# FERROVIA

Nº XIX
Dezembro 99



No início de um novo ciclo

Metropolitano de Lisboa

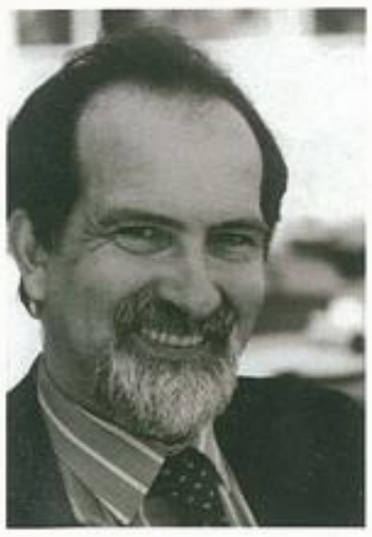
AVANÇO >

**Nas novas tecnologias EFACEC**
**correm caminhos de Futuro**

As competências das diversas empresas que integram o Grupo EFACEC permitem-lhe dominar as mais sofisticadas tecnologias dos sistemade informação, electrónica e telecomunicações relacionadas com a mais exigente das questões - a segurança. No Metropolitano de Lisboa, como noutros empreendimentos das suas áreas de especialidade que projectam o Portugal das próximas gerações, corremos caminhos de futuro proporcionados pelas novas tecnologias desenvolvidas pela EFACEC

EFACEC Grupo **EFACEC**

*Olhar mais longe que o nosso tempo*



Eng. Seabra Ferreira

# Editorial

No seguimento de uma série de números de conteúdo temático, nos quais a FER XXI se tem assumido como suporte das realizações marcantes no panorama ferroviário nacional, chegou a vez do Metropolitano de Lisboa.
Pode dizer-se que esta edição surge no momento apropriado, quando o Metropolitano de Lisboa - terminados que estão, na prática, os programas de expansão da década de 90 e quando comemora os 40 anos de abertura à exploração - se encontra "no início de um novo ciclo".

A expressão "de uma linha para uma rede" poderia sintetizar a evolução experimentada pelo ML nesta década que agora terminou.
Não se pretende aqui, porém, dar conta desse passo significativo que se traduziu na passagem da linha inicial em Y para uma rede de 4 linhas e 40 estações. É um tema já suficientemente tratado e conhecido. As novas carruagens e, sobretudo, as novas estações - a face visível para o público - constituem hoje um património interiorizado - e bem aceite - pelo cidadão da Área Metropolitana de Lisboa, seu cliente e primeiro beneficiário.

Foi nosso objectivo apresentar aqui a face menos visível da mudança, no âmago da qual estão os novos equipamentos, as novas tecnologias e processos associados ao funcionamento do sistema.

Contámos para tal com a colaboração qualificada dos Quadros do Metropolitano e da Ferconsult, que ao longo das páginas deste número fazem desfilar os exemplos dessa mudança, citando-se, entre outros:

- os novos conceitos e práticas de Operação e de Segurança, da Manutenção de Via e da Manutenção e Assistência do Material Circulante;
- os sistemas ATP/ATO e ATS, em introdução;
- os novos equipamentos nas Estações, nas áreas da Segurança, da Informação ao Público e do Controlo/Supervisão;
- a Bilhética, ligada ao Fecho da Rede;
- as opções construtivas encaradas para as novas linhas e extensões em zonas urbanizadas, bem como a reformulação do conceito das estações, ambas fruto da experiência do PER dos anos 90.

Mudanças ainda no posicionamento da empresa no mercado, reflectindo novas orientações cujos efeitos práticos apenas se começam a sentir: por um lado, a passagem de uma cultura de transporte a uma cultura de serviço, colocando o cliente no centro das atenções; por outro lado, a importância conferida à intermodalidade, no sentido da articulação do sistema de transportes.

No limiar da nova década - um horizonte adequado para uma entidade que comemora os seus 40 anos - o Metropolitano de Lisboa, ultrapassou, em definitivo, os fantasmas dos "anos da Utopia", e atingiu uma dimensão e uma modernidade que ombreiam com as das redes de metropolitano europeias.

Finalmente, completam esta edição dois artigos que merecem referência. O primeiro diz respeito ao serviço ferroviário aos aeroportos, uma questão, aliás, a que o metropolitano não é alheio. No segundo, o Eng. Arménio Matias procede a um balanço do Caminho de Ferro na viragem do século - e que melhor tema poderíamos oferecer para celebrar a entrada no ano 2000 - traçando a sua História e perspectivando o Futuro, com o rigor e a exigência que lhe conhecemos.

# Rede Ferroviária e Aeroportos

No passado dia 20 de Outubro teve lugar no Auditório da CCRN, no Porto, uma Sessão da ADFER sobre «Rede Ferroviária e Aeroportos» .

Entre a numerosa assistência estavam presentes muitas personalidades relevantes dos meios político e empresarial do Norte.

O Director Geral da IARO (Associação Internacional de Aeroportos e Caminhos de Ferro), Andrew Sharp, fez uma importante intervenção que divulgamos na «FER XXI».



Os Senhores Presidente da CP, Presidente da Região de Turismo do Algarve e um representante da ANA fizeram também interessantes intervenções sobre o tema.

O Presidente da Direcção da ADFER, Dr. Manuel Moura, aproveitou a oportunidade para, mais uma vez, transmitindo a posição da Associação, deplorar a falta de rasgo e de rigor que tem informado o processo do chamado «Novo Aeroporto de Lisboa ».



