metropolitano incluído), e entre as diferentes áreas de serviço, tanto de funções ferroviárias como comerciais ou outras.

As projecções teóricas possíveis de fazer a partir de vários cenários de utilização, levaram-nos a procurar minimizar os cruzamentos de partidas e chegadas, embora as diferenças de fluxos possíveis prováveis entre estes sentidos sejam, de facto, desproporcionadas. Assim, mesmo que se verifiquem chegadas simultâneas de comboios vindos de Sintra e do Fogueteiro, elas dão-se em plataformas diferentes, com trajectos diferentes no mezanino. E se a simultaneidade for de chegada e partida

sobre a mesma plataforma, a central, a proporção de pessoas em movimento é muito desigual, tendo o posicionamento dos acessos sido, mesmo assim, distanciado.

Salienta-se aqui a localização das instalações ferroviárias onde, a desejável contiguidade das bilheteiras dos operadores ferroviários não é possível por força da disposição dos pilares do viaduto e do acesso à plataforma central. Por seu turno, importa referir a localização das máquinas de venda automática de bilhetes, relacionada como grandes acessos, e por forma a dispensar o mais possível o recurso às bilheteiras. De realçar ainda o posicionamento da grande loja que fica com a possibilidade de acessos directos do exterior, e, consequentemente, de uma maior independência de funcionamento, embora o horário de funcionamento da Estação seja mais dilatado que o do comércio corrente. Tal não deve ser desejável, pois interessa chamar à Estação uma vida não exclusivamente ferroviária, vida que lhe dá animação e enriquece o seu carácter multifuncional, havendo, no entanto, situações em que a independência poderá ser conveniente.

### *5.2 – A concepção da estrutura e a teoria de materiais de acabamento*

Por desfasamento de tempos de construção do viaduto e do Edifício de Passageiros, a estrutura do mezanino e os respectivos apoios são metálicos. Tal circunstância, associada à imagem que se pretendeu, logo à partid imprimir a todo o edifício (Edifício de Passageiros e plataformas) confere ao conjunto uma unidade formal estética. Assim, a presença do viaduto, enquanto estrutura (tabuleiro e pilares) e enquanto material (o betão), foi confinada no exterior à vista da face inferior das lajes dos tabuleiros, já que todos os pórticos e encontros são revestidos com azulejo de autor. Todavia, as lajes são tratadas de maneira a integrar a linguagem formal da Estação – são pintadas com tinta de alumínio, tal como o são todas as estruturas metálicas do edifício e os passadiços em gradil dos túneis técnicos laterais e central que percorrem o viaduto entre os encontros e o Edifício de Passageiros.

Assim, a imagem dominante, exterior e interior de todo o edifício (Edifício de Passageiros e plataformas) é a do metal brilhante (pintado com tintas de alumínio) tanto na estrutura como nas redes em aço distendido que se alongam nas plataformas e nos passadiços dos túneis técnicos. Exteriormente, o Edifício de Passageiros é evidenciado no conjunto através de grandes pórticos, treliçados transversal e longitudinalmente, os quais suportam as fachadas em vidro e as coberturas das três plataformas. De salientar quanto àquelas fachadas, totalmente vidradas do piso térreo até às plataformas de passageiros, que a sua composição se fez sem qualquer caixilho, sendo o vidro temperado colado e ligado chapa a chapa através de peças metálicas articuladas. As fachadas das plataformas, igualmente metálicas, constituem um conjunto de elementos modulados de peças de suporte das coberturas, todas articuladas por forma a não transmitir grandes esforços verticais à bordadura das lajes das plataformas. Entre elas, dispõem-se painéis em vidro que têm por função constituir barreiras ao vento, garantindo o conforto dos passageiros nas plataformas. Num plano imediato, dispõem-se cortinas de metal distendido que pretendem filtrar as vistas e o sol, proteger o pessoal da manutenção e limpeza, e garantir, no conjunto, uma unidade formal e um valor rítmico.

Os encontros foram tratados como elementos de grande expressão de solidez, como âncoras do edifício (Edifício de Passageiros e platafor-mas). Ambos deixam ver o betão como material expressivo, assim como ambos têm a presença de cantaria bujardada que abraça os tabuleiros ferroviários. O encontro nascente é ladeado de rampas de acesso às plataformas norte e sul, rampas essas que terminam em escadas. Por razões de segurança, pretendeu-se que estes percursos fossem o mais abertos possíveis. Aqui, além do betão aparente e da cantaria, há ainda a considerar zonas de parede em azulejo de autor, e de pisos em resina epoxy policromada. O acesso à plataforma central é, neste encontro, feito directamente a partir da R. Professor Lima Bastos sendo o percurso inteiramente coberto. No encontro poente, os acessos passam-se a partir de uma passagem inferior, com funções mistas urbanas e ferroviárias, acessos esses que garantem as ligações ao caminho de ferro e às duas margens da Estação ou seja, ao Centro de Saúde de Sete Rios, e à malha urbana da R. de Campolide, Av. José Malhoa, e conjunto conhecido por Longa Via.

Fotografia: Nelson Vilar

# Ponte Sobre o Tejo e Viaduto Norte Ampliação e Tabuleiro Ferroviário

*Prof. Eng. António Reis*

*TECNEP - Professor I.S.T.*

*Eng. António Cidade Moura*

*Administrador da TECNEP*

## Introdução

A Ponte sobre o Tejo e seu Viaduto de Acesso Norte foi construída há cerca de 30 anos e foi projectada logo de início para tráfego rodoviário e ferroviário. A ponte foi construída com tabuleiro rodoviário, apenas, tendo sido deixada para 2ª fase do projecto, a instalação do tabuleiro ferroviário. Após três décadas, o Governo decidiu instalar o tabuleiro ferroviário, para composições cerca de 2,5 vezes mais pesadas do que as originalmente consideradas. O projecto original para a instalação ferroviária foi baseado no reforço da ponte suspensa, com um vão central de cerca de 1000m, por intermédio dum conjunto de tirantes ancorados nas torres existentes.

Do lado norte, o Viaduto de Acesso (Viaduto de Alcântara) com cerca de 1km de comprimento, foi também inicialmente previsto para a instalação do tabuleiro ferroviário. Ao contrário da ponte suspensa, o tabuleiro rodoviário já possuía 6 vias de tráfego.

O projecto, consistia em:

- alargar o tabuleiro da ponte suspensa de 4 para 6 vias de tráfego;
- reforçar a estrutura da ponte suspensa, de modo a poder instalar o tabuleiro ferroviário;
- reabilitar a superstrutura do Viaduto de acesso norte, em especial no que se refere ao problema das juntas de dilatação existentes no tabuleiro rodoviário;
- instalar a superstrutura para o tabuleiro ferroviário na mesoestrutura existente do Viaduto de Acesso Norte, reforçando-a se necessário.

O projecto iniciou-se com o desenvolvimento dos designados "Estudos Base para a Instalação Ferroviária na Ponte sobre o Tejo em Lisboa" tendo esses estudos sido adjudicados à GRID – Consultas, Estudos e Projectos de Engenharia, Lda, a qual solicitou à TECNEP a colaboração para os estudos ferroviários nomeadamente de Via e Catenária.

O desenvolvimento desses Estudos

Base, permitiu definir os critérios básicos para o desenvolvimento do projecto. Foi decidido, nessa fase dos estudos, que a singularidade do projecto nomeadamente a inexistência de regulamentos nacionais ou europeus aplicáveis, exigia a definição clara dos critérios a adoptar.

A ponte tinha sido inicialmente projectada para comboios ligeiros, pelo que a aplicação dos esquemas de carga tipo UIC, adoptados na regulamentação portuguesa, causaria um agravamento de custos considerável e possivelmente injustificado tendo em conta o tipo de comboios que se previa circular na ponte. Tratando-se duma ponte suspensa, por conseguinte com grande deformabilidade em relação às cargas verticais no tabuleiro, a deformação excessiva, em particular no que se refere às inclinações provocadas na via sob acção das sobrecargas ferroviárias, acabava por ser uma das condições mais críticas para o reforço.

A capacidade de carga disponível dos pilares, torres e fundações assim como os limites para a deformabilidade da zona suspensa do tabuleiro, eram condições fundamentais para o projecto.

Tendo em conta os "Estudos Base" foi decidido projectar o reforço da ponte para um conjunto de sobrecargas ferroviárias, das quais as mais severas eram as de comboios de mercadorias com 13 800kN, comboios de passageiros para uma carga máxima de 7 232kN para o caso de 4 UTE e comboios de dois pisos ("Double-Decks") de 7400kN.

Decidiu-se ainda, por razões económicas estabelecer os seguintes critérios de projecto:

- os comboios de mercadorias não se podiam cruzar na ponte;
- um máximo de dois comboios de passageiros em simultâneo na ponte suspensa;
- velocidade de projecto de – 60km/h declives máximos permitidos, considerando a inclinação geométrica e a deformação estrutural de 2,5%
- frequência esperada de circulação na ponte correspondente a 250 comboios por dia em cada sentido.

## Componente estrutural

O projecto estrutural foi baseado na metodologia dos estados limites, tendo-se definido nos Estudos Base as condições correspondentes a combinações raras, frequentes e quase permanentes.

Para os estados limites últimos as sobrecargas ferroviárias foram combinadas com as sobrecargas rodoviárias, estabelecidas previamente para o projecto de alargamento do tabuleiro, bem como as outras acções variáveis – ventos e temperaturas em especial. Foi feita também uma análise sísmica completa da estrutura para a situação de tabuleiro rodoviário alargado e tabuleiro ferroviário instalado.

Foram realizados ensaios aerodinâmicos em túnel de vento, tendo-se concluído que a estabilidade aerodinâmica da ponte para novas condições se encontrava perfeitamente assegurada, sendo as velocidades críticas do vento muito semelhantes às correspondentes à configuração inicial.

O dimensionamento das componentes estruturais, no que se refere à sua resistência, foi baseado na norma britânica BS 5400 Part 3 e nas Recomendações da UIC.

O projecto de instalação ferroviário na ponte suspensa, contemplou na sua fase de Estudo Prévio várias soluções, duas com tirantes e duas por introdução

dum segundo cabo principal. Entre estas duas últimas, preferidas por razões estruturais e estéticas, a opção recaiu na solução externamente ancorada. Essa solução exigia, em síntese, o reforço da superstrutura, a instalação dos novos cabos e suas ancoragens, a extensão das torres e a instalação de pendurais adicionais.

No que se refere ao Viaduto de Acesso Norte, a instalação ferroviária exigiu o reforço das travessas entre fustes dos pilares e a montagem por lançamento incremental dum tabuleiro construído por uma estrutura mista aço-betão. Essa solução resultou, dum estudo prévio de quatro soluções mistas aço-betão – duas tipo "bi-viga" (sendo uma atirantada), uma em caixão e uma em treliça.

A componente ambiental, nomeadamente o problema do ruído e os condicionamentos para o transporte e montagens foram determinantes para a escolha da solução que recaiu na solução do tabuleiro misto aço-betão tipo "bi-viga". Todo o tabuleiro possui um passadiço de inspecção ao nível do plano de contraventamento inferior.

## Componente ferroviária

Na lógica da exploração ferroviária a travessia do Tejo faz sentido para um serviço de suburbano de grande intensidade e menos para transportes de passageiros de médio e longo curso ou de mercadorias.

Pese embora esta situação, foi sempre encarado pela REFER, E.P. que a capacidade da infra-estrutura deveria ser potenciada tendo em consideração eventuais utilizações marginais, as quais não penalizando o custo do empreendimento poderiam contribuir para a sua viabilização económica .

Conforme já referido o modelo adoptado para o cálculo estrutural considera o cruzamento de duas composições *Double-Deck* como situação mais exigente e admite a passagem de composições de mercadorias sem cruzamento. O sistema de sinalização implantado, associado à identificação das composições, permite garantir na prática as limitações referidas.

Em cada sentido apenas se admite uma composição, sendo o limite teórico da capacidade da travessia decorrente de um cantão único com aproximadamente 2 000 metros e 60km/h de velocidade comercial.

A solução estrutural da ponte, conduz a variações significativas de comprimento, concentrando 1,70 metros nas juntas de dilatação nas extremidades, sendo este um dos aspectos mais complexos do projecto ferroviário. A proposta Steinman fundamenta-se no principio do carril dividido estando a metade móvel instalada sobre uma estrutura telescópica apoiada e guiada por rolamentos.

O bom funcionamento deste tipo de junta apoia-se na experiência existente no único caso semelhante e para este projecto concreto em ensaios exaustivos que serão levados a cabo em duas fases.

- Ensaios em laboratório da estrutura telescópica para garantir a inexistência de folgas e desalinhamentos provocados pelos esforços transmitidos pelas composições ferroviárias.
- Ensaio de campo a realizar em ramal da C.P. com material circulante real e que visa fundamentalmente testar a relação carril dividido/rodado em condições semelhantes às verificadas na ponte.

Deste último ensaio poderão, retirar-se conclusões sobre eventuais ajustes à forma final do carril dividido para garantir o máximo conforto e segurança da solução final.

Na óptica da segurança da exploração procurou-se assegurar que as hipóteses de descarrilamento fossem reduzidas ao mínimo, pelas cuidadas condições de instalação da via e pela baixa velocidade de circulação.

No entanto e por não ser possível assegurar a impossibilidade de ocorrência do descarrilamento optou a Steinman por instalar um carril de segurança que mantenha o rodado descarrilado dentro do alinhamento da via evitando assim a danificação da estrutura envolvente do comboio.

De referir que mesmo em caso de choque entre comboios, ocorrência de probabilidade praticamente nula devido aos mecanismos automáticos de controlo instalados, admite-se que seja danificada a estrutura embora em caso algum haja a hipótese de pôr em causa a segurança da ponte.

O referido carril de segurança converte-se em contra-carril na zona das juntas de dilatação para guiar os rodados na sua aproximação ao carril dividido.

Nesta transição prevêm-se uns mecanismos equivalentes ao aparelho carrilador que encaminhe, mesmo rodados defeituosos, para a zona de passagem na junta.

Ainda assim em ambos os extremos do percurso do atravessamento serão instalados aparelhos carriladores, a Sul na zona do túnel e a Norte na entrada do viaduto para minimizar as hipóteses de se iniciar a travessia com material descarrilado.

Outro aspecto que importa referir é o cuidado extremo colocado na segurança dos utentes para uma eventual situação de evacuação no tabuleiro. De facto em toda a extensão da ponte e viaduto o comboio circula ladeado por cais de 50cm de altura com guardas que servem de caminho de evacuação para situações de emergência. Estes caminhos estão ligados ao tabuleiro rodoviário por núcleos de escadas normais, distanciadas no máximo de 500 metros, garantindo que o percurso máximo de evacuação não ultrapassa os 250 metros. Para obviar ao efeito psicológico da altura, previram-se grelhas continuas sobre as travessas dando uma leitura de zona totalmente fechada ao conjunto cais e via férrea. Esta solução tem também vantagens para os trabalhos de manutenção.

# Túnel do Pragal

# Breve Apontamento

*Eng. Pedro Manso*

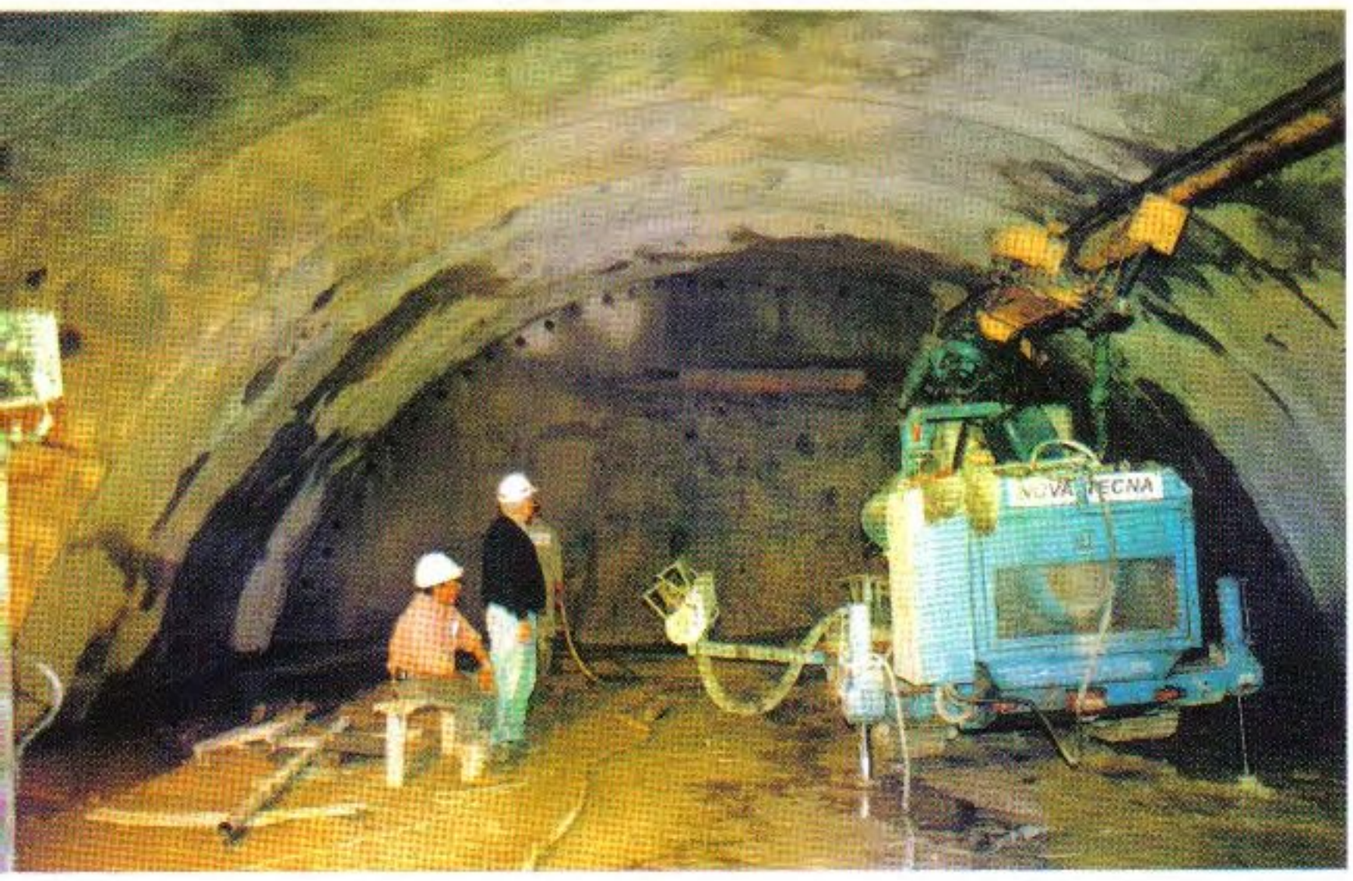
*CONSULGAL -Consultores de Engenharia e Gestão, SA*

Insere-se o Túnel do Pragal no Empreendimento Travessia Norte-Sul/Margem Sul e constitui a ligação ao encontro na margem esquerda da Ponte 25 de Abril para a travessia ferroviária. Sendo o dono-da-obra a REFER-PTNS, projectista Profabril e empreiteiro geral EPOS (Empresa Portuguesa de Obras Subterrâneas) efectua a gestão e coordenação do Empreendimento o Consórcio CGLT (Consulgal, Gibb, Lusotecna, Transmark).