Os Autarcas convidados para intervir na Sessão primaram pela ausência o que desvalorizou o debate e acentuou o seu pendor unanimista, quebrando a tradição da ADFER



# Índice


5 **No início de um novo ciclo**
Eng. António Martins, *Presidente do Conselho de Gerência do Metropolitano de Lisboa, E.P.*

10 **Dados Gerais do Metropolitano de Lisboa, E.P.**

13 **Metropolitano de Lisboa: os anos da Utopia**
Eng. J. Brazão Farinha, *antigo Director de Planeamento e Obras do ML*

23 **A Operação no Metropolitano de Lisboa**
Eng. Silva Neves, Chefe do Departamento de Comando e Controlo de Operações

27 **Soluções Técnicas adoptadas no Empreendimento das Linhas da Baixa**
Eng. Rui Pina, *Técnico Superior da Ferconsult, SA*

35 **As opções construtivas nas novas linhas e extensões em zonas densamente urbanizadas**
Eng. Gama Prazeres, *Administrador da Ferconsult, SA*

41 **Material Circulante, uma frota completamente renovada**
Eng. Vazão de Almeida, *Director do Material Circulante do ML*

47 **PMO III – Parque de Material e Oficinas da Pontinha**
Eng. António Valente, *Chefe do Departamento de Manutenção da Pontinha*

51 **As Estações do Metropolitano de Lisboa: uma Nova Geração**
Arq. Brito da Silva, *Técnico Superior da Ferconsult requisitado ao ML*

55 **Novos Equipamentos nas Estações – Modernização e Ganhos de Produtividade**
Eng. Cerdeira Baptista, *Director de Equipamentos do ML*

63 **Os Sistemas ATP/ATO na Linha Vermelha do Metropolitano de Lisboa**
Eng. Santos Silva, *Chefe do Departamento de Sinalização*
Eng. Luís Arega Lopes, *Técnico Superior do Departamento de Estudos*

67 **Uma nova abordagem para a Manutenção de Via**
Eng. Francisco Sécio, *Director das Infraestruturas do ML*

73 **De uma cultura de transporte a uma cultura de serviço;**
**Do passageiro de ontem ao cliente de hoje**
Dr. Fausto Sá-Marques, *Chefe do Departamento de Clientes da Direcção Comercial*

77 **A Bilhética e o Fecho da Rede**
Engª Guilhermina Mendes, *Chefe do Departamento de Estudos da Direcção Comercial*

79 **Das Interfaces aos Polos Urbanos Intermodais**
Arq. Câncio Martins, *Membro do Conselho de Gerência do Metropolitano de Lisboa, EP*

83 **Sobre a Segurança no Metropolitano de Lisboa**
Eng. Eduardo Zúquete, *Autoridade de Segurança de Exploração do ML*

85 **Expansão da Rede: Programas de Investimento e Financiamento**
Dr. Rui Gomes, *Membro do Conselho de Gerência do Metropolitano de Lisboa, EP*
Dr. Luis Almeida, *economista, Técnico Superior do ML*

**Artigos Diversos**

89 **Aeroportos e Transporte Ferroviário**
Andrew Sharp

93 **Contributo para a História e Relance sobre o Futuro dos Caminhos de Ferro**
Eng. Arménio Matias


# Ficha Técnica


Director: Eng. Arménio Matias
Subdirectores: Eng. Acúrcio dos Santos, Prof. Nunes da Silva, Eng. António Proença, Eng. Seabra Ferreira
Director de Marketing e Publicidade: Eng.° Castro Torres
Colaboradores Permanentes: Eng. Oliveira Martins, Eng. Marques da Costa, Eng. Anacoreta Correia, Prof. Eng. Almeida e Castro, Eng. Tiago Ferreira, Dr. Rodrigues Simões, Eng. Simões do Rosário, Eng. Campos Moura, Eng. M. Soares Lopes, Eng. Martins de Brito, Eng. Hormigo Vicente, Eng. Xavier de Campos, Eng. Carlos Reis, Dr. Américo Ramalho, Eng. Guimarães da Silva, Eng. Campos Costa, Eng. Vitor Lameiras, Dra. Maria Constantina, Eng. Eduardo Frederico, Eng. Castanho Ribeiro, Dr. Maurício Levy, Eng. Luis Mata, Eng. Libano Monteiro, Eng. António Parente, Eng. Quaresma Dias, Eng. Brazão Farinha, Eng. Guilhermina Mendes, Eng. Silva Neves.
Paginação, Fotolito e Montagem: Scarpa, Impressores Lda.
Projecto gráfico: Maria João Rodrigues
Fotografias: Arnaldo de Sousa e Marianne Ström (artigos do Metropolitano de Lisboa)
Distribuição: Gratuita
Tiragem: 2500 exemplares
Depósito Legal: 134694/99





Eng. António Martins
*Presidente do Conselho de Gerência do Metropolitano de Lisboa, E.P*

1 - Os quarenta anos do Metropolitano de Lisboa que agora se comemoram, representam um importante virar de página, na vida dos transportes colectivos de passageiros, e portanto da mobilidade de todos os que vivem, trabalham ou por qualquer razão têm que se mover no centro da área metropolitana de Lisboa.

## No início de um novo ciclo

A ligação do metro no Cais do Sodré, à Linha de Cascais da CP e dentro de pouco tempo ao terminal fluvial, constitui um marco importante na vida da cidade, assim como a nova linha Alameda / Oriente abrindo a zona oriental ao transporte pesado, ou o prolongamento Marquês de Pombal / Rato permitindo o início do serviço metro a importantes áreas residenciais, de estudo e de trabalho: Escola Politécnica, S. Bento, Av. Pedro Álvares Cabral.

As decisões anunciadas em 13 de Julho de 1999 pelo Senhor Primeiro Ministro e pelo Senhor Ministro do Equipamento, Planeamento e da Administração do Território acerca da renovação da frota de material circulante, da autorização para construir os prolongamentos Campo Grande / Odivelas, Alameda / S. Sebastião, Campo Grande / Telheiras, Rato / Estrela, e para a construção da estação de Santa Apolónia, e as orientações dadas acerca do prosseguimento do estudo de novas adaptações da oferta ML à procura, permitem enquadrar o prosseguimento do ciclo de expansão que se está a concluir, sem descontinuidades, e aproveitando os meios humanos que hoje apoiam o Metropolitano de Lisboa.

O quadro anexo procura sintetizar a rede ML em serviço neste momento, os prolongamentos autorizados pelo Governo em curso de concretização no terreno ou em adiantado estado de projecto e com concursos a abrir nos próximos meses, e os estudos iniciados para os prolongamentos futuros, a serem presentes proximamente para apreciação do Governo (ver, em Anexo, Despacho MEPAT de 1999-09-22, publicado no Diário da República de 1999-10-26, n.º 250, 2ª Série).

2 - Dir-se-ia que a vida do ML se afigura risonha e promissória. Infelizmente tal afirmação não é completamente objectiva. Se a situação financeira mostra bons racios, e um excelente rating internacional, tal é devido ao continuado esforço do accionista Estado que anualmente tem injectado avultados valores no seu capital.

Mas a situação económica não tem melhorado, nem a sua evolução pode alterar-se significativamente, sem decisões que lhe são de todo exógenas. A não existência de um contrato de concessão que regule de forma

## Evolução Previsional para a Rede do ML

| Rede actual (1999) | | | Empreendimentos em curso | | | Rede | | Empreendimentos em estudo | | | Rede | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Linhas | estações | km | | estações | km | estações | km | | estações | km | estações | km |
| **Azul** | 13 | 8,7 | Baixa-Chiado/ /Santa Apolónia | 2 | 2,0 | **15** | **10,7** | Pontinha/ /Falagueira | 2 | 1,9 | **17** | **12,6** |
| | | | Campo Grande/ /Odivelas | 5 | 5,0 | | | | | | | |
| **Amarela** | 8 | 5,9 | | | | **14** | **11,9** | – | – | – | **14** | **11,9** |
| | | | Rato/Estrela | 1 | 1,0 | | | | | | | |
| **Verde** | 12 | 8,1 | Campo Grande/ /Telheiras | 1 | 0,8 | **13** | **8,9** | – | – | – | **13** | **8,9** |
| | | | | | | | | São Sebastião /Campo de Ourique | 3 | 2,7 | | |
| **Vermelha** | 7 | 5,0 | Alameda/ /São Sebastião | 2 | 1,8 | **9** | **6,8** | | | | **16** | **13,5** |
| | | | | | | | | Oriente/Sacavém | 4 | 4,0 | | |
| **Total** | 40 | 27,7 | | 11 | 10,6 | **51** | **38,3** | | 9 | 8,6 | **60** | **46,9** |

flexível as relações concedente / operador dificulta uma normal relação com a administração Central do Estado, e impede uma previsão objectiva da evolução do ML a longo e até a curto prazo.

Sendo a sua negociação um dos objectivos a que nos propusemos quando iniciámos as actuais funções, em 16 de Abril de 1997, temos esperança que dentro em pouco possam iniciar-se os contactos, para que a empresa se vem preparando desde essa data.

**3** - Há que reconhecer no entanto que para além da existência ou não de um contrato de concessão o problema base para resolver a situação económica é a clara definição do nível tarifário que o ML deve cobrar para fazer face aos seus custos.

Com a conhecida evolução da política da União Europeia no sentido do gradual desaparecimento de indemnizações compensatórias directas a empresas de transporte, parece indispensável obter um nível mínimo de compromissos entre as forças partidárias para ultrapassar o problema.

Na verdade é hoje quase pacífico afirmar que para assegurar a indispensável mobilidade numa grande concentração urbana, os seus transportes públicos de passageiros têm que ter em alguma medida, uma parte suportada pela comunidade, seja ao nível local, regional ou central.

As excepções conhecidas de sistemas de transporte lucrativos apenas com as suas receitas directas, tipo Singapura ou Hong-Kong, não parece possível serem transportadas para o Ocidente Europeu.

Mas para além disso há que verificar se o subsídio deve ser dado ao sistema, como é actualmente praticado em Lisboa, ou aos seus utilizadores economicamente mais desfavorecidos. Pessoalmente inclinamo-nos fortemente para uma solução do segundo tipo, reconhecendo embora as maiores dificuldades da sua concretização.

E não menos importante é sempre verificar se os valores pagos directamente pelos seus clientes são justos e socialmente aceitáveis. No caso de Lisboa os inquéritos feitos mostram haver não só uma boa margem para a aceitação de aumentos para os preços a pagar pelos clientes ML, como também para, pelo menos, passar a existir paridade de tarifas entre o transporte subterrâneo e o transporte público colectivo em autocarro.

**4** - Um outro aspecto normalmente menos focado publicamente, mas também da maior importância, é a forma como se satisfaz a procura do transporte colectivo urbano.
Existindo uma determinada infra-estrutura de transportes, no caso de Lisboa:

- Linhas de caminho de ferro
  - suburbanos: Sintra, Cascais, Azambuja;
  - cintura: Campolide / Oriente;
- Transporte fluvial para a margem Sul do Tejo, com terminais em Cais do Sodré e Terreiro do Paço na margem Norte;
- Rede de Metro com cerca de 28 km e 40 estações;
- Rede de eléctricos rápidos
- Rede de eléctricos tradicionais - cerca de 45
- Quatro elevadores
- Sistema de transporte em autocarros, com cerca de 800 veículos distribuídos por cerca de 114 carreiras;
- Táxis.