O Túnel com uma extensão de 940m desenvolve-se essencialmente sob a estrada do Pragal e a Praça da Portagem. Dessa extensão cerca de 650m foram construídos a "céu aberto" durante a execução da Ponte em 1966 tendo-se executado os restantes 290m durante o ano transacto e o corrente.

Estes 290m, prolongamento dos 650m já existentes, foram integralmente construídos em túnel considerando-se como metodologia base de escavação o designado NATM (Novo Método Austríaco para a Construção de Túneis).

Por motivos relacionados com prazo

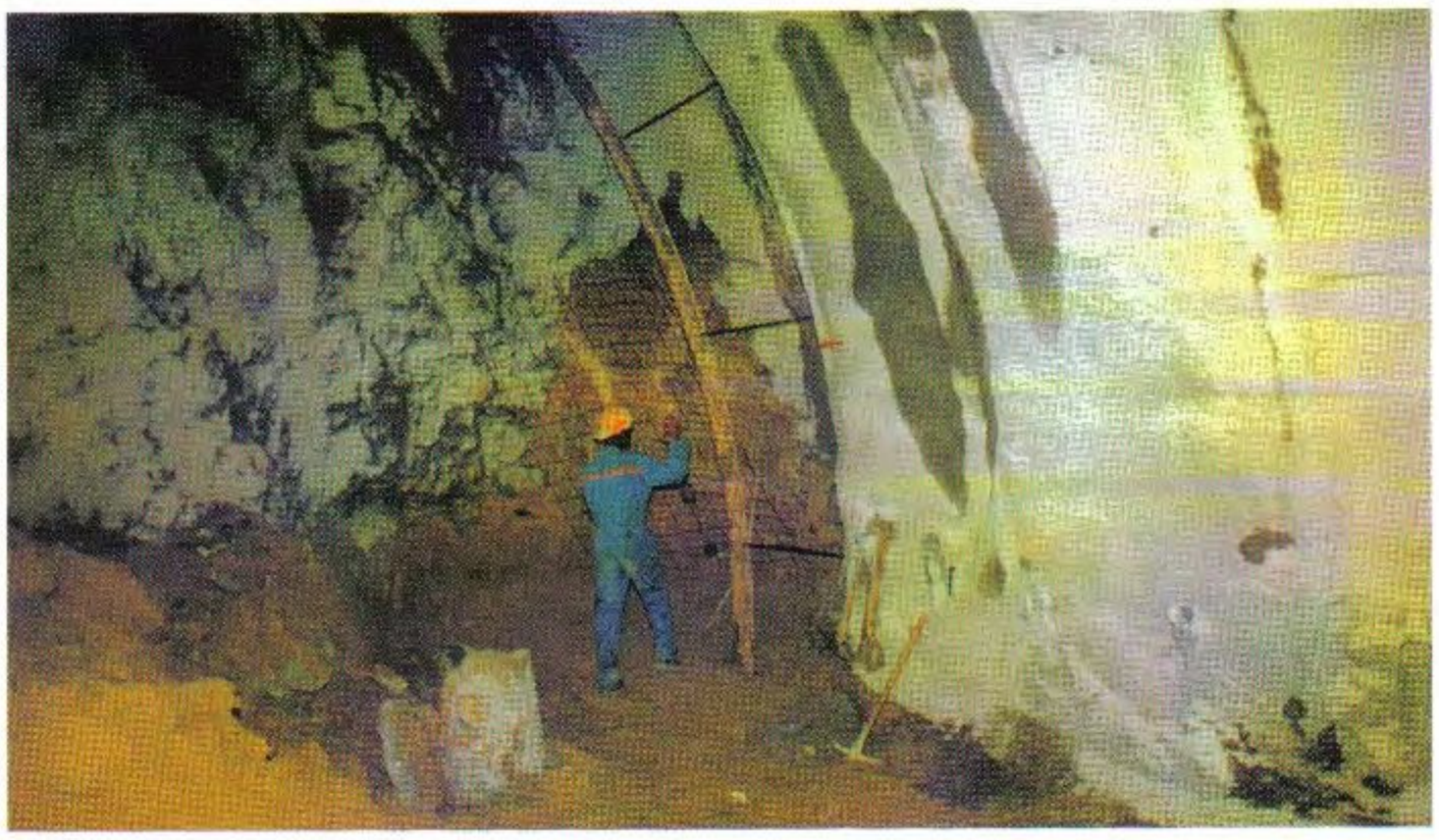


de execução, cerca de 8 meses, foram abertas duas frentes de escavação, a sul com emboquilhamento ao nível da plataforma e a norte através de poço de acesso localizado junto à Praça da Portagem.

O túnel, com um recobrimento variando entre ≅1m na Praça da Portagem e ≅13m na estrada do Pragal apresenta duas secções de escavação da ordem de 108m² e 117m² aproximando-se da forma circular com a altura de ≅10,9m e largura de ≅12m. Dadas as dimensões procedeu-se a uma escavação em duas fases correspondendo a primeira à abóbada com 6m de altura e a segunda fase à escavação total da soleira seguindo-se a betonagem do revestimento definitivo.

Em termos geológicos foi construído no afloramento classificado por Burdigliano Superior do Miocénico (Carta Geológica do Concelho de Lisboa), atravessando-se camadas constituídas por siltes (≅1/3), siltes argilosos (≅1/3), calcários conquíferos (≅1/3) e algumas areias.

| Secção | Deslocamento Total (mm) convergência (-) divergência (+) |
|---|---|
| 0+920 | -2,0 |
| 0+917 | -4,3 |
| 0+900 | -6,2 |
| 0+885 | -2,5 |
| 0+870 | -4,3 |
| 0+850 | -6,9 |
| 0+830 | -11,4 |
| 0+810 | -10,4 |
| 0+790 | +0,3 |
| 0+775 | +0,2 |
| 0+750 | -4,8 |
| 0+730 | -5,4 |
| 0+710 | -2,0 |
| 0+690 | -2,3 |
| 0+673 | +1,7 |



No suporte inicial foi utilizada uma tecnologia recentemente introduzida em Portugal e consistiu na execução de um "guarda chuva" com a inclusão em todo o contorno da abóbada de colunas *jet grouting* e/ou enfilagem metálica sub horizontal, seguindo-se aplicação de betão projectado, malhassol e cambotas metálicas espaçadas 1,5m com fundações também reforçadas com colunas *jet grouting* sub verticais.

O equipamento de desmonte consistiu em máquinas giratórias com martelo demolidor e adaptação de "fresas" para ataque pontual.

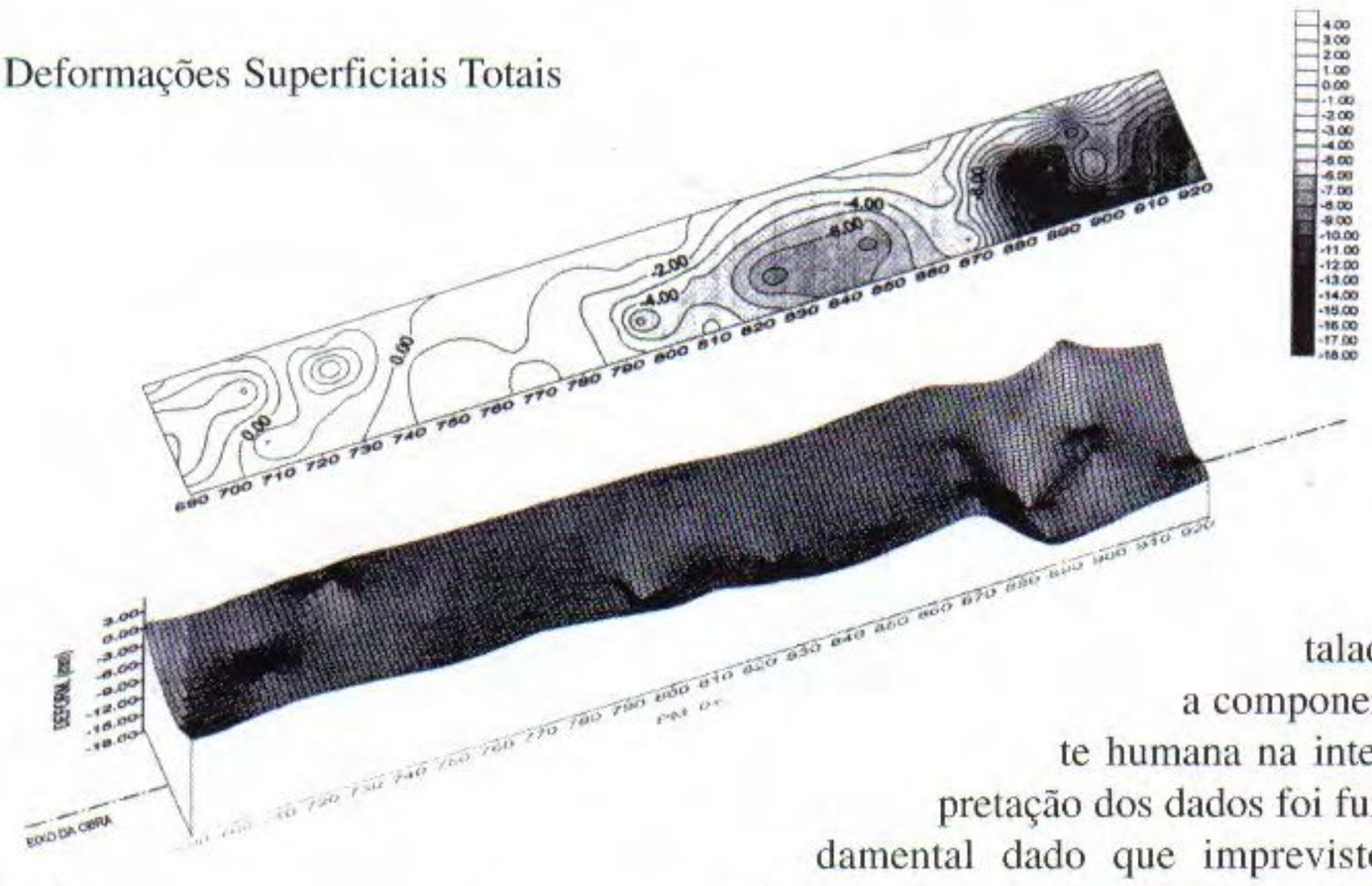
No método adoptado para a escavação (NATM), assumiu-se desde logo a relevância da instrumentação da obra, fundamental em túneis urbanos, com baixo recobrimento e com heterogeneidade do maciço, que foi o caso. Assim, a recolha sistemática e rigorosa de informação permitiu, depois de interpretada, uma confirmação dos pressupostos do estudo inicial bem como a tomada de decisões na evolução do suporte inicial previsto no processo construtivo.

Com a instrumentação instalada, foi possível o controlo das deformações superficiais e internas do maciço bem como a aferição em tempo real, do comportamento do suporte provisório aplicado e a aplicar.

Consistiu a instrumentação na colocação de marcas de superfície de nivelamento em alinhamentos transversais ao túnel espaçadas 20m, extensómetros de barras com dupla profundidade e inclinómetros. No interior do túnel foram instaladas secções de convergência com controlo de nivelamento e espaçamento similar às marcas de superfície.

Para que a informação recolhida fosse credível e dado que o critério de alerta foi de deslocamentos de 1mm/dia foi utilizado um equipamento de leitura especial para nivelamentos com precisão de 0,1mm (NA2/Wild). As leituras de convergências foram realizadas com o equipamento óptico MONMOS/ Mobile 3D que além de tratamento

Deformações Superficiais Totais



informático rápido permite efectuar as leituras necessárias sem interrupção de trabalhos da frente de escavação.

Toda a informação foi tratada em obra com *software* elaborado pela EPOS/Cêgê e interpretada diariamente pelo consórcio CGLT e empreiteiro EPOS. Apesar de toda a tecnologia instalada a componente humana na interpretação dos dados foi fundamental dado que imprevistos relacionados com impactos nas secções, condições atmosféricas e outros interferiram nos resultados. Verificou-se por exemplo que a execução de colunas de jet grouting em zonas de baixo recobrimento implicaram movimentos à superfície e influenciaram as leituras.

Em cada secção de instrumentação no interior do túnel foram instaladas cinco marcas de convergência. Atendendo aos parâmetros teóricos geomecânicos adoptados previa-se na prumada do eixo vertical uma depressão máxima à superfície de 34mm e de convergência no interior do túnel de 57mm. No quadro abaixo apresenta-se para as secções de convergência da abóbada os deslocamentos máximos obtidos.

Nunca se atingiu a rotura e pelos deslocamentos observados poderemos concluir que o suporte inicial apresentava um grau de segurança que se justificava na zona em que o túnel se insere, acesso ao Hospital Garcia de Orta e Praça da Portagem. Com maiores deformações os riscos de ordem social poderiam ser elevados em caso de rotura e com menores teriam implicações no custo final da obra.

Considerando o PK 0+920 na boca sul no gráfico poderemos verificar as deformações obtidas à superfície.

# As Passagens Ferroviárias Subterrâneas. Túneis do Pragal e do Feijó

*Eng. Frederico Melâneo*
*Geóloga, Filomena Filipe*
*Eng. Alves Macedo*

Resumo - O traçado da via férrea a Sul da Ponte 25 Abril interfere com algumas ligações rodoviárias de elevado índice de tráfego, como sejam a AE do Sul, a Praça da Portagem em Almada, as ligações Feijó-Charneca da Caparica e a estrada Almada-Monte da Caparica. A intersecção desnivelada destas vias exigiria a realização de escavações com elevados volumes de terras e com as consequentes perturbações na circulação rodoviária. Optou-se pela construção das passagens em túnel, que pelas condições de implantação e da geologia do local, produziram duas soluções diferentes no modo de execução. O túnel do Pragal, construído segundo o método de escavação em galeria, e o do Feijó, construído a "céu aberto". Descreve-se cada uma destas obras e as suas particularidades construtivas.

*Figura 1 - Travessia ferroviária do Tejo.*

# 1. Introdução

## *1.1 A ligação ferroviária Norte-Sul*

A ligação ferroviária Norte-Sul da região de Lisboa ligando o centro da cidade ao Pinhal Novo, abrange a passagem sobre o Rio Tejo pela Ponte 25 Abril e o atravessamento de diversas zonas da margem Sul do Tejo (Fig.1), exigindo ao longo do seu traçado a construção de várias obras de desnivelamento com a rede rodoviária. Além de vários atravessamentos em viaduto, foram construídos dois túneis.

O primeiro túnel, o do Pragal, construído junto à povoação do mesmo nome e próximo do Hospital Garcia da Horta, prolonga um outro túnel sob a Praça da Portagem que a atravessava na direcção Norte/Sul numa extensão de cerca de 600m, existente desde a construção da Ponte, já na previsão da sua futura utilização ferroviária. A saída Sul deste túnel, à data, encontrava-se tamponada na vertical que passava, aproximadamente, pelo início da rampa de acesso às instalações da JAE em Almada. O retomar do programa ferroviário da ligação Norte/Sul através da Ponte necessitou de efectuar para Sul o seu prolongamento em cerca de 280m, isto é, entre os km 0+657,841 e 0+940 do respectivo traçado ferroviário (Fig. 3).