Há que aproveitar da melhor forma os investimentos feitos, não esquecendo a maior rigidez ou a maior flexibilidade de uns ou de outros.

Parece indiscutível afirmar que ao construir uma nova linha de metro - infra-estrutura com elevado custo e inamovível por gerações - é indispensável adaptar os modos mais flexíveis a esse novo vector na mobilidade da cidade.

As eventuais dificuldades que uma diminuição de clientes possam trazer, com uma nova ligação por metropolitano, a uma ou várias carreiras de autocarros, têm que ser ultrapassadas, ou por alterações dessas carreiras, ou por medidas de outro tipo, que mais terão a ver com as próprias empresas do que com a mobilidade urbana.

A existência de inúmeras carreiras de autocarros seguindo as linhas do metro, e carregando o já de si saturado tráfego rodoviário em boa parte da cidade, não parece ter justificação, e deve ser rapidamente alterada.

**5** - O conhecimento da realidade é sempre um passo importante para o encontro de soluções.

No caso da mobilidade urbana saber-se a origem / destino das viagens diárias dos clientes de qualquer meio de transportes é vital para a prestação de um melhor serviço.

Razão base para o Metropolitano de Lisboa ter lançado um concurso internacional para o fecho da sua rede de transporte com registo da entrada e da saída de cada um dos seus clientes. Prevemos que dentro de cerca de um ano se comecem a conhecer os primeiros números.

Importante para o mais acertado esquema de transportes na área metropolitana de Lisboa seria que os exemplos da Transtejo, da Fertagus e agora do ML sejam rapidamente seguidos pelos outros operadores, nomeadamente Carris e CP.

**6** - Neste numero especial da FER XXI consagrada ao Metropolitano de Lisboa, seguem-se um conjunto de artigos sobre diversos aspectos da sua vida e da sua evolução.

Pareceu-nos que para além disso era indispensável levantar alguns problemas que subsistem, que englobam todo o sistema de transportes da zona central da área metropolitana de Lisboa, e que sem serem rapida-

mente ultrapassados dificultam o seu normal desenvolvimento, com a utilização racional dos vários modos de transporte colectivo de passageiros.

Essa a intenção destas palavras, à guisa de intróito às informações actualizadas sobre a rede do Metropolitano de Lisboa, E.P.

Esperamos que rapidamente se passe da sua análise ao estudo de hipóteses de mudança, para que o novo milénio que está a começar veja rapidamente as alterações profundas que se desejam, e que pessoalmente considero não só necessárias, como indispensáveis e urgentes.

## Expansão da Rede do Metropolitano de Lisboa



# MINISTÉRIO DO EQUIPAMENTO, DO PLANEAMENTO E DA ADMINISTRAÇÃO DO TERRITÓRIO

## Gabinete do Ministro

**Despacho n.º 20 308/99 (2.ª série).** — Considerando que os projectos que integram os dois planos de expansão da rede do metropolitano, o PER I e o PER II, estarão praticamente todos concluídos até ao final do ano 2000: em Maio de 1998 entrou em funcionamento a nova linha Alameda-Oriente e foram significativamente aumentadas as Linhas Azul, Amarela e Verde, respectivamente através do prolongamento da Linha Azul até à Pontinha (1997), da Linha Amarela até ao Rato (1997) e da ligação Cais do Sodré e Baixa-Chiado-Rossio, na Linha Verde (1998); no início de 2000 completa-se a construção do troço Baixa-Chiado-Terreiro do Paço e o túnel Terreiro do Paço-Santa Apolónia e no ano 2002 a Estação do Terreiro do Paço.

Com o aproximar da finalização destes dois planos de expansão da rede, é necessário preparar, de forma sustentada, um novo ciclo de investimentos do Metropolitano de Lisboa, por forma a fazer face às necessidades de mobilidade na área metropolitana de Lisboa, na qual o metropolitano, enquanto transporte pesado, deve ter necessariamente uma função central e estruturante.

Por outro lado, considera-se igualmente imprescindível que esse programa tenha em conta o princípio da intermodalidade dos diferentes modos de transporte, procurando uma melhor articulação com a localização das actividades económicas emergentes, apoiando as perspectivas de desenvolvimento e a organização territorial, tendo em atenção as suas dimensões demográficas, social, urbana e ambiental.

O Metropolitano de Lisboa deve preparar o seu desenvolvimento, preferencialmente a partir das linhas existentes, melhorando a rede de distribuição interna da cidade de Lisboa, assegurando uma articulação através de *interfaces* com outros modos de transporte.

De acordo com esta orientação, em Julho de 1997 o Governo, com base num estudo coordenado pela Direcção-Geral de Transportes Terrestres, anunciou a sua opção quanto ao modo de assegurar os transportes públicos no «corredor de Loures», indicando como solução o metropolitano, através do prolongamento da Linha Amarela — do Campo Grande a Odivelas.

Tendo sido, também, tomada a decisão política de prolongar a Linha Vermelha, desde a Alameda até São Sebastião, conduzindo ao cruzamento daquela linha com as outras três e potenciando dessa forma a rede do metro, ao permitir uma multiplicidade de ligações (origem–destino) muito para além das possibilidades actuais.