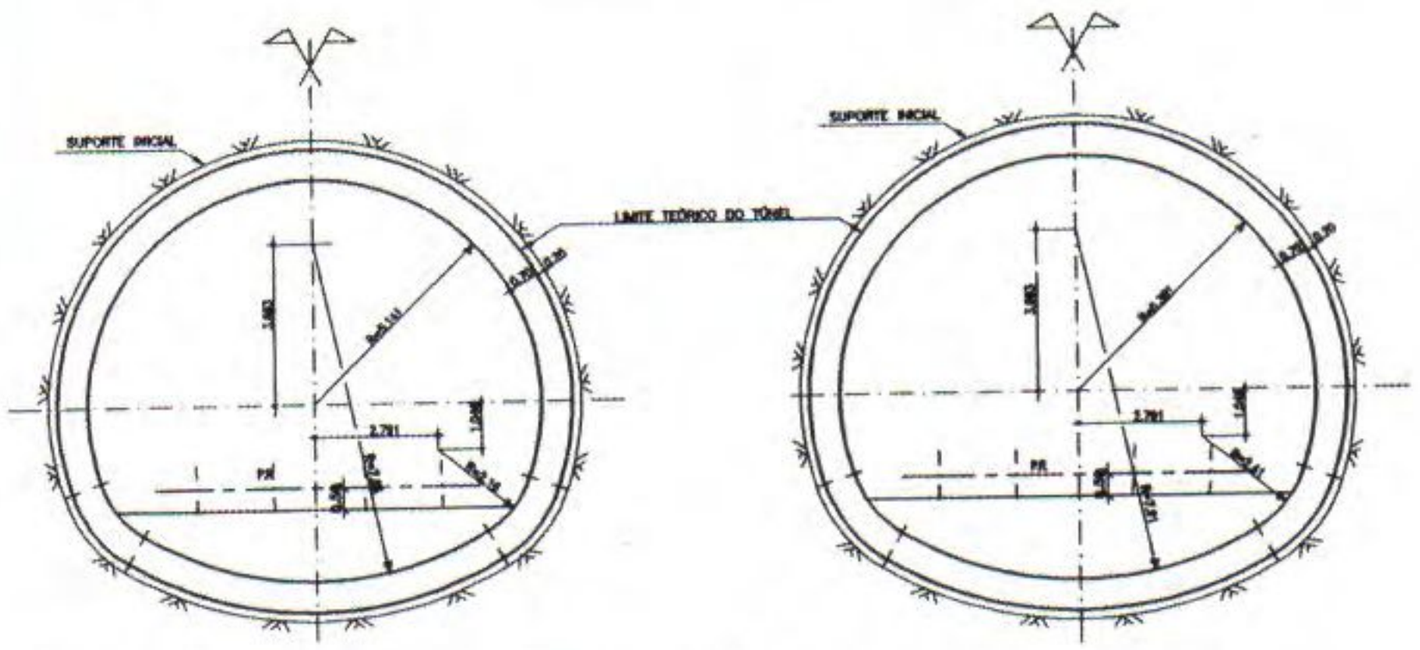



*Figura 2 - Secções transversais tipo dos túneis.*

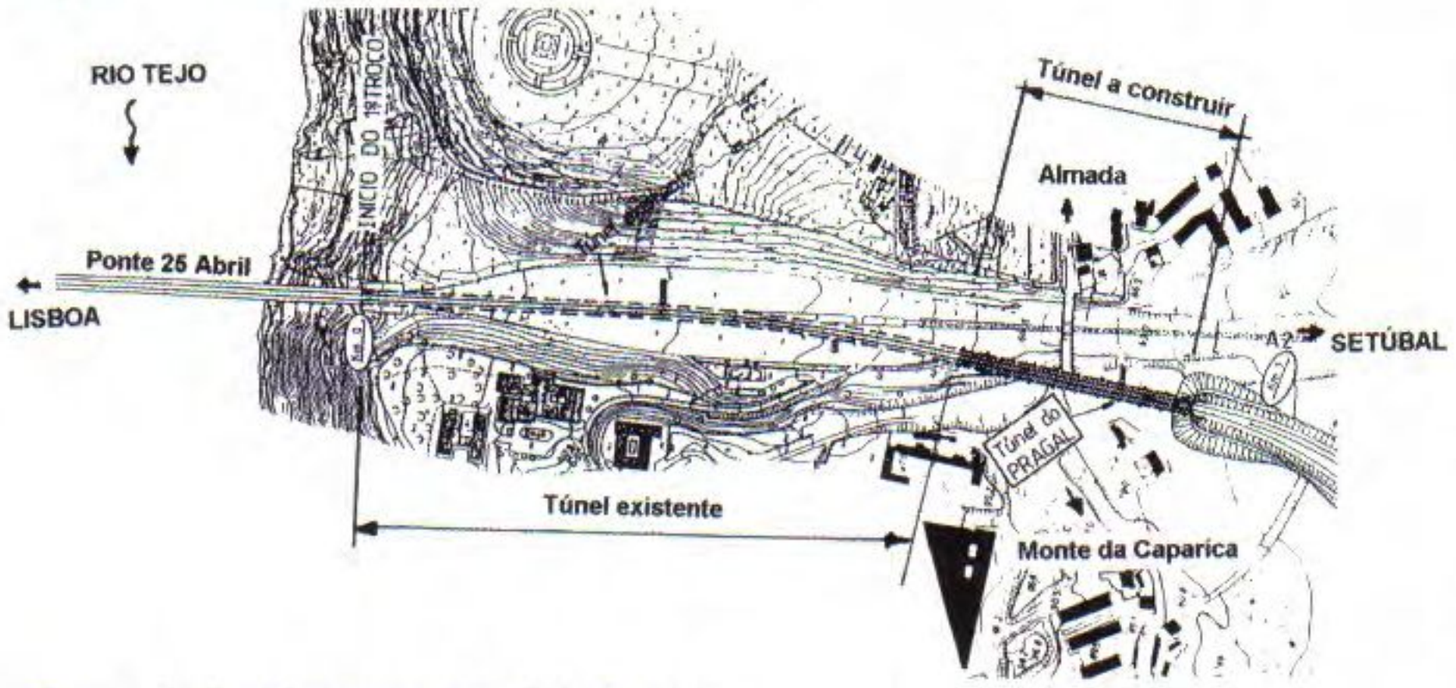



*Figura 3 - Localização do túnel do Pragal.*

O outro túnel, com uma extensão de cerca de 124 m, situa-se entre os km 4+980 e 5+100, na zona da povoação do Feijó, junto ao Bairro Vale Flor de Baixo, envolvendo o atravessamento da Auto-Estrada do Sul-A2 Lisboa/Setúbal e a Estrada Feijó/Charneca da Caparica (Estrada da Algazarra) (Fig.18). Este túnel prolonga uma passagem inferior, construída sob a AE do Sul já para efeitos ferroviários.

## *1.2 Características gerais das secções transversais e traçado*

Por razões de traçado e para inscrever os *gabarits* ferroviários de via dupla, os projectos adoptaram duas secções tipo, diferentes nos valores dos raios dos contornos interiores e iguais a 5,141 e 5,381m. De forma aproximada, a geometria dos túneis é a de um cilindro de directriz aproximadamente circular com diâmetro horizontal com cerca de 11m, e diâmetro vertical (altura) com cerca de 10m (Fig. 2).

O perfil longitudinal do traçado do túnel do Pragal desenvolve-se em rampa com 0,75% de inclinação, e em planta, segundo uma curva com um raio de 1 301,904m (Fig. 3). O túnel do Feijó desenvolve-se em rampa com 2‰ de inclinação, e em planta, segundo uma curva com um raio de 10 000m (Fig.18).

# 2. Túnel do Pragal

## *2.1 Geologia e geotecnia*

O túnel atravessa o afloramento classificado por *Burdigaliano Superior do Miocénico da margem esquerda do corredor do Tejo*, sendo que os terrenos são constituídos por *siltes* e *argilas esverdeadas* descomprimidos nos níveis superiores, e *acinzentados* compactos nos mais inferiores.

As sondagens realizadas no quadro da prospecção revelaram a existência de camadas finas de *calcários gresosos conquíferos*, "*cascões*", que inclinam cerca de 5º a 8º para Sul e a existência de níveis aquíferos de importância reduzida, infiltrados pelos cascões e suspensos nos níveis argilosos, e que se extinguiram com o decorrer das sondagens.

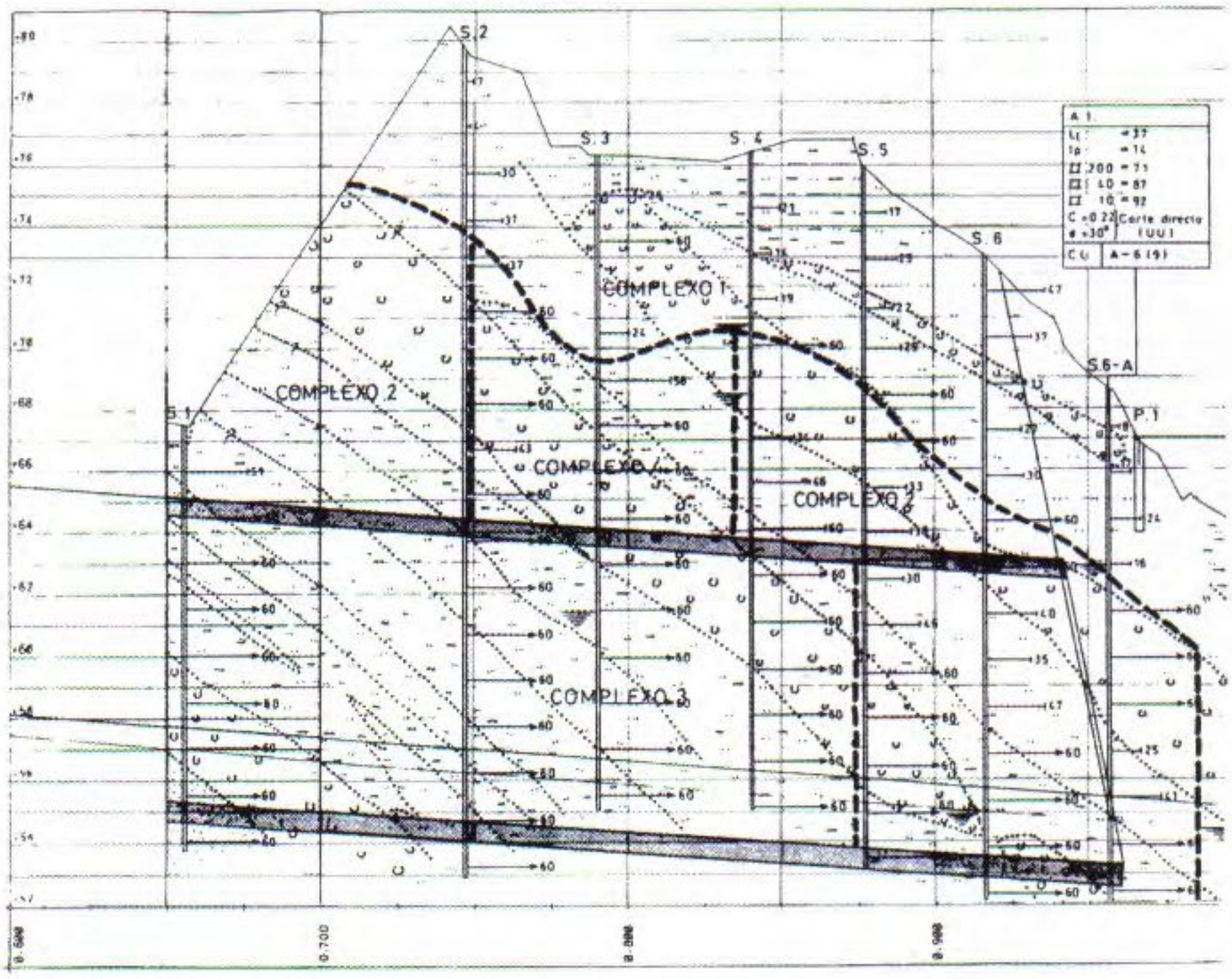



*Figura 4 - Zonamento geotécnico.*

Com base nas características mecânicas obtidas dos ensaios SPT e de placa foi efectuado um zonamento geotécnico para o maciço (Fig. 4) com a sua divisão em Complexos Geotécnicos.

## *2.2. Emboquilhamento Sul*

O emboquilhamento Sul foi realizado num talude frontal com a inclinação de 1:2 (V:H), em terrenos classificados no Complexo 2 (Fig. 5), iniciando-se com o reforço do terreno com a execução na frente de um "guarda-chuva" de enfilagem sub-horizontal imediatamente acima do contorno de escavação da abóbada, constituído pela inclusão de varões de aço ∅32 com 12m de comprimento, afastados de 0,30m e selados (Fig. 6).

Como suportes foram utilizadas as cambotas metálicas, quer instaladas no exterior da superfície do talude (pré-túnel), quer na secção a escavar, e o betão projectado sobre a superfície do talude e no envolvimento e preenchimento de solidarização das cambotas exteriores (Fig. 7). Estas tem por função assegurar a solidarização dos diversos varões da enfilagem metálica, constituindo o seu encabeçamento e apoio longitudinal, e contribuir como acção estabilizadora da frente.

*Figura 5 - Escavações para o emboquilhamento.*

*Figura 6 - Emboquilhamento: instalação das enfilagens Ø32.*

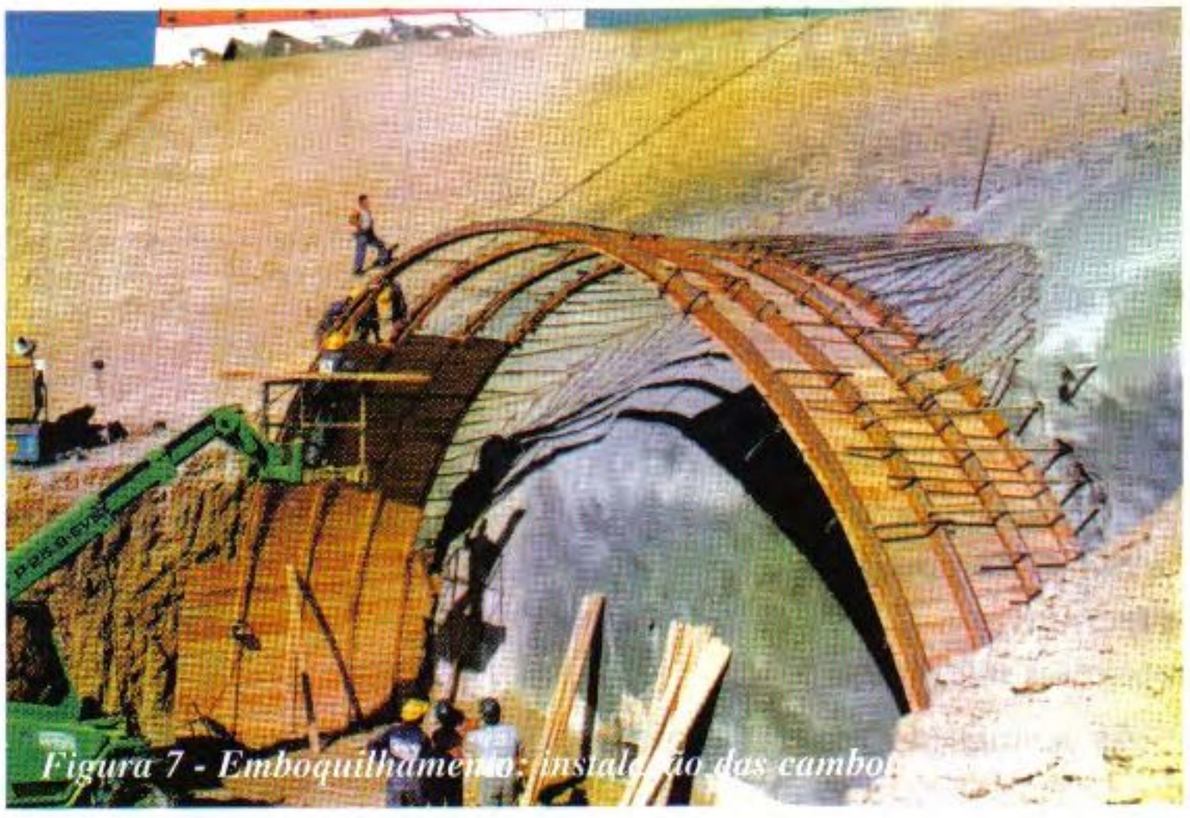


*Figura 7 - Emboquilhamento: instalação das cambo*

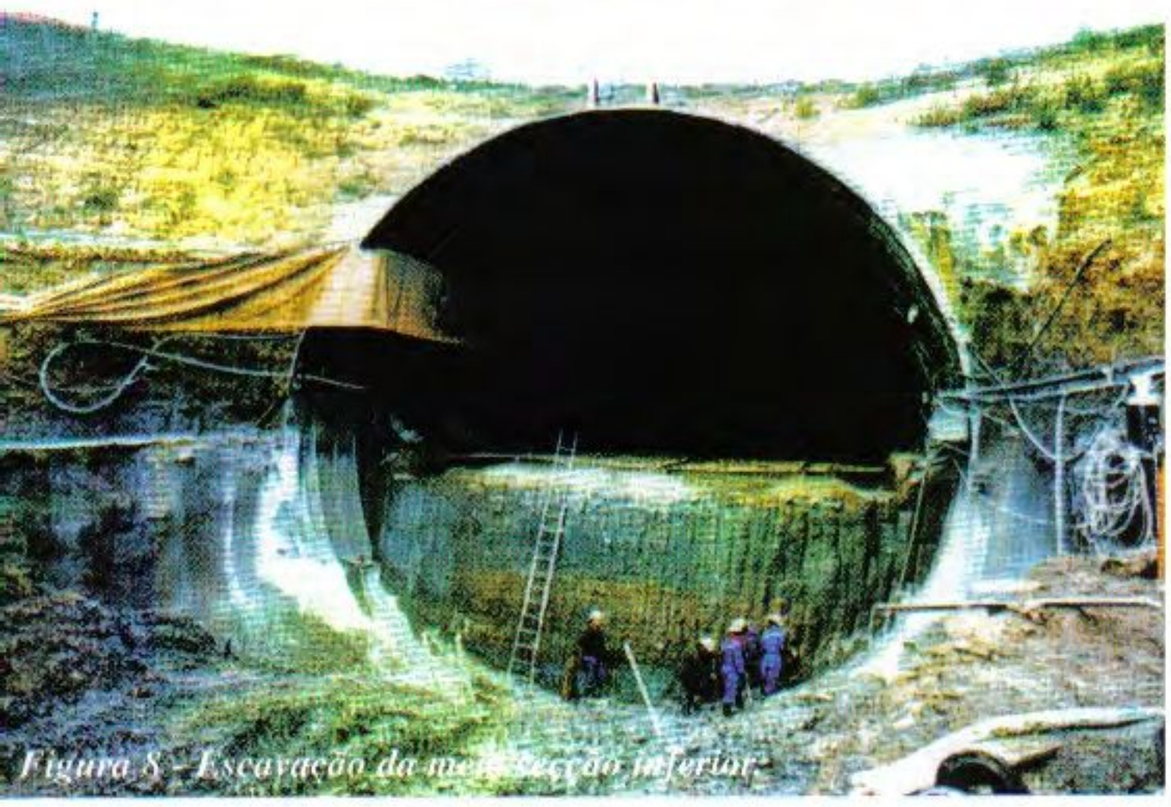


*Figura 8 - Escavação da meia secção inferior.*

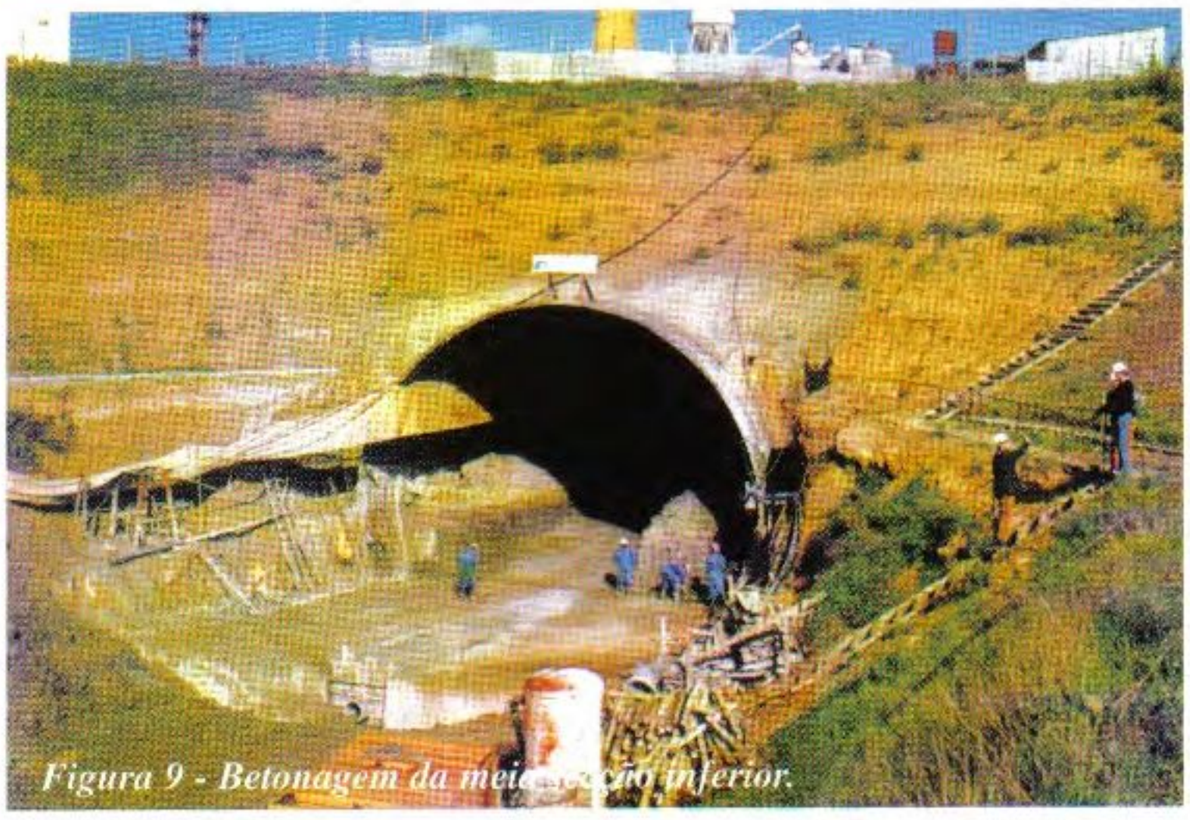


*Figura 9 - Betonagem da meia secção inferior.*

## 2.3 Escavação em túnel

A bibliografia especializada sobre a escavação de túneis em solos com as relações geométricas do presente, com cerca de 12 m de diâmetro D horizontal e recobrimentos H de terreno que variam de 2m a 15m (máximo), com uma relação *Recobrimento/Diâmetro*, H/D ≈ 1 (máximo), refere que se trata de um túnel superficial (valores de referência superiores a 2,5), e que são obras que exigem atenções particulares derivadas da sua grande sensibilidade a deformações e, consequentemente, a perdas de resistência, para os quais são recomendados métodos especiais de escavação e/ou procedimentos de reforço dos terrenos envolventes de forma a melhorar as características mecânicas do meio a escavar.

O estudo da escavação em túnel foi efectuado em duas vertentes de modelação numérica, utilização dos métodos da *Convergência-Confinamento* e o dos *Elementos Finitos*, tendo-se considerado avanços da frente de escavação valores da ordem de 1,5m, e sido previstos como suportes instalados após a escavação, o betão projectado com uma espessura mínima de 20cm, a rede electrossoldada e as cambotas metálicas ligeiras do tipo TH29 com afastamentos de 1,5m (Quadro 1). A análise efectuada permitiu concluir pela necessidade de se efectuar o reforço do terreno em avanço pela instalação na frente e na abóbada de um guarda-chuva de enfila-

*Quadro 1 - Características dos suportes instalados*

| Suporte | Espessura (m) | Secção Ω ($cm^2$) | E ($kN/m^2$) | Ø (m) | L (m) | Sobreposição (m) | Afastamento (m) | $R_{inst}$ (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Betão projectado | 0,20 | - | $10^7$ | - | - | - | - | - |
| Cambotas TH29 | - | 37 | $2,1x10^8$ | - | - | - | 1,50 | - |
| *Jet-grouting* | - | - | $10^6$ | 0,60 | 11,5 | 1,0 | 0,45 | 6,5 |

gem, tendo-se adoptado colunas sub-horizontais de *jet-grouting* (Quadro 1).

A solução construtiva proposta para o reforço do terreno foi então a instalação na frente, e no contorno da abóbada da secção, de colunas com ∅0,60m de *jet-grouting* sub-horizontal de 11,5m de comprimento com sobreposições de 1,0m entre famílias consecutivas. Para reforço das fundações, foi considerada a execução de outro sistema de colunas de *jet-grouting* com ∅0,60m afastadas de 0,75m e comprimentos de 6m, com inclinações de 30º relativamente a vertical (Fig. 10), sendo a sequência construtiva longitudinal representada na Fig. 11.

## 2.4 Poço na Praça da Portagem

Para constituição de segunda frente foi necessário abrir um poço para ataque do emboquilhamento localizado junto aos acessos da JAE na Praça da Portagem em Almada, no local onde terminava o túnel já construído e onde os recobrimentos de terreno sobre a abóbada eram de 2m.

O poço, de secção elíptica, com o eixo maior perpendicular ao eixo longitudinal do túnel, foi realizado em colunas tangentes de *jet-grouting* verti-

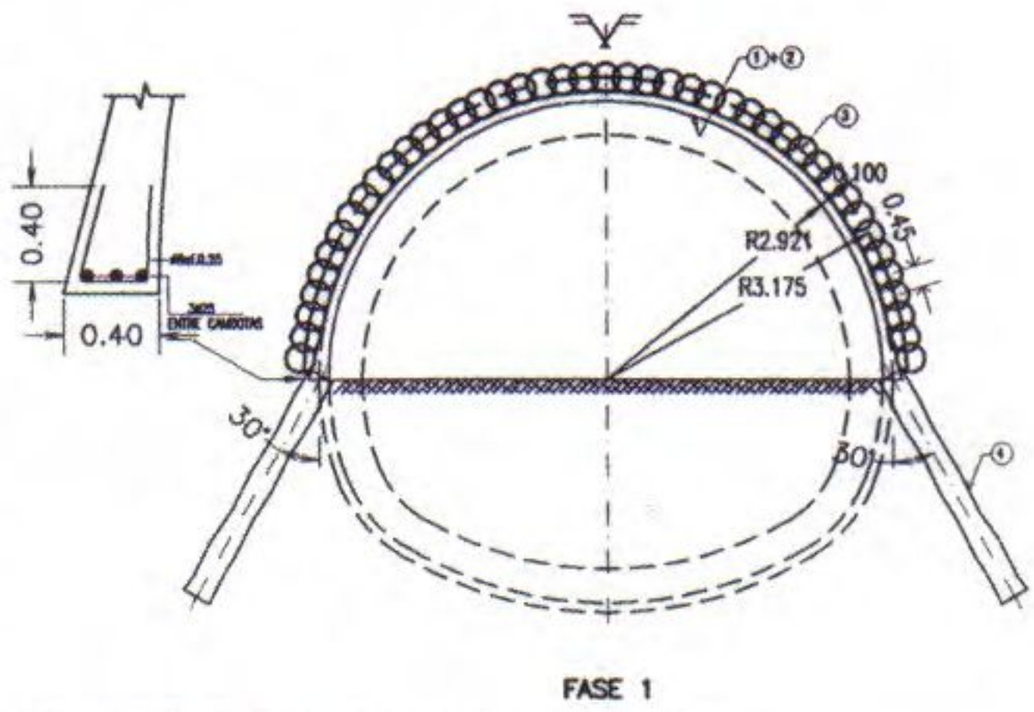



*Figura 10 - Reforço da secção transversal.*

cal encabeçadas por uma viga de betão armado. Foi escavado, numa primeira fase, até à profundidade equivalente à cota do diâmetro horizontal da secção, do túnel e numa segunda fase, até à cota inferior da soleira (destroça da secção). Para a sua construção foi necessário efectuarem-se algumas escavações nos taludes da AE do Sul junto à Praça da Portagem, destinadas à abertura de acessos à plataforma do poço.

## 2.5 Instrumentação e observação

Os túneis são obras para as quais a observação do comportamento é determinante para a sua segurança, pelo que foi elaborado um plano de instrumentação que pretendeu controlar as deformações superficiais e internas do maciço bem como o suporte inicial instalado, contemplando também a cartografia geológico-geotécnica das superfícies escavadas, tendo-se utilizado em superfície marcas de referência topográfica, extensómetros de barra e inclinómetros, bem como a medição das convergências no túnel e, ainda, o nivelamento das respectivas bases de medição.

Foram instrumentadas 14 secções tendo-se efectuado leituras diárias, semanais e quinzenais, segundo um programa que teve em consideração a distância a que a secção se encontrava da frente de trabalho e/ou da tendência que as medições apresentavam ou não para a estabilização.

No decorrer dos trabalhos de escavação e até à betonagem do revestimento definitivo, foram produzidos relatórios semanais e mensais com as informações e medições dos assentamentos de superfície, medidas de convergências e nivelamentos das respectivas marcas (Fig. 13 e 14), medidas extensométricas, gráficos dos inclinómetros e cartografia da frente.

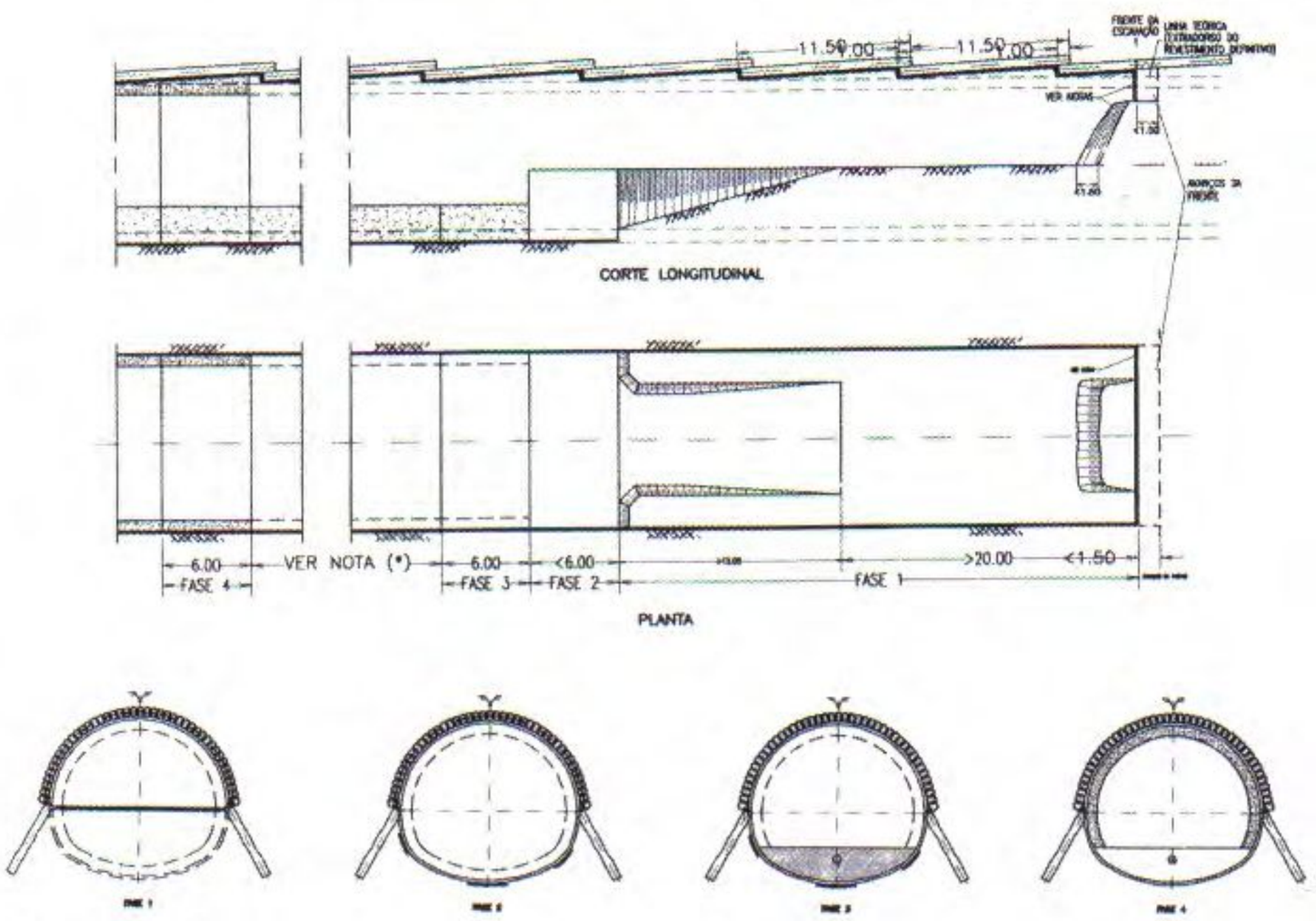



*Figura 11 - Faseamento construtivo longitudinal.*

## 2.6 Construção

A obra foi realizada em duas empreitadas, sendo que na primeira foram realizados o emboquilhamento Sul e escavados cerca de 30m da meia secção superior; na segunda, foi retomada a escavação a partir da boca Sul, aberto o poço de ataque junto à Praça da Portagem para a constituição da segunda frente, sendo que a escavação foi conduzida a partir das duas frentes em simultâneo, e a betonagem do revesti-

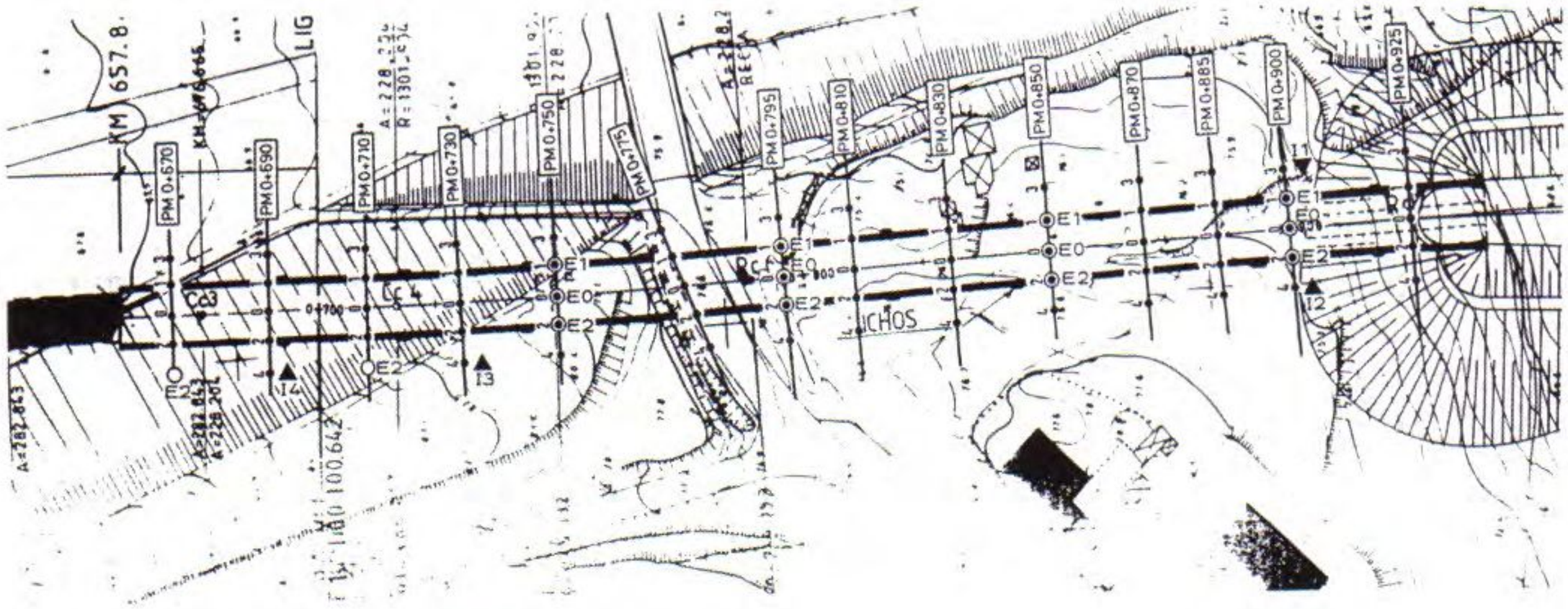



*Figura 12 - Planta com as secções instrumentadas.*

mento definitivo executada de forma contínua a partir da boca Sul.

No decorrer da segunda empreitada foram ainda realizados trabalhos nos primeiros metros já escavados do túnel, como forma de adaptar a secção à metodologia de trabalho proposta pelo empreiteiro adjudicatário. Estes trabalhos constaram da demolição parcial das fundações dos hasteais, e instalação de tubos de PVC para posterior execução as colunas sub-verticais de *jet-grouting* no recalce do arco de betão projectado do suporte inicial já instalado (Fig. 15).

Préviamente e para aferição dos parâmetros de projecto e da metodologia executiva, foram efectuadas na frente de escavação colunas de *jet-grouting* de ensaio.

Toda a escavação foi efectuada sob a protecção do guarda-chuva de enfilagem de colunas de *jet-grouting*, tendo-se este realizado em sequências de 11,5m, a escavação da meia secção superior em avanços de 1,5m, e a destroça em troços de 6m. No desmonte da secção foram utilizadas duas máquinas ligeiras de ataque pontual (fresas 35kW de potência) montadas nos braços das giratórias (Fig. 16).

A destroça foi iniciada nos primeiros dias do mês de Novembro de 1997 a partir da boca Sul com a escavação do emboquilhamento em troços de 6m, seguindo-se a betonagem da soleira também em troços de 6m.

A betonagem do revestimento definitivo foi iniciada em Janeiro de 98 e a sua conclusão no início de Março de 1998.

# 3. Túnel do Feijó

## *3.1 Condicionantes*

O projecto efectuado para a travessia das vias rodoviárias existentes, considerava que por razões de tráfego local não eram admissíveis paralisações da circulação rodoviária entre o Feijó e a Charneca da Caparica durante toda a fase de construção, propondo uma solução de túnel com escavação subterrânea. É de referir que a plataforma da estrada foi construída sobre materiais de aterro com uma espessura de cerca de 4m, sendo que os recobrimentos de maciço "*in situ*" sobre a abóbada do túnel seriam da ordem de 5m.