Considerando ainda que, no âmbito da programação do Quadro Comunitário de Apoio III para o período 2000-2006, está prevista a afectação de verbas do Fundo de Coesão para projectos do Metropolitano de Lisboa no total de 60 milhões de contos;

Assim, com base na proposta de plano de expansão da rede apresentada pelo Metropolitano de Lisboa, E. P., e tendo em atenção todas as condicionantes que permitam tornar a rede do metro mais eficiente e equilibrada em termos de acessibilidade urbana, qualidade do serviço aos clientes, funcionalidade e rendibilidade, incumbe-se o Metropolitano de Lisboa, E. P., de:

1 — Lançar os concursos correspondentes à adjudicação dos trabalhos necessários para os seguintes prolongamentos:

*a*) Linha Amarela:

Os troços Campo Grande-Ameixoeira e Ameixoeira-Odivelas, com base no anteprojecto adoptado em Julho de 1997;
Troço Rato-Estrela;

*b*) Linha Vermelha — o troço Alameda-Saldanha-São Sebastião e a interligação técnica com a Linha Azul.

2 — Elaborar o projecto de execução e lançar os concursos correspondentes à adjudicação dos trabalhos necessários para a construção da Estação de Santa Apolónia.

3 — Avançar os estudos necessários para definição final e lançamento subsequente do prolongamento entre Pontinha e Falagueira.

4 — Realizar os estudos necessários para uma decisão posterior sobre o novo plano de expansão da rede relativamente aos seguintes prolongamentos:

*a*) Entre São Sebastião e Campo de Ourique;
*b*) Entre Estrela e a Estação de Caminhos de Ferro de Alcântara-Mar;
*c*) A partir da Gare do Oriente, considerando o corredor de Moscavide-Sacavém.

22 de Setembro de 1999. — O Ministro do Equipamento, do Planeamento e da Administração do Território, *João Cardona Gomes Cravinho.*

Publicado no Diário da República de 1999-10-26, nº 250, 2ª Série



## Empresa

| | |
|---|---|
| Estatuto | Empresa Pública |
| Fundação | 1948-01-26 |
| Início da Exploração | 1959-12-30 |

## Envolvente

População:

| | |
|---|---|
| Lisboa | 610 x $10^3$ |
| Aglomeração | 2 500 x $10^3$ |

Área:

| | |
|---|---|
| Lisboa | 84 km |
| Aglomeração | 3000 km |

## Efectivo*

| | |
|---|---|
| Exploração | 1 006 |
| Instalações Fixas | 373 |
| Material Circulante | 328 |
| Outros | 406 |
| Total | 2 113 |

## Exploração

| Linhas | Azul | Amarela | Verde | Vermelha |
|---|---|---|---|---|
| Intervalo mínimo | 3'30" | 3'30" | 2'50" | 3' |
| Agentes por comboio | 2 | 1 | 2 | 1 |

| | |
|---|---|
| Período de exploração | 06h:30m-01h:00m |
| Circulação dos comboios | à esquerda |
| Velocidade comercial | 29,4 km/h |
| Acesso à rede | aberto |
| Preço do bilhete simples | 100$00 |

# Dados Gerais do Metropolitano de Lisboa, E.P.

### Situação em 1999

## Produção*

| | |
|---|---|
| Passageiros | 138 x $10^6$ |
| TMD (dia útil) | 600 x$10^3$ |
| Passageiros x km | 504 x $10^6$ |
| Carruagens x km (expl.) | 18 x$10^6$ |
| Lugar x km | 3 667 x $10^6$ |
| Percurso médio /passag. | 3,67 km |
| Taxa ocupação | 14 % |
| Energia de tracção (kWh) | 51 x $10^6$ |

## Material Circulante

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| N° de carruagens | 361 | | | | |
| Tipos | ML7 | ML79 | ML90 | ML95 | ML97 |
| (Quantidade) | (80) | (56) | (57) | (114) | (54) |
| Unidade de tracção | MM | | MM ou MRM | | |
| Composição (n.° de carruagens) | 2 - 4 | | 2 - 3 - 4 | | |
| Comprimento (m) | 16,0 | | 16,2 | | |
| Largura máxima (m) | 2,7 | 2,8 | | | |
| Altura máxima (m) | | 3,5 | | | |
| Lugares sentados | 36 | 40 | 43 | | 40 |
| Lugares de pé | 137 | 124 | 125 | | 129 |
| Aceleração inicial máx. (m/s²) | 0,9 | 1,1 | 1,3 | | |
| Desaceleração média (m/s²) | 0,9 | 1,0 | 1,1 | | |
| Velocidade máxima em serviço (km/h) | 60 | 72 | | | |
| Tensão de alimentação | 750 V dc | | | | |

## Instalações Fixas

| | |
|---|---|
| Linhas | 4 |
| Comprimento total de expl. | 27,7 km |
| (em subsolo) | (92%) |
| Estações | 40 (4 duplas) |
| Interestação média | 770 m |
| Comprimento do cais | 105 m |
| Declive máximo | 4 % |
| Raio mínimo de exploração | 150 m |
| Captação da corrente | 3° carril |

* Estimativas anuais, em Novembro de 1999

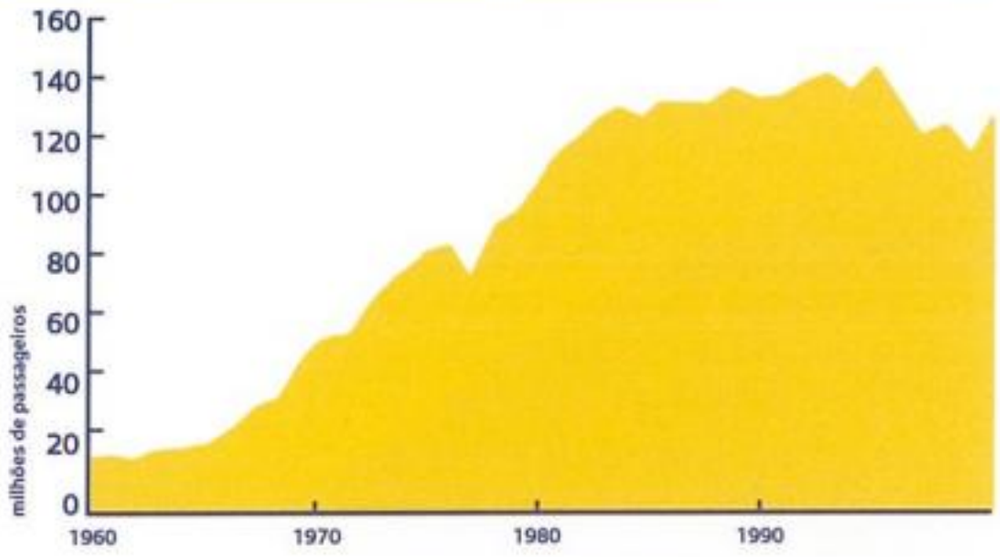
## Extensão da rede e nº de estações



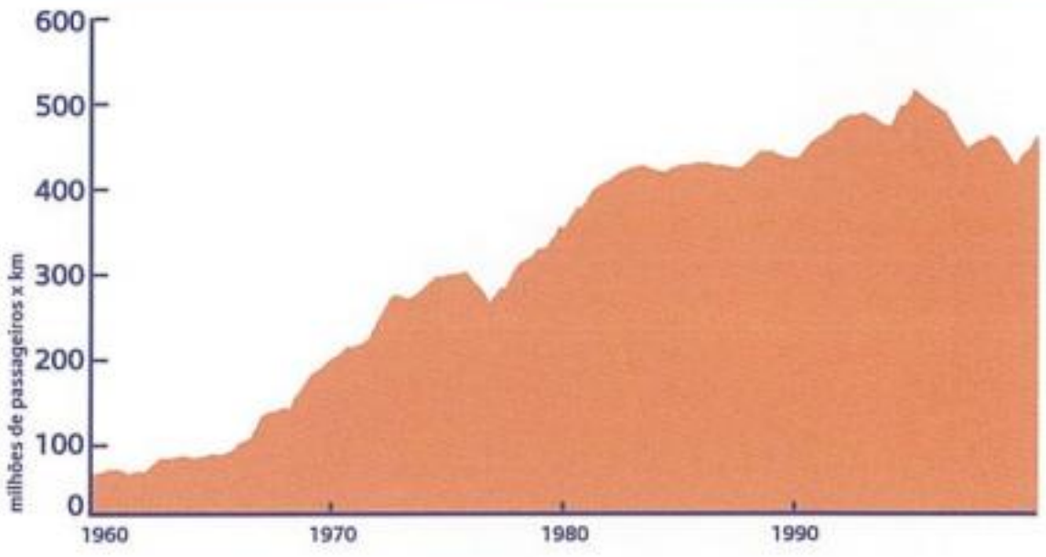

## Oferta



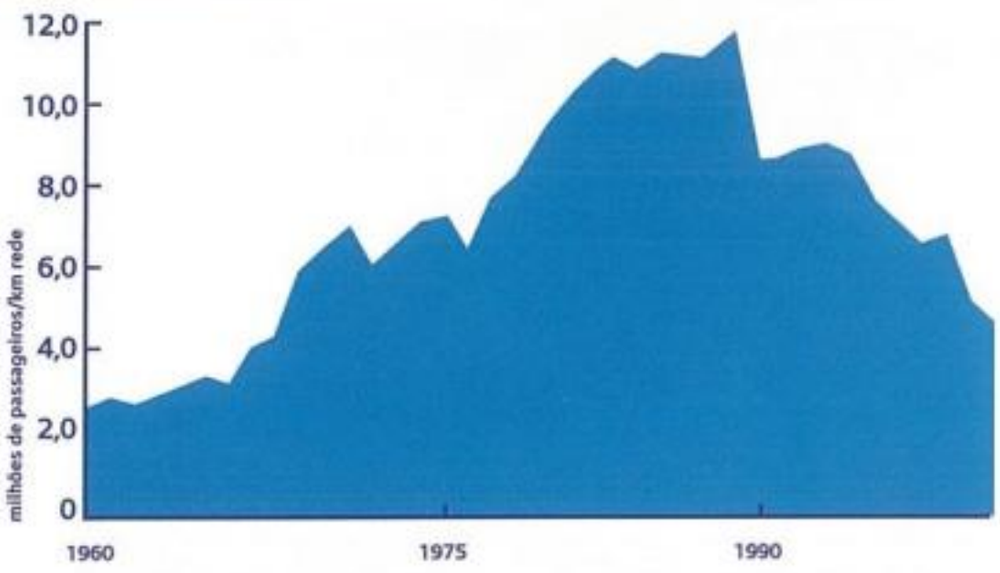

## Procura



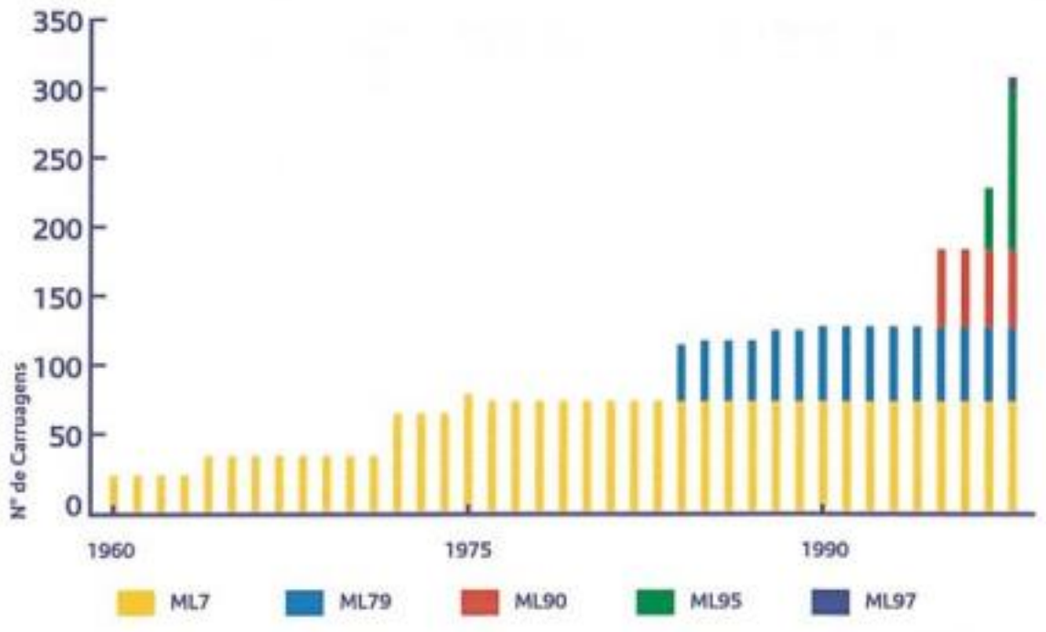

## Passageiros x km



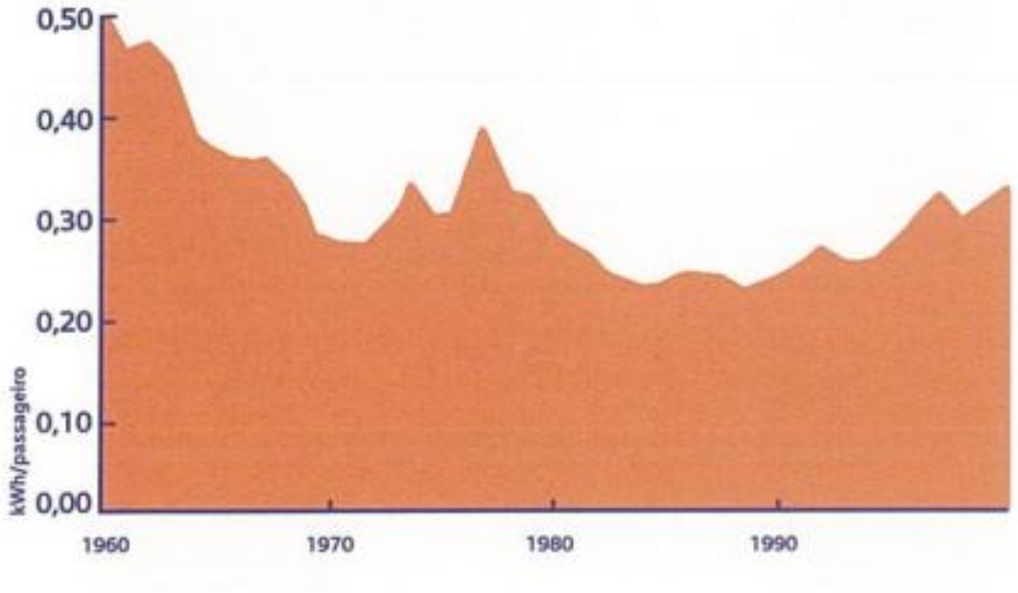

## Passageiros/km de rede



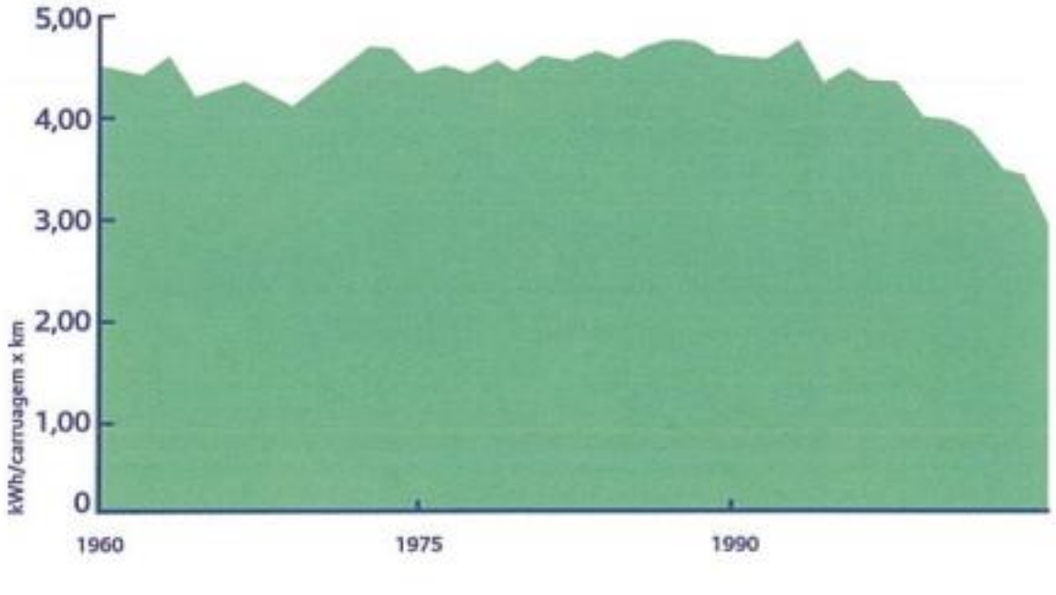

## Material circulante




## Energia de tracção / passageiros




## Energia de tracção por carruagem x km



J&L

# EXPERIÊNCIA E TECNOLOGIA AO SERVIÇO DA SEGURANÇA

# FICHET

- COFRES DE SEGURANÇA
- PORTAS FORTES E PORTAS DE SEGURANÇA
- ARMÁRIOS À PROVA DE FOGO
- SISTEMAS DE DETECÇÃO INTRUSÃO
- SISTEMAS DE DETECÇÃO AUTOMÁTICA DE INCÊNDIO
- SISTEMAS CONTROLO DE ACESSOS
- SISTEMAS DE VIGILÂNCIA VÍDEO (CCTV)
- SISTEMAS DE SEGURANÇA CENTRALIZADA
- SISTEMAS DE PROTECÇÃO PERIMÉTRICA
- SOLUÇÕES DE SEGURANÇA ANTI-TERRORISTAS
- SERVIÇOS DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA
- AUDITORIAS DE SEGURANÇA
- SERVIÇO 24 HORAS

FICHET

FICHET (PORTUGAL)
Comércio de Equipamento de Segurança, S.A.

Sede:
Av. Infante D.Henrique, lote 306 - 2
1900 Lisboa
Telef: (01) 831 56 00 Fax: (01) 831 56 99

Delegação Porto:
Rua Gonçalo Cristóvão, 132
4000 Porto
Telef: (02) 339 39 30 Fax: (02) 339 39 31



Eng. J. Brazão Farinha
*antigo Director de Planeamento e Obras do ML*

# Metropolitano de Lisboa: os anos da Utopia

## 1. Área Metropolitana de Lisboa

Entende-se por área ou região metropolitana um grande aglomerado populacional que engloba uma cidade dominante, com zonas próximas onde se tem verificado grande crescimento populacional. As áreas periféricas têm relações económicas e culturais entre si, mas, sobretudo com a cidade metropolitana.