A existência, também, da passagem

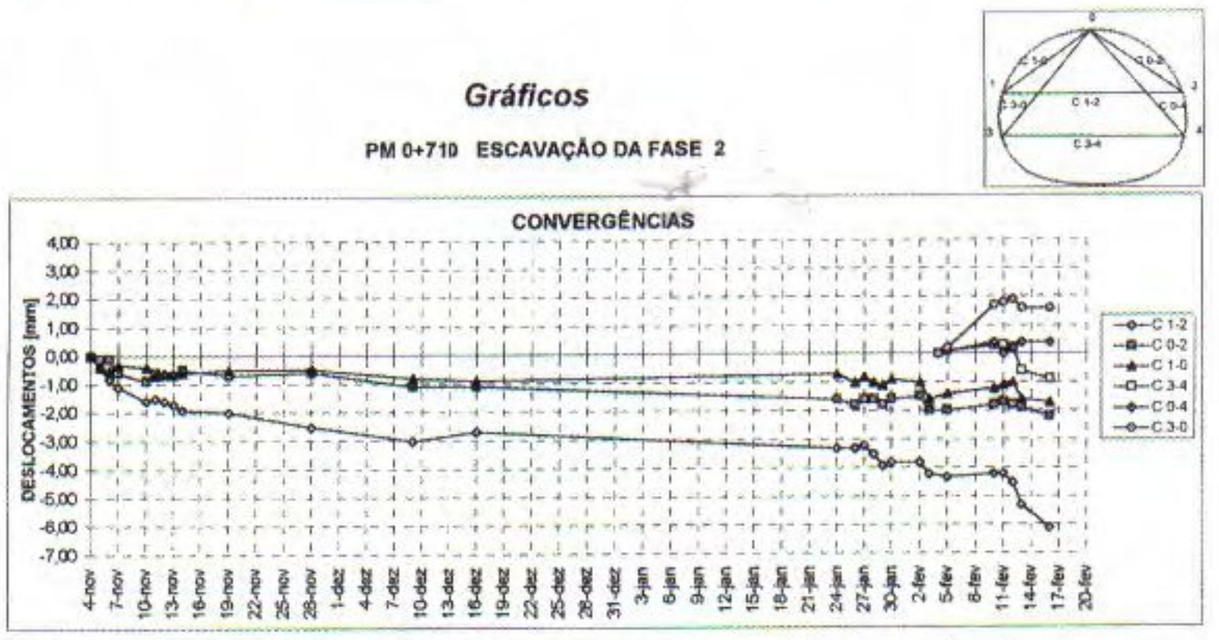



*Figura 13- Secção ao PM 0+710. Convergências e nivelamentos das bases.*

*Figura 14- Secção ao PM 0+710. Convergências e nivelamentos das bases.*

inferior à AE do Sul (Fig. 19) impunha o alinhamento a considerar no estudo, condicionando o traçado da via.

### *3.3 Geologia e geotecnia*

O traçado do túnel atravessa a formação areno-siltosa do Pliocénico, característica da Península de Setúbal, sendo os terrenos constituídos por areias siltosas de elevada compacidade em profundidade e que vai diminuindo para a superfície.

O zonamento geotécnico efectuado (Fig.20) subdividiu o maciço em dois complexos, C1 compreendendo a zona superficial descomprimida, e C2, o maciço areno-siltoso, com as características indicadas no Quadro 2.

### *3.4 Escavação do túnel*

À partida, a hipótese da construção suberrânea do túnel apresentava algumas preocupações derivadas da superficialidade da obra, traduzida no fraco valor do recobrimento de maciço *in situ* sobre a abóbada (H ≈ 5,0m), aliado ao valor relativo do seu diâmetro horizontal (D ≈ 12m), com a relação *Recobrimento/Diâmetro* (H/D) ≈ 0,5, bastante abaixo de valores de referência da ordem 2,5. Também, a análise das características geológico-geotécnicas dos materiais a atravessar indiciava o recurso a métodos especiais de construção com reforço em avanço dos terrenos a atravessar, e para o faseamento da escavação da secção transversal com a sua divisão em secções parciais.

Os factores derivados das dificuldades técnicas de execução e dos custos, aliados aos prazos curtos que se dispunha para a conclusão da obra, permitiram que se apresentasse como alternativa viável a solução construtiva de "céu aberto".

### *3.5. Construção a "céu-aberto"*

A construção a "céu aberto" apresenta vantagens de não recorrer a tecnologias de construção pouco usuais em obras de superfície, embora exija trabalhos de vulto com movimentos de terras, escavações com taludes provisórios de inclinações acentuadas e, eventualmente, a obras provisórias de contenção de terrenos, de reforço de estruturas ou fundações, manutenção de circulação nas vias rodoviárias e desvio das redes de serviços afectados pelas escavações.

Dado que não existiam condicionalismos técnicos particulares, a não ser a reduzida área expropriada afecta ao traçado, foi efectuada a abertura de uma vala de grandes dimensões com 16m de altura máxima, taludes com inclinações da ordem de 1/1 (V/H) nas camadas superficiais, e abaixo da cota 51,0, taludes com a inclinação de 2/1 (V/H)

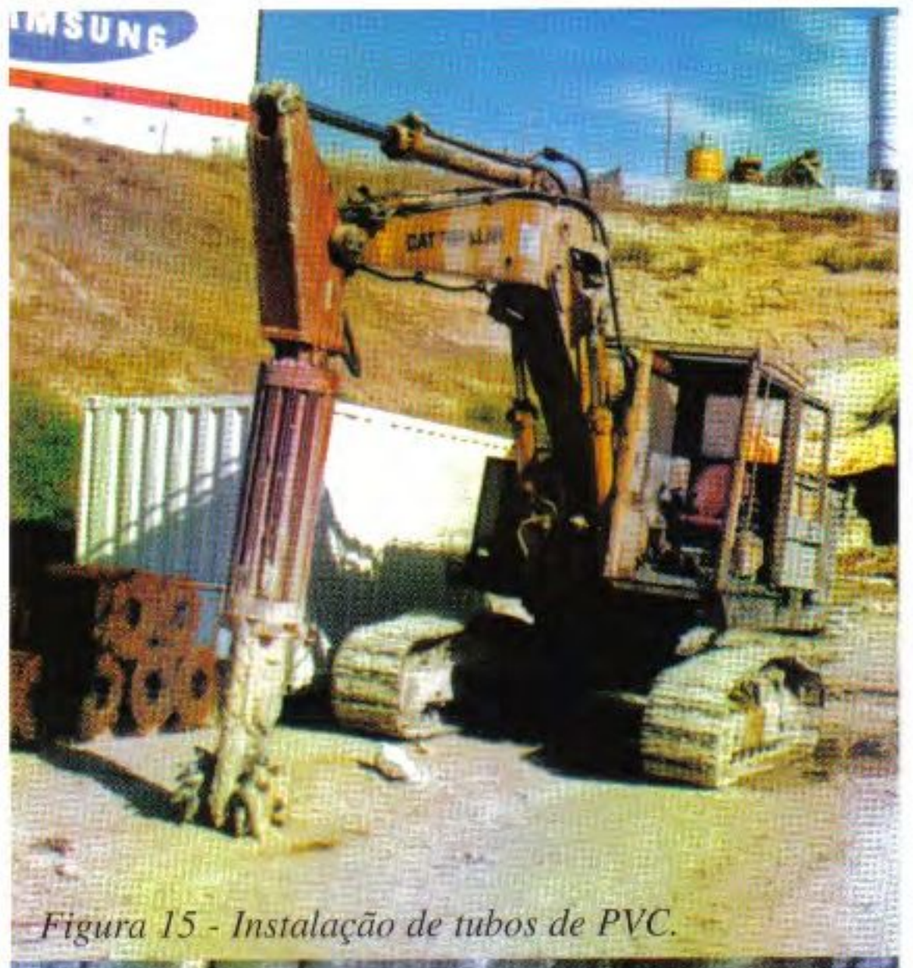



*Figura 15 - Instalação de tubos de PVC.*

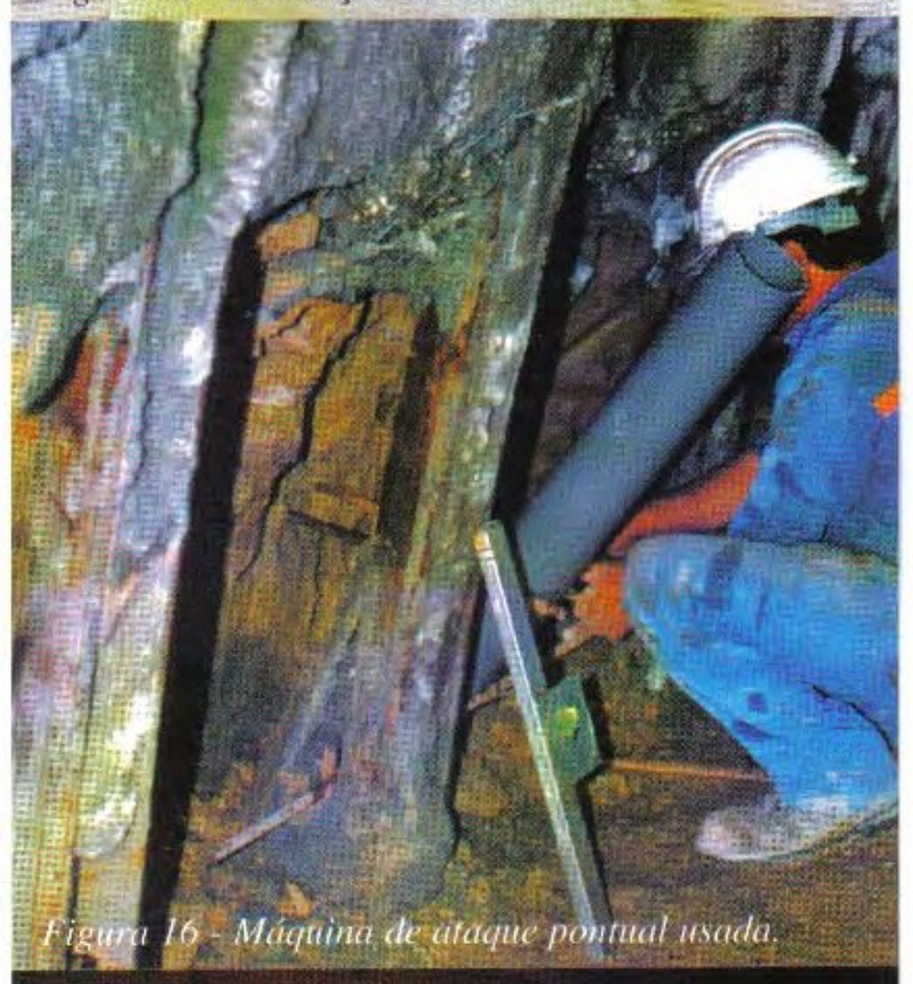


*Figura 16 - Máquina de ataque pontual usada.*

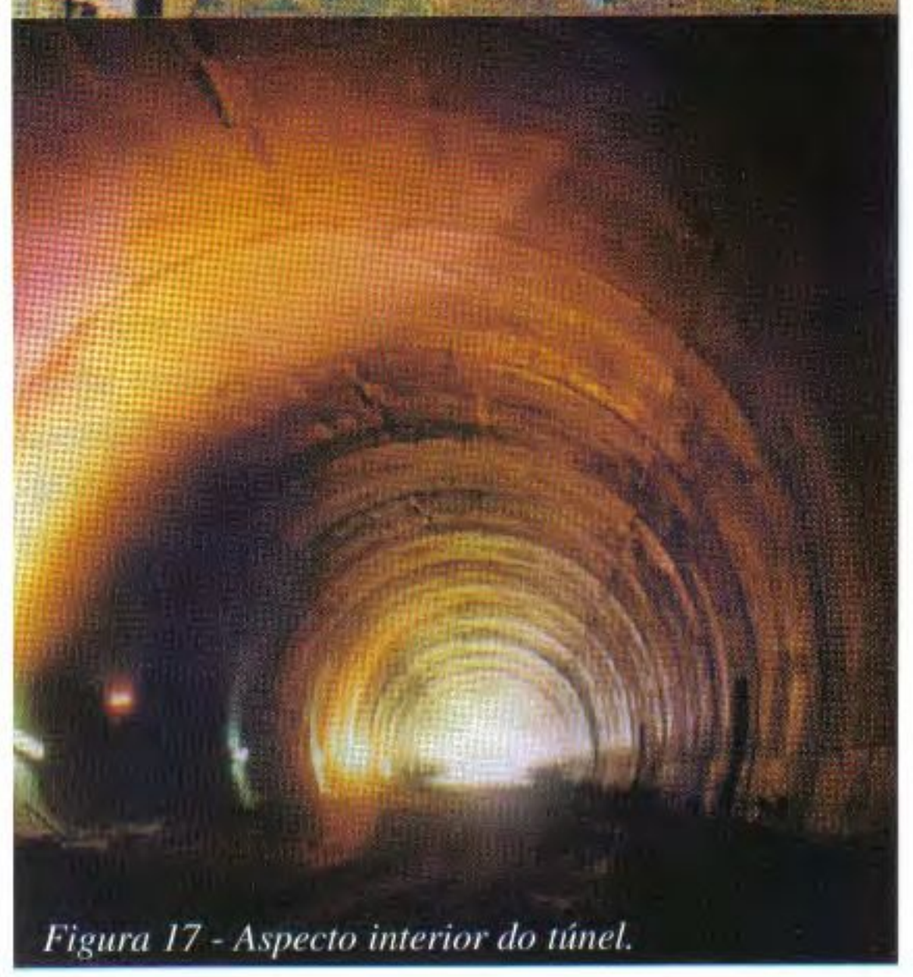


*Figura 17 - Aspecto interior do túnel.*

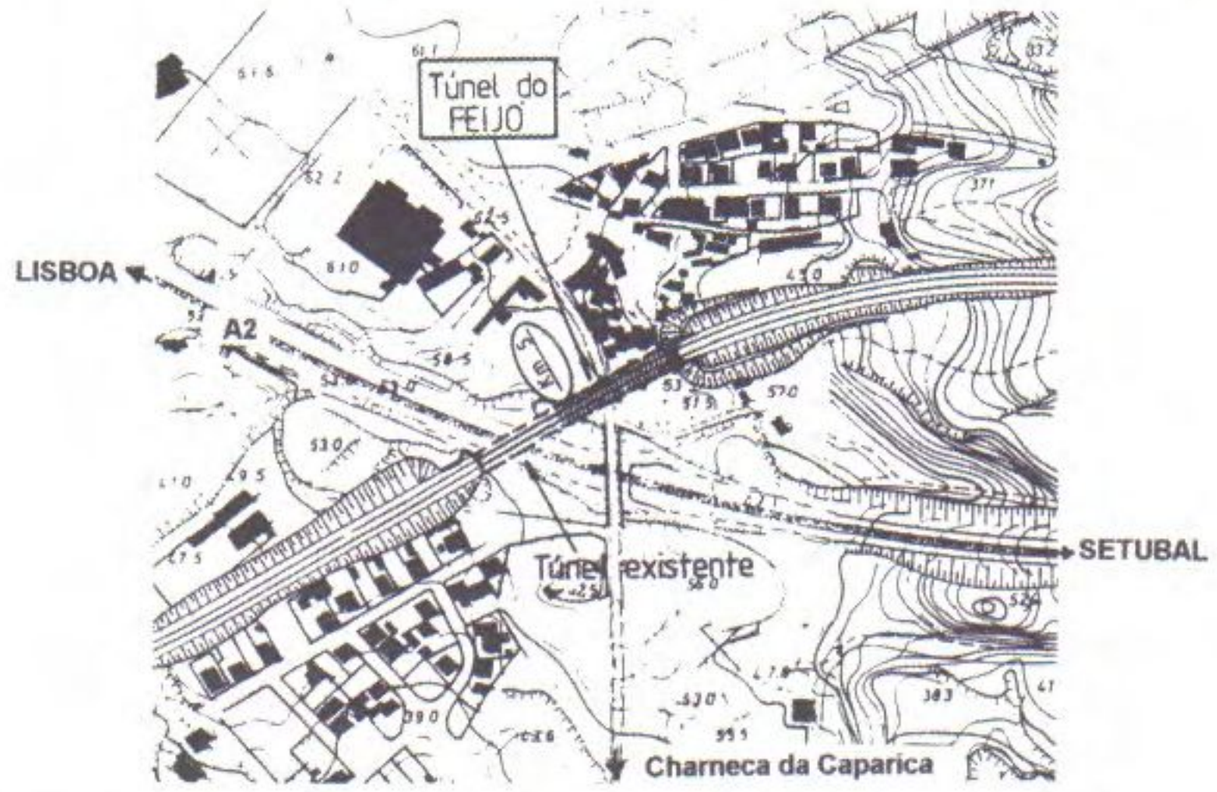



*Figura 18 - Localização do túnel do Feijó.*

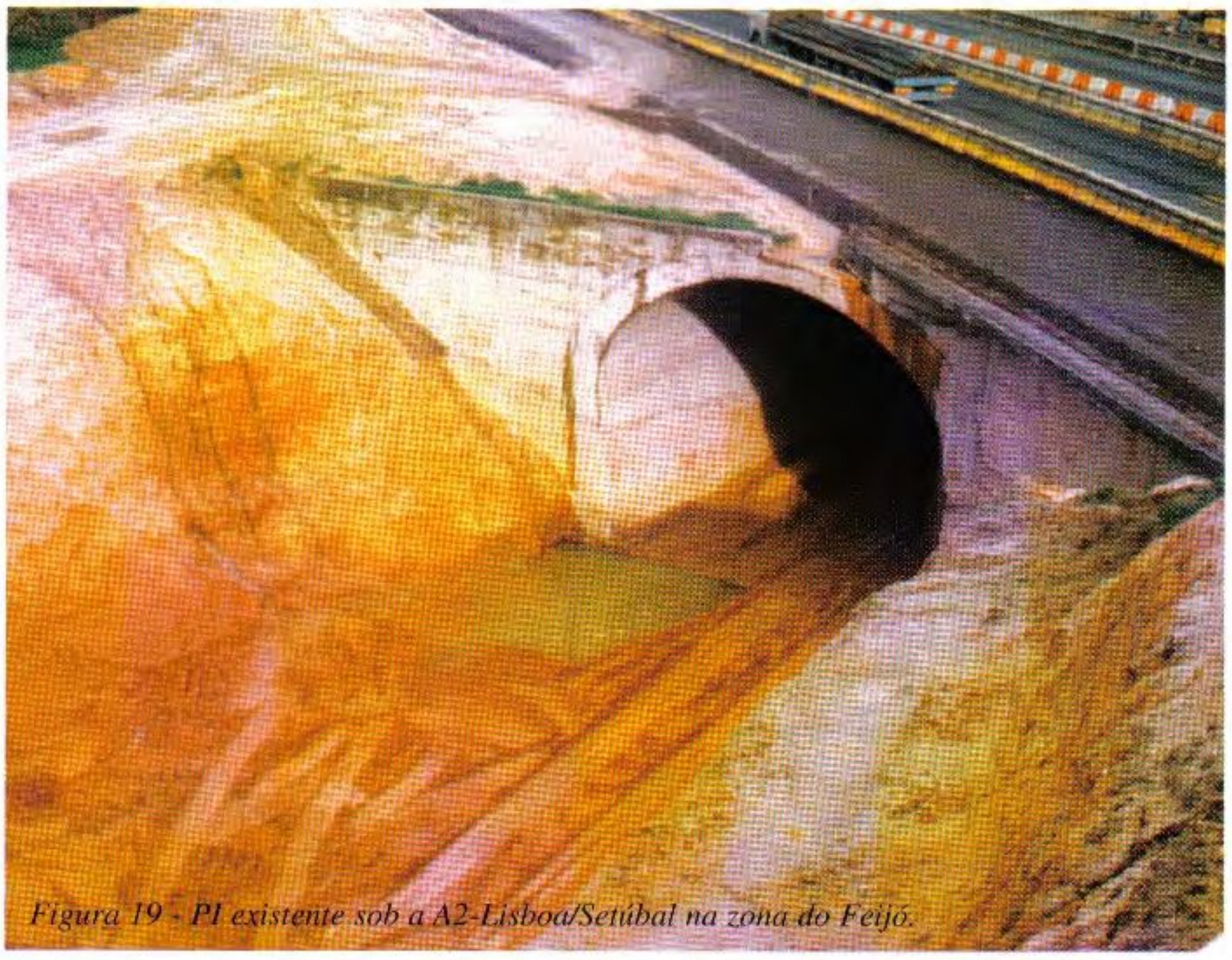


*Figura 19 - PI existente sob a A2-Lisboa/Setúbal na zona do Feijó.*

*Quadro 2 - Zonamento. Parâmetros geotécnicos.*

| Complexo | γ (kN/m³) | Ø (º) | c (kPa) | $E_h$ (MPa) | $E_v$ (MPa) | ν | $K_0$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **C1** | 19 | 30 | 0 | 50,0 | 50,0 | 0,33 | 0,50 |
| **C2** | 20 | 35 | 0 | 75,0 | 150,0 | 0,33 | 0,50 |