Com efeito, o "concelho de Lisboa" ocupa actualmente uma posição central na designada "Região de Lisboa", aglomeração urbana que se estende por uma boa parte dos distritos de Lisboa e de Setúbal, ocupando 18 concelhos - distribuídos na área de 2860 km² - abrangendo uma população recenseada em 2570000 habitantes, no ano de 1991.

Esta população depende fortemente do centro, no que se refere à localização do emprego, que gera importantes deslocações entre locais de habitação e trabalho; nessas deslocações utiliza as carreiras rodoviárias e fluviais suburbanas que servem a região, e as linhas ferroviárias suburbanas de Sintra, Cascais e Vila Franca; utiliza igualmente viaturas privadas, em elevado número, mais de 300.000 veículos por dia, nos dois sentidos.

Todo o tráfego de arrabalde é diariamente rebatido, na parte da manhã, nos itinerários dos transportes urbanos de Lisboa, a cargo de autocarros e eléctricos, além do Metropolitano, que os distribui no interior da cidade. As viaturas privadas distribuem e recolhem os seus passageiros com independência.

O Metropolitano é um modo de transporte ferroviário de grande capacidade, instalado na área central de Lisboa, de traçado predominantemente subterrâneo que, na parte da manhã e durante o dia, transporta os seus passageiros dentro da cidade, além dos que recebe dos modos de transporte suburbanos; no final da tarde, em cada dia, encaminha os passageiros suburbanos para os modos de transporte próprios que os conduzem a casa.

Tudo isto é hoje pacificamente aceite pelos lisboetas, a cidade paralisaria sem o seu Metro, todavia isto não foi sempre assim entendido, o transporte público tradicional em Lisboa é que acabou por ser incómodo e penoso; a mudança não foi fácil, como sempre sucede, em toda a parte.