(Fig.21); seguindo-se a construção provisória e faseada dum passadiço metálico para a Estrada da Algazarra, a escavação sob a estrada e a construção da secção do túnel.

O passadiço passou pela construção dum encontro tipo *cofre*, realizado de "cima para baixo", com a execução dum conjunto de estacas Ø0,60 m num contorno de limites paralelos e transversais à estrada no local da travessia . Estas foram encabeçadas por uma viga de estribo em betão armado para apoio da estrutura da passagem, materializada pela instalação a par de perfilado metálico da série IPE 550, solidarizado superiormente por uma chapa metálica (Fig.22).

A viga de estribo foi construída em duas fases, correspondentes a meia largura da estrada, seguindo-se a instalação do perfilado metálico após prévia escavação da faixa de rodagem. Depois do perfilado solidarizado e reguarizada a plataforma, a circulação na estrada foi reposta nessa meia via, efectuando-se, de seguida e da mesma maneira, a construção da fracção restante da plataforma rodoviária. Foi efectuada a escavação lateral dos encontros e sob o passadiço, procedendo-se à estabilização das paredes do encontro constituídas pelas estacas, com a execução de contraventamentos triangulados em colunas BB20 entre encontros, ou com a instalação provisória de ancoragens pré-esforçadas e tirantes de aço de alta resistência.

A escavação lateral foi realizada de forma faseada e em patamares com a aplicação de betão projectado e rede electrossoldada sobre as superfíces verticais da escavação e entre estacas.

### *3.6 Impermeabilização e drenagem*

Prevendo a protecção e durabilidade da estrutura do túnel em betão armado, este foi impermeabilizado superficialmente por aplicação no seu extradorso dum sistema de impermabilização constituído por um geotextil de

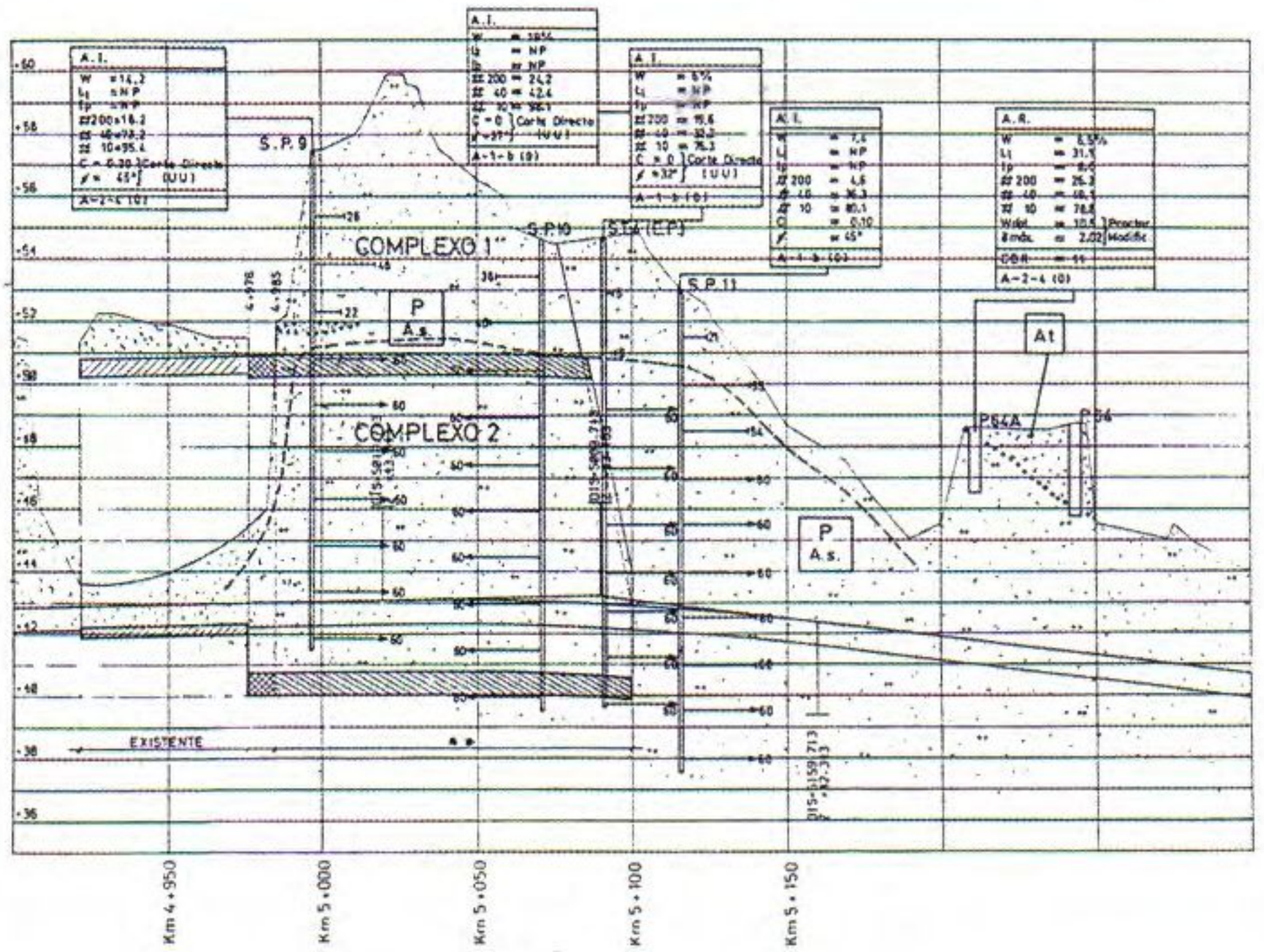



*Figura 20 - Zonamento geotécnico do maciço.*

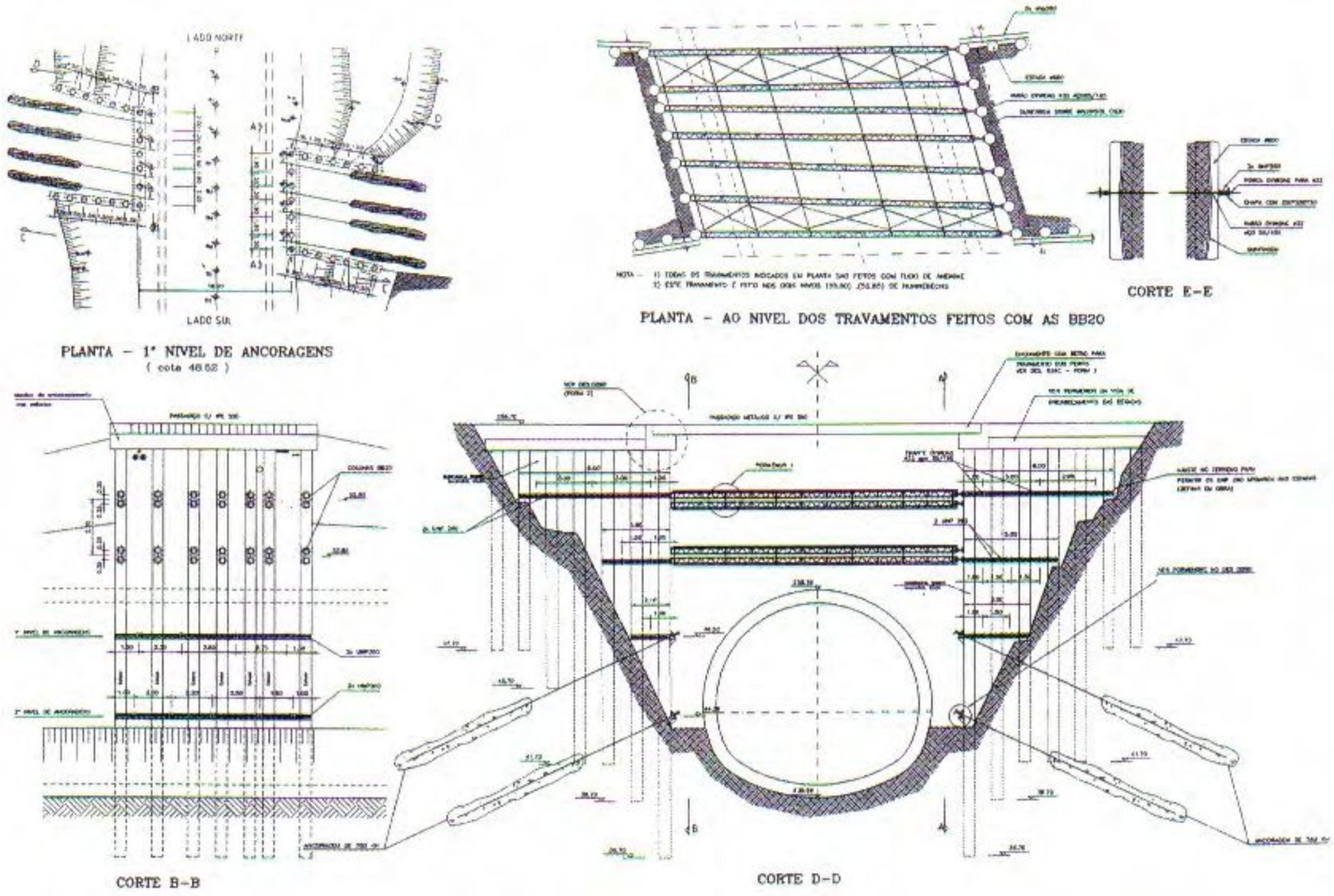



*Figura 22 - Esquemas da contenção e suspensão da estrada Feijó/Charneca da Caparica.*

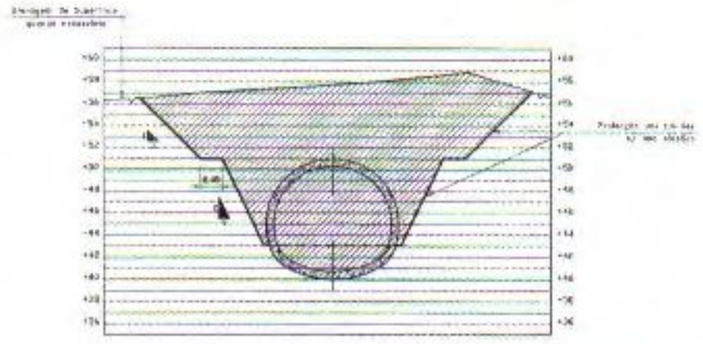


*Fig.21 - Perfil transversal tipo da escavação.*

150g/m², seguindo-se a instalação de uma lâmina impermeabilizante com 1,5mm de espessura de polietileno de alta densidade, e a aplicação de outra manta de geotextil de 500g/m² em protecção mecânica da membrana.

Este sistema foi completado pela instalação de colectores longitudinais em tubo ∅100 de PVC, instalados na base dos hasteais, cuja função é recolher as águas afluentes ao extradorso do túnel e retidas no sistema de impermeabilização, conduzindo-as ao exterior da estrutura.

# Bibliografia


PRET, Profabril Engenharia de Transportes, SA, (1995), Troço E - Pragal/ Fogueteiro, Lote E016, Túnel do Pragal, Projecto de Concurso, GNFL/UIP;

CÊGÊ, Geologia e Geotecnia, (1997), Túnel do Pragal, Plano de Instrumentação;

CÊGÊ, Geologia e Geotecnia, (1996), Túnel do Pragal, Emboquilhamento, Projecto de Execução;

CÊGÊ, Geologia e Geotecnia, (1997), Túnel do Pragal, Faseamento Construtivo, Projecto de Execução;

CÊGÊ, Geologia e Geotecnia, Túnel do Pragal, Instrumentação, Relatórios Men-sais;

PROFABRIL, Centro de Projectos, SA, (1993), Troço E-Pragal/ Fogueteiro, Lote E012-Túnel do Feijó, Projecto de Execução, GNFL/UIP;

GNFL/UIP, Eixo Ferroviário Norte-Sul, Resumo não técnico do empreendimento;

ENGIL, (1996), Atravessamento da Estrada da Algazarra, GNFL.

*Figura 23 - Aspecto geral da obra.*

# Estação, Auto-Silo e Interface do Pragal

*Arq. João da Motta Guedes*

*PROFABRIL Centro de Projectos, SA*

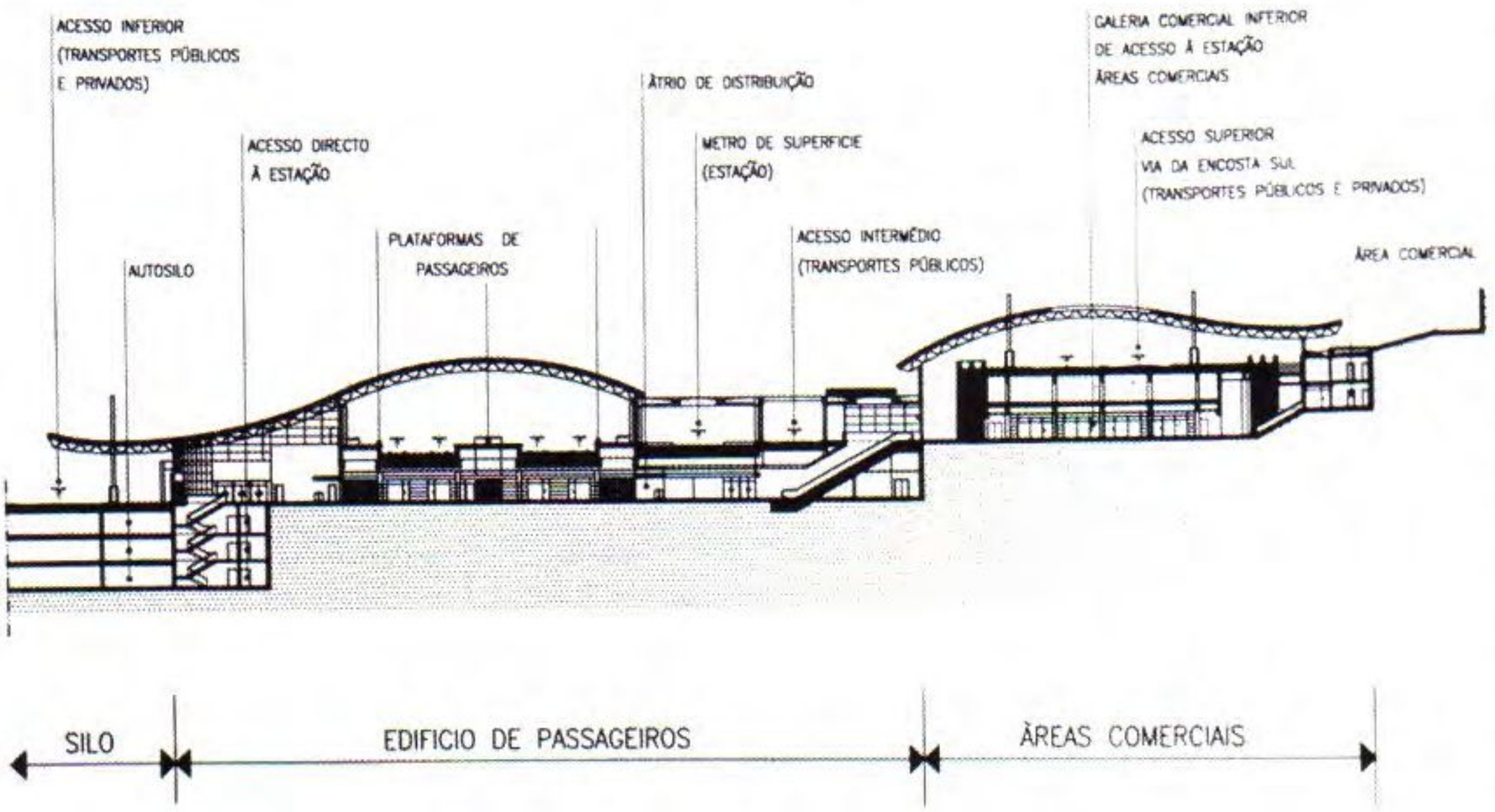
A Estação do Pragal, integrada na Travessia Ferroviária Norte-Sul localiza-se num conjunto urbano totalmente projectado e construído de forma a criar a infra-estrutura complementar e de apoio às novas funções e necessidades geradas. A Interface intermodal resultante é composta pelo edifício destinado à movimentação de passageiros, pelo Auto-Silo adjacente destinado ao estacionamento subterrâneo, pelo conjunto de parques de estacionamento com grande capacidade, salientando-se a sua distribuição periférica, mas diferenciada, de forma a permitir captar os veículos de diversas proveniências, pela estação integrada do futuro Metro de Superfície, pelo conjunto de acessos ao edifício, nomeadamente a Via da Encosta Sul e finalizando-se nos espaços urbanos criados, nomeadamente praça pedonal com áreas comerciais e de restauração, esplanadas e áreas de lazer, assim como pelo grande conjunto comercial adjacente à Via de Encosta Sul.