## 2. Antecedentes [1]

A primeira notícia sobre a instalação de uma rede de metropolitano em Lisboa, é de autoria do Eng. Lima e Cunha, publicada na Rev. de Obras Públicas e Minas, em 1888; inclui um esquema de linhas, que não passou de uma antecipação técnica, sem futuro à vista.

Com efeito, em Novembro de 1873 tinham sido inauguradas pela CCFL as primeiras "linhas férreas americanas" quando ainda subsistiam outras empresas concorrentes mais antigas, (o Rupert, a Lusitânia, o Jacinto e o Chora) que operavam carreiras urbanas de "omnibus", veículos rodoviários de tracção animal sobre quatro rodas.

Em 1877 a CCFL ensaiou alternativas de tracção a vapor e, em 1888, de tracção eléctrica, quando a extensão das suas carreiras era já de 40 km.

Portanto o dinamismo da empresa e a ausência de dificuldades sérias de trânsito à superfície, invalidavam por completo a construção de um modo de transporte tipo Metro; quanto a este último surgiram posteriormente duas outras tentativas - em 1923 e 1924, a última por iniciativa da CML - para a construção de uma rede de transportes colectivos instalados no subsolo da cidade.

A ideia foi abandonada evocando razões técnicas que foram exageradas: o acentuado relevo da cidade, a desfavorável natureza geológica dos terrenos a atravessar, a importância dos lençóis aquíferos do subsolo e a circunstância da cidade não ter ainda atingido o milhão de habitantes. Não foram analisadas as questões económico-financeiras envolvidas, nem sugeridas soluções variantes.

Estes falaciosos argumentos calaram profundamente as forças vivas da cidade e a população em geral; aceitaram-se os argumentos apresentados - embora sem a necessária comprovação - e arrolou-se o privilégio de construir um metropolitano em Lisboa na categoria das actividades de que se não ocupam as pessoas sensatas. Esta situação manteve