Localizando-se no Pragal, próximo de Almada, será a primeira estação da Travessia Ferroviária na margem sul, permitindo no futuro não só a utilização por comboios suburbanos como de longo curso.

A sua implantação junto a vias de grande circulação permitirá que à mesma tenham acesso com facilidade grande quantidade de utilizadores.

Dada a sua dimensão e complexidade, caudais de utentes que à mesma irão deslocar-se, projectou-se o conjunto de forma a garantir acessos através de transportes públicos com acessos separados e desnivelados relativamente ao dos veículos particulares e seu estacionamento, os quais se localizarão nas zonas próximas das vias de acesso ao conjunto, de forma a não congestionar o conjunto de vias rodoviárias.

A tomada e largada dos passageiros, por autocarros far-se-á em três níveis distintos, sendo de referir que o intermédio se destina exclusivamente a transportes públicos, autocarros e metro de superfície, o qual irá dispor de estação com plataformas colocadas no mesmo nível das plataformas da




estação ferroviária, garantindo assim uma maior simplicidade na ligação entre os dois transportes.

A organização dos acessos em três níveis permite, como referido, uma maior fluidez no acesso à estação e no seu escoamento, sendo a sua movimentação principalmente através de meios mecânicos, treze escadas rolantes e seis elevadores, que são completados por escadas.

O acesso aos comboios far-se-á através de um grande átrio colocado de nível com o acesso inferior e a partir do qual se acederá às plataformas de passageiros, pelos referidos meios mecânicos que actuarão nos dois sentidos.

As instalações e restantes áreas comerciais no interior da Estação serão de características variadas, e vão desde lojas, cafetarias a um supermercado localizado junto ao átrio de distribuição, assim como pelos serviços próprios necessários ao funcionamento da estação, nomeadamente bilheteiras, guarda de bagagem, esquadra de policia, TEX.

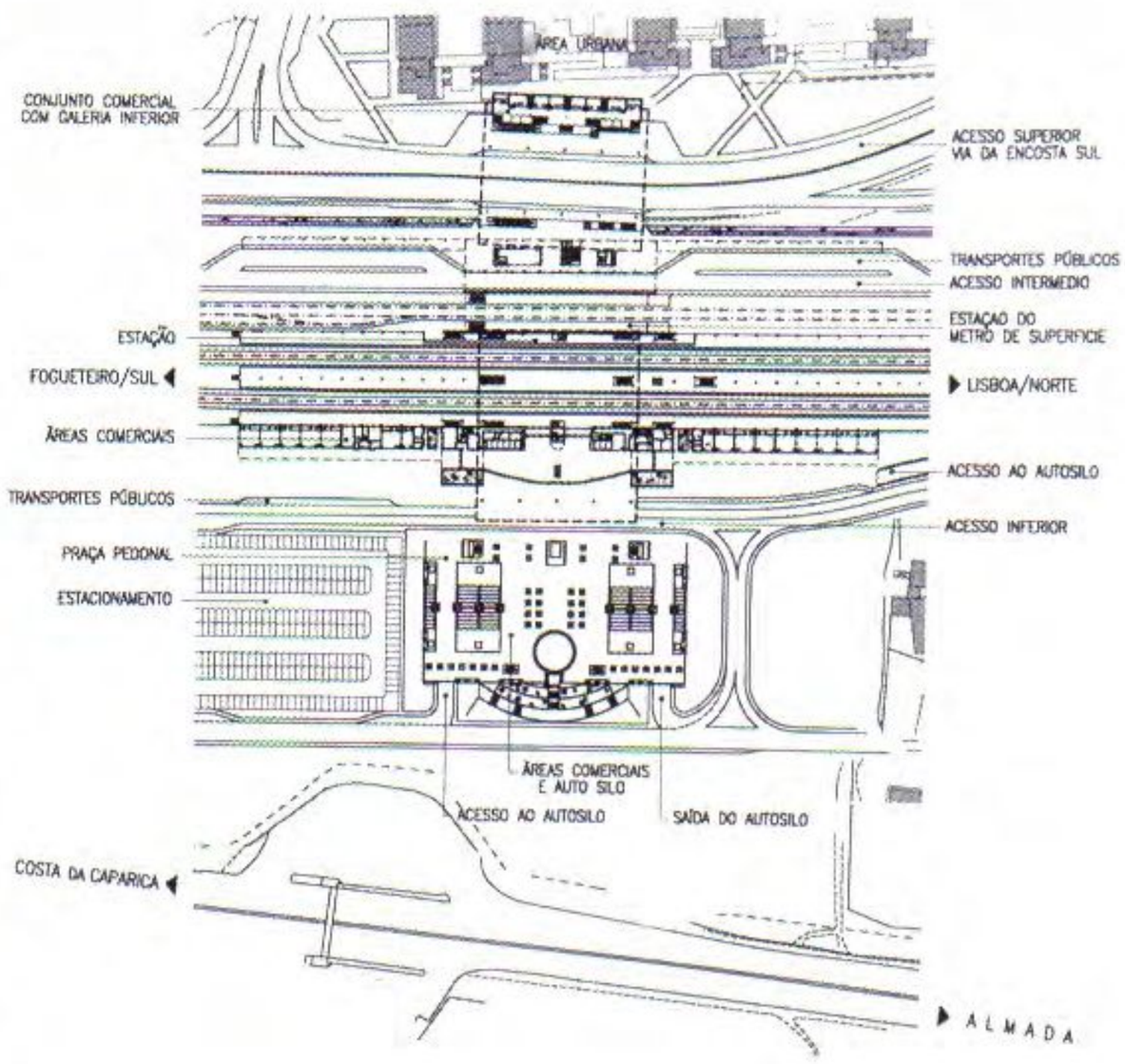
Paralelamente, nas áreas adjacentes, criou-se na zona inferior a grande praça pedonal da Estação, com áreas comerciais variadas com maior predominância na restauração, de forma a permitir a existência de uma vivência própria independente da vida e do movimento gerados pelo transporte ferroviário, em dias diferenciados, a qual pela sua localização privilegiada irá gerar vivência personalizada e enriquecedora da região.

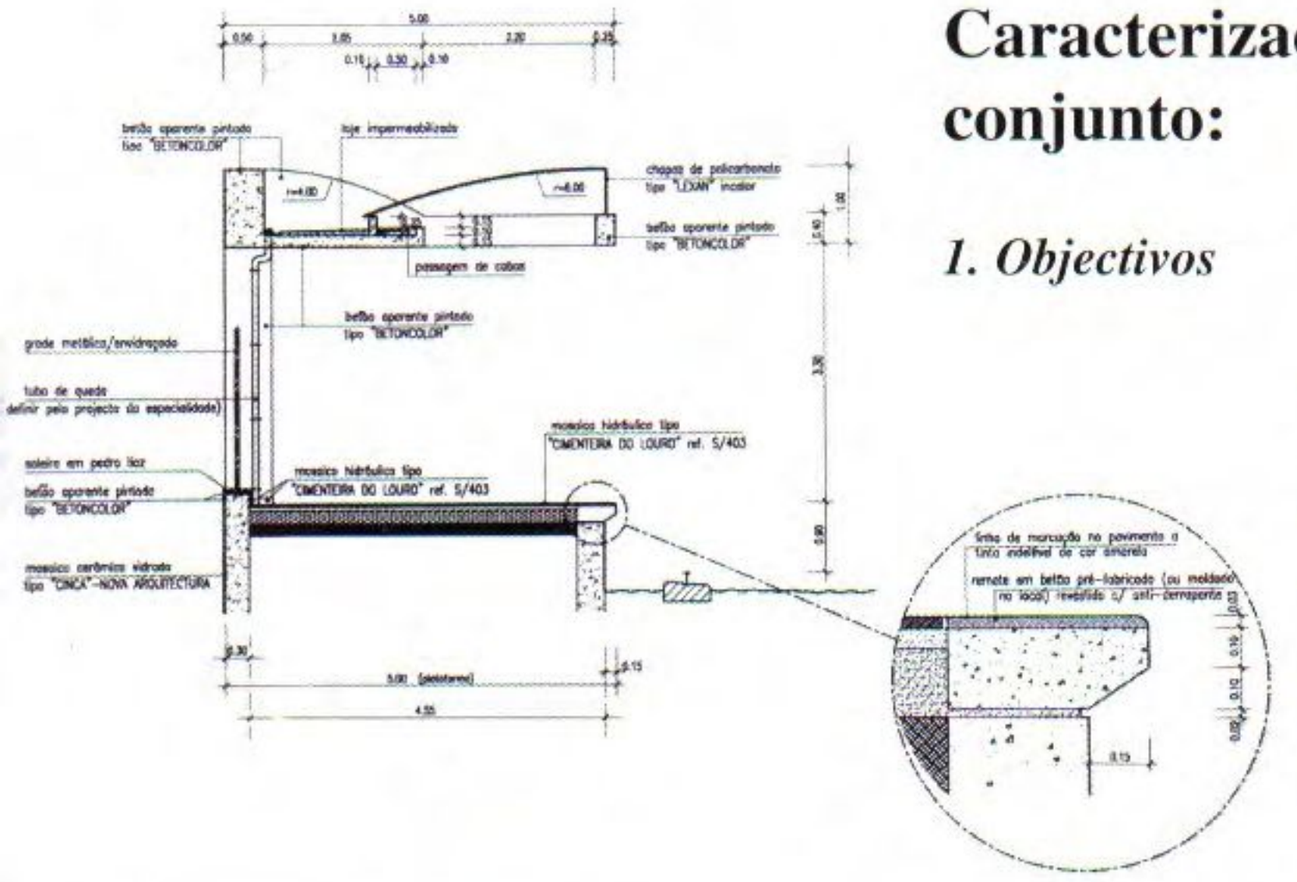
Os espaços criados, com possibilidade de instalação de esplanadas em locais com pérgolas e zonas verdes pontuais, irá enquadrar um espaço central projectado para eventos públicos e lazer, no qual se destacará um conjunto escultórico de grande dimensão.

Por outro lado, no extremo superior, oposto ao anteriormente referido, localizar-se-á um conjunto comercial, não só na passagem inferior sob a Via de Encosta Sul, como também no acesso norte à referida via o qual irá dar vida não só ao percurso pedonal de acesso aos transportes rodoviários de superfície, como também vitalizar todo o conjunto urbano existente e em construção na zona.

Tendo como objectivo de custo total do conjunto, sido previstos valores reduzidos considerando a dimensão do empreendimento, procurou-se tirar partido de soluções que dando resposta à função e necessidades, lhe permitiriam garantir uma imagem forte e de unidade do conjunto construído.

Assim a grande cobertura curva faz a ligação entre os vários patamares e os vários níveis de acesso à Estação, marcando o espaço urbano em que se insere, dado que a sua leveza e fluidez na ligação dos vários níveis não lhe






retira a força da sua presença.

Em todo o restante houve a preocupação de criar ambientes humanizados, não só pela introdução constante de zonas verdes, como também pela decoração integrada na construção, na qual é relevante o diálogo dos materiais, a sua ligação e articulação cuidada e criteriosa, assim como a preocupação da introdução das intervenções artísticas, que dado o seu tipo e características cuidadosamente estudados enriquecem os ambientes criados e os espaços construídos.

Destas é de referir as esculturas na praça da estação assim como os painéis artísticos em pedra Lioz do Prof. Charters de Almeida, a escultura em mármore policromo, marcando o "ponto de encontro" do Escultor Francisco Simões, os painéis de azulejo a localizar nas plataformas do Escultor Santa Bárbara, e o painel do pintor Bártolomeu Cid que se localizará no átrio de entrada sul da Estação, sendo o conjunto completado pelos revestimentos decorativos policromos em mosaico cerâmico, feitos pelo Arquitecto João da Motta Guedes, responsável pelo projecto da Estação os quais com os seus motivos geométricos a colocar em zonas adequadas, para além do enriquecimento do espaço, contribuirão para a identificação da Estação e farão a ligação e integração do conjunto construído.

# Caracterização do conjunto:

## *1. Objectivos*

- Organização funcional do edifício;
- Fluidez dos acessos através de acessos desnivelados e diversificados;
- Qualidade do conjunto pelas características dos materiais a aplicar e sua interrelação;
- Decoração interior integrada na construção;
- Intervenções artísticas integradas na Arquitectura;
- Áreas urbanas adjacentes com vivência própria em dias e horas diferenciados do funcionamento da infra-estrutura ferroviária, nomeadamente a praça da estação e seus espaços de lazer, assim como as áreas comerciais adjacentes à habitação existente e em fase de construção
- Áreas e estacionamento para veículos, diversificados na sua localização
- Acesso e transbordo dos passageiros de transportes públicos, nomeadamente metro de superfície e autocarros, integrados no conjunto.

## *2. Dimensionamento*

| | | |
|---|---|---|
| **▸ ESTAÇÃO** | | |
| Previsão de Utilização (Ano 2000) | | |
| Hora de Ponta da Manhã | Origem | 14 996 |
| | Destino | 3 470 |
| 24 Horas | Origem | 45 542 |
| | Destino | 46 106 |
| Anual | Origem | 15 145 (milhares) |
| | Destino | 14 385 (milhares) |
| Área de Construção (aproximada) | 15 600 m² | |
| Características Base | | |
| Organização: | Acessos inferior e superior<br>Atravessamento Inferior<br>Ligação directa ao metro de superfície | |
| Plataformas: | Quantidades | 3 |
| | Largura | Longo Curso (2) 5m<br>Suburbano (1) 8m |
| | Comprimento | 220m |
| Circulações Verticais: | Escadas | 8 |
| | Escadas mecânicas | 13 |
| | Elevadores | 6 |
| **▸ AUTO-SILO** | | |
| Movimento/Capacidade | 710 Automóveis | |
| Área de Construção | 24 800 m² | |
| Praça e Áreas Comerciais | 6 250 m² | |
| **▸ ESTACIONAMENTO DE SUPERFÍCIE** | | |
| Capacidade | 1 500 | |

# Viaduto Ferroviário do Fogueteiro

*Eng. Dias Barata*
*Eng. Carlos Vieira*

**Localização:** Fogueteiro. Distrito de Setúbal. Portugal

**Data de conclusão do projecto:** 1995

**Data de conclusão da obra:** 1997

**Autor do projecto:** Engº Dias Barata/ Engº Carlos Vieira

**Dono-da-obra:** Gabinete do Nó Ferroviário de Lisboa

**Empresa Construtora:** Engil, S.A.

**Custo total:** Pte 450 000 000$00 (2 244 590,54 EUR)

**Custo por m² de tabuleiro:** Pte 90 000$00/m² (448,92 EUR/m²)

**Área do tabuleiro:** 5 000m²

Está este viaduto incluído no eixo Norte-Sul da região de Lisboa.

Apresenta um comprimento total de 380m entre eixos de encontros e divide-se estruturalmente em duas tipologias distintas:

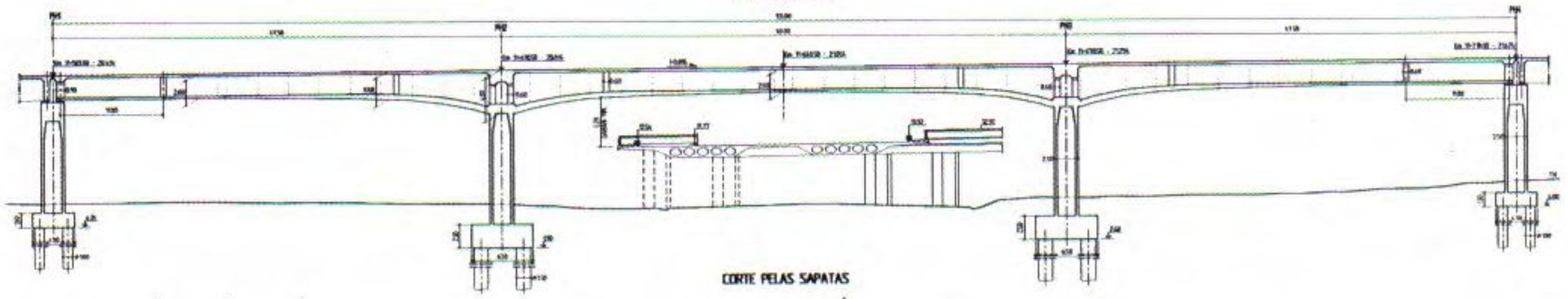
- um trecho hiperestático com 155m;
- e, tramos isoestáticos de 25m;

A solução estrutural para o trecho hiperestático em betão armado pré-esforçado, apresenta um vão central de 60,00m com vãos laterais de equilíbrio com 47,50m perfazendo o total de 155m, de molde a garantir o atravessamento com manutenção de trafego da passagem superior a N10 de acesso ao Hipermercado Continente, tendo sido realizado por avanços sucessivos em consola, equilibrados a partir dos pilares centrais.

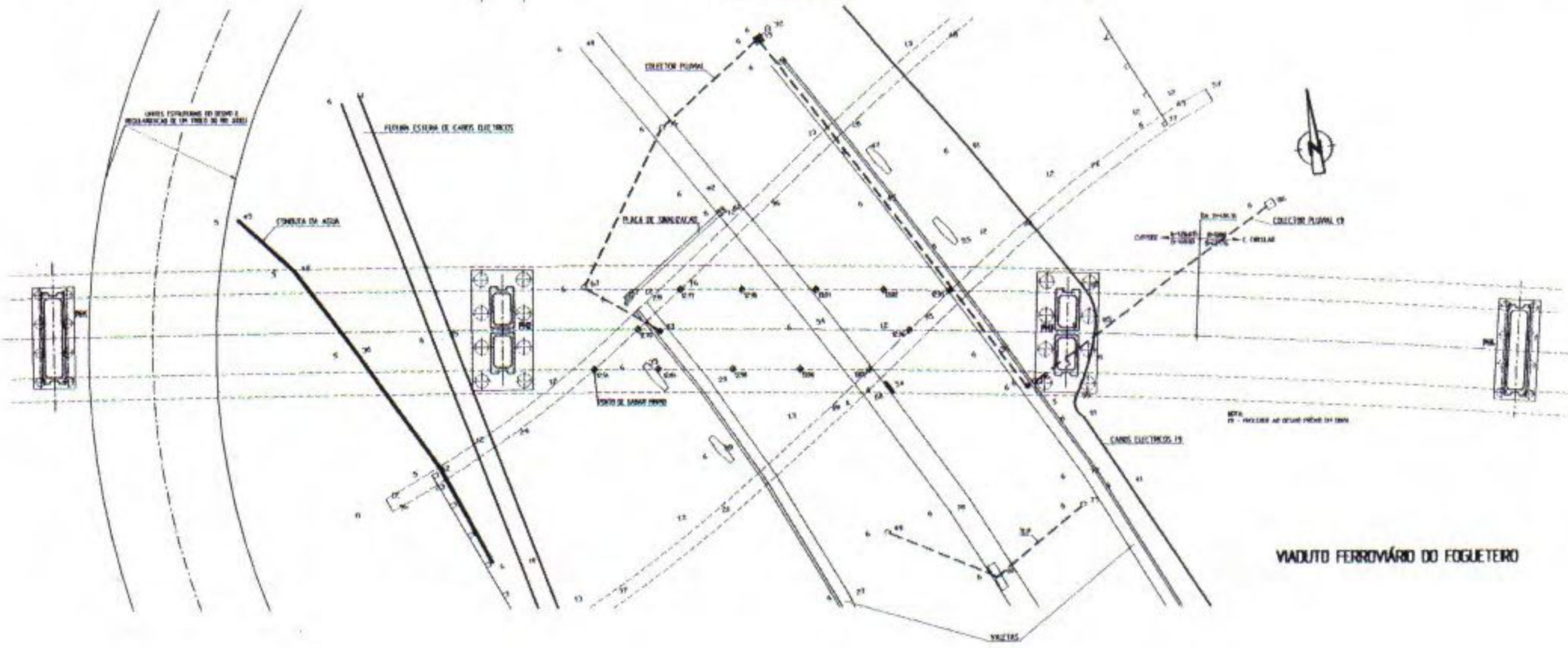
Face as limitações de "gabarit" vertical na zona deste atravessamento, o tabuleiro apresenta um perfil longitudinal esbelto com uma altura variando de 4,50m junto aos pilares centrais a 2,60m a meio vão.

O funcionamento estrutural independente das duas vias de circulação conforme pretendido pelo Dono da Obra e a necessidade de espaço disponível para a colocação de cabos de pré-esforço levou a, concepção de dois caixões unicelulares afastados de 0,50m, com almas rectas de 0,50m de espessura, laje superior de 0,30m com esquadros de 0,15m, sendo a laje inferior de espessura variável de 0,70m junto aos pilares a 0,25m a meio vão. Rematando

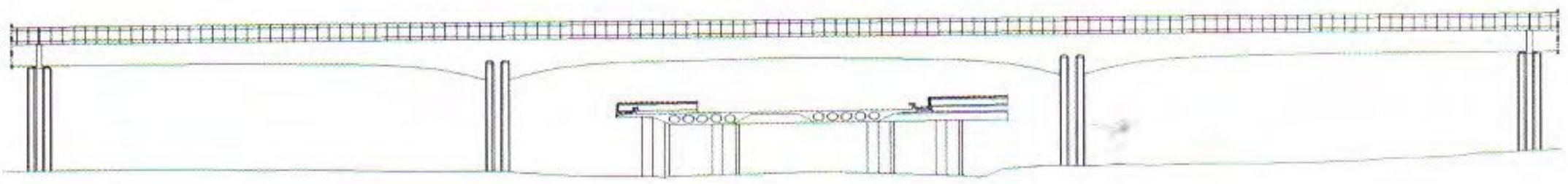
CORTE LONGITUDINAL



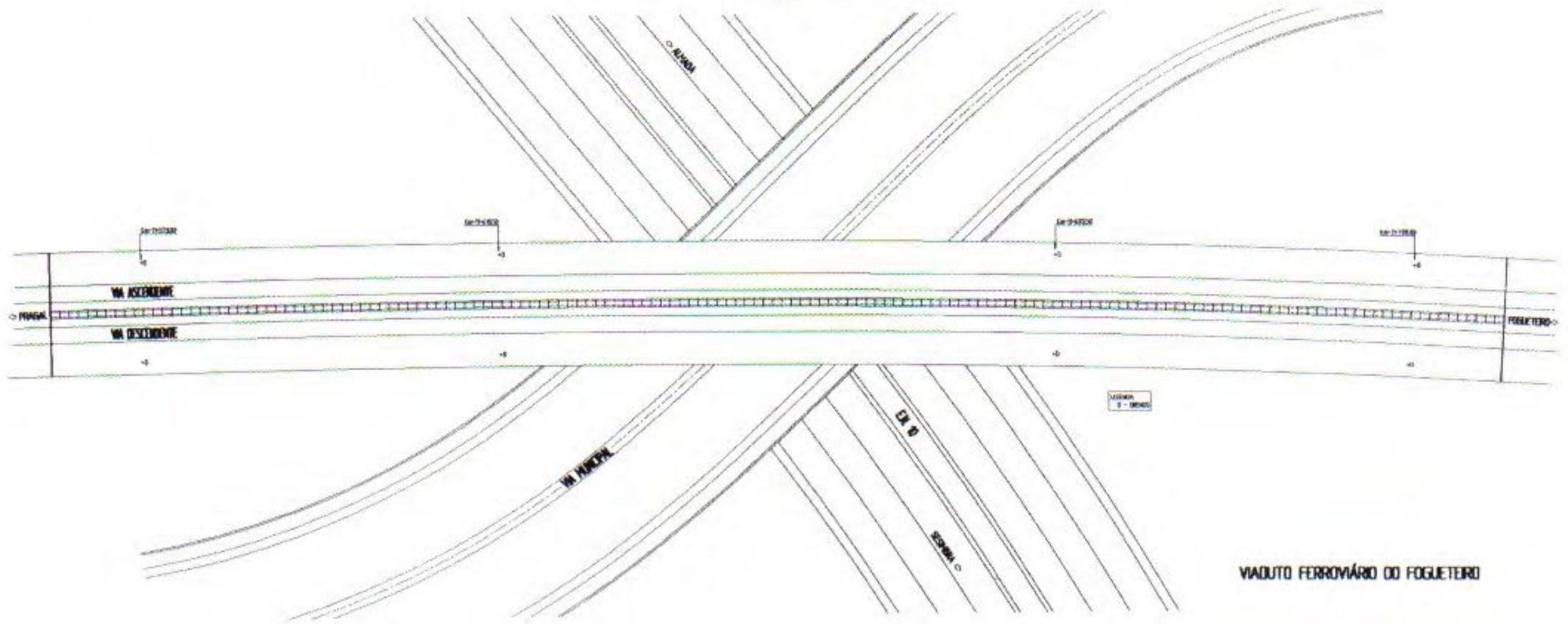
CORTE PELAS SAPATAS

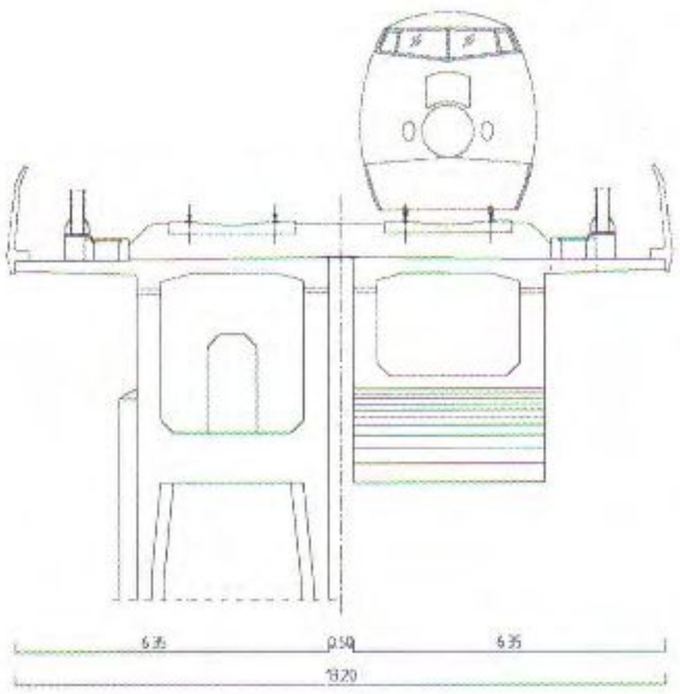



ALÇADO



PLANTA





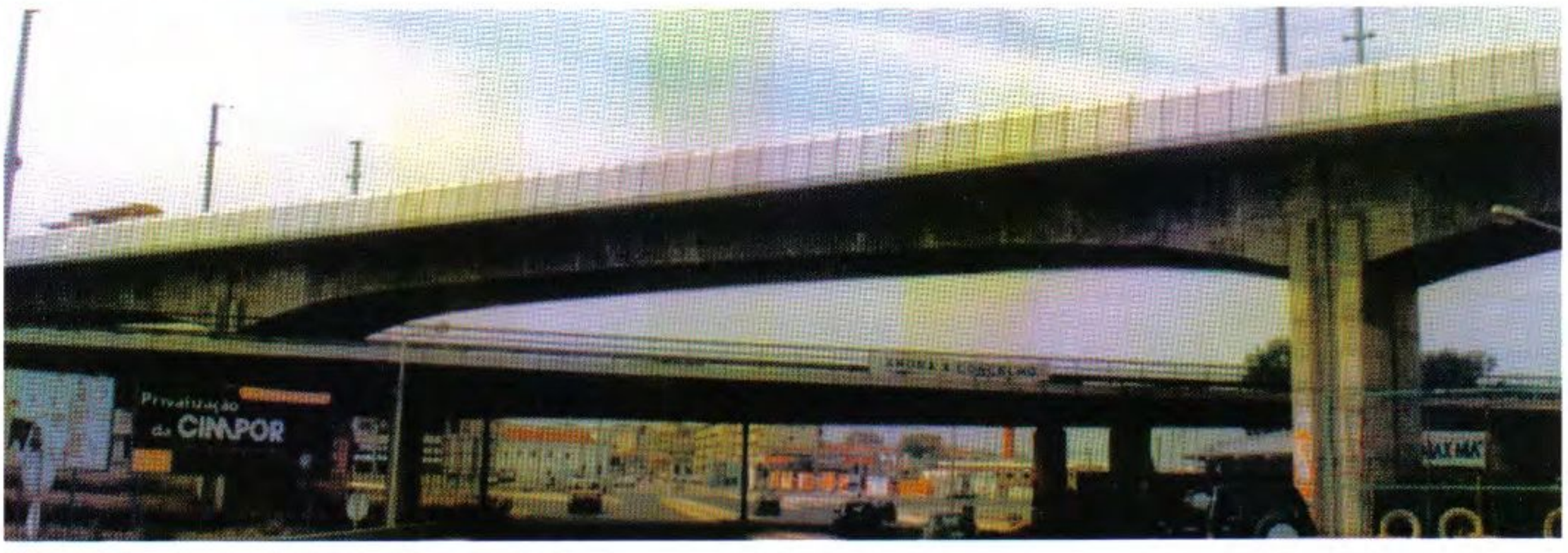
lateralmente o perfil transversal, para o exterior dos dois caixões existem consolas com 2,45m de vão.

As fundações são indirectas por conjuntos de oito estacas por maciço. Mesmo no caso dos pilares centrais o maciço e único e comum aos dois fustes.

Os pilares de transição apresentam 8 estacas de 1,00m de diâmetro enquanto os pilares centrais apresentam 8 estacas de 1,50m de diâmetro.

A geometria exterior aparente do tabuleiro constituído por tramos isoestáticos garante continuidade com a do troço hiperestático, quer em termos de planta, quer em termos de alçado.

O betão utilizado na execução do trecho hiperestático foi o C50/60 face as elevadas tensões a que as secções do tabuleiro ficam sujeitas.



# Comboios de Dois Níveis Para a Travessia Ferroviária Sobre o Tejo

*Eng. Paulo Sampaio Rodrigues*

*GEC - ALSTHOM Internacional, Equipamentos Electromecânicos, Lda.*

## Histórico dos 2 níveis GEC ALSTHOM

Em França, país pioneiro dos comboios de dois níveis, em 1972 a SNCF, tendo em conta o aumento de tráfego na região suburbana de Paris, encomendou à GEC ALSTHOM 500 carruagens de dois níveis, destinadas a assegurar o tráfego suburbano.

A entrada em serviço deste moderno equipamento, confirmou todas as qualidades que se esperavam da solução dois níveis e proporcionou inteira satisfação tanto ao operador como aos utilizadores.

A GEC ALSTHOM continuou a desenvolver o equipamento de dois níveis e, em 1986, lançou um estudo da carruagem "Nova Geração" com 26,400m e com grandes melhoramentos, nomeadamente, aumento da capacidade, conforto e redução dos custos com a manutenção.

Para além de um simples equipamento, a solução dos dois níveis, é um verdadeiro conceito que a GEC ALSTHOM tem procurado desenvolver continuamente, efectuando melhoramentos e acabamentos vários que permitem a sua adaptação às necessidades dos clientes, proporcionando um melhor conforto aos passageiros; foi deste modo que se criou uma verdadeira família.

Por fim, a última evolução do equipamento dois níveis, concretizou-se em 1994, pela encomenda conjunta da SNCF e da RATP das unidades ditas M12 N/ EOLE, as quais pela primeira vez, prevêem veículos de dois níveis com 3 portas.

## Porquê os dois níveis

Tendo em conta o desenvolvimento contínuo e regular dos grandes centros urbanos e da respectiva periferia, que provoca um crescimento cada vez mais importante do tráfego ferroviário quotidiano, as redes ferroviárias podem adoptar 3 soluções:

- Aumentar a frequência dos com-

boios: o que implica a maior parte das vezes uma mudança de sinalização, de modo a poder diminuir, com toda a segurança os intervalos de tempo entre comboios;

- Aumentar o comprimento das composições: o que implica normalmente o consequente prolongameto das plataformas, obrigando a trabalhos importantes nas estações;
- Por fim a última solução, que é também a mais económica, uma vez que não é necessário mexer nas infra-estructuras: utilizar plenamente as possibilidades do gabarit da rede, adoptando material circulante de dois níveis.

Com efeito, o gabarit utilizável das redes não é geralmente aproveitado em pleno pelos comboios de passageiros clássicos de um único nível.

A utilização optimizada deste gabarit permite conceber veículos, cujos compartimentos de passageiros são dispostos em dois níveis.

Deste modo, sem nenhuma modificação das infraestruturas existentes, esta solução permite aumentar consideravelmente, e por vezes, mesmo duplicar o número de passageiros transportados, em relação aos equipamentos clássicos.

Esta solução reduz portanto o nível de saturação da rede, diminuindo ao mesmo tempo o custo por lugar oferecido.

### *Esta solução permite:*

- A conservação das infraestructuras;
- A redução dos investimentos em material circulante: menor custo por lugar: aproximadamente 25 a 30% menos necessidades em material circulante: aproximadamente 40 a 50% menos com capacidade igual;
- Uma gestão da rede mais flexível composições eventualmente mais curtas limitação da densidade de tráfego;
- Um maior conforto dos passageiros: aumento do número de lugares por utilizador;
- Uma redução do custo da energia consumida por passageiro: a análise desta solução nas redes francesa e espanhola demonstram uma redução do custo energético de aproximadamente 30% por lugar sentado;
- Uma redução dos custos de manutenção por passageiro: a redução do número de veículos em serviço permite uma redução do custo de manutenção de cerca de 35% por lugar sentado.

Estas vantagens inegáveis fazem com que circulem actualmente na Europa mais de 5000 veículos de dois níveis concebidos ou fabricados pela GEC ALSTHOM.

O ensaio das viaturas de dois níveis de duas portas (material da Travessia da Ponte, 18 unidades a circular em fins de 98, e mais 12 unidades para a Linha da Azambuja a circular no final de 99), permite chegar a determinadas conclusões, a saber:

- veículos com grande capacidade de passageiros;
- distribuição homogénea das portas ao longo da composição, possibilitando a repartição uniforme dos passageiros nas plataformas e nos veículos, nomeadamente nas Unidades Múltiplas (duas unidades quádruplas acopladas) configuração utilizada nas horas de ponta;
- numerosas portas de acesso e de grande largura, facilitando o intercâmbio plataforma/comboio e comboio/plataforma: cada carruagem possui duas portas com 2m de largura;
- plataformas largas e corredores interiores que facilitam a circulação dos passageiros no interior das carruagens.

O novo material inclui 4 carruagens por elemento com um comprimento total de 106,6 m.

- dois motores de extremidade com cabina de condução;
- dois reboques intermediários.

## Conclusão

Como já verificámos, o interesse da solução dois níveis é proporcionar ao operador:

- quer uma redução do seu parque de material circulante,
- quer um recuo de nível de saturação da rede, ao mesmo tempo que lhe permite realizar economias no custo de: investimento, energia manutenção, proporcionando por outro lado um maior conforto aos utilizadores.

Por outro lado vemos também que o conceito dois níveis, é muito versátil, e que pode ser adaptado praticamente a todas as situações. Foi deste modo que a GEC ALSTHOM realiza desde há 20 anos materiais:

- de tracção eléctrica (1.500 V c.c., 3.000 V c.c., 2.500 Vc.c., bicorrentes)

  com motores de tracção de corrente continua ou trifásica,

  com caixa em aço, alumínio ou inox,

  para gabarit normal ou grande,

  para via normal ou via larga,

  para plataformas altas, médias ou baixas,

  com ou sem climatização,

  com 1, 2 ou 3 portas de cada lado,

  para utilização em tráfego urbano, suburbano ou grande linha,

  para velocidades de 140 km/h a 300 km/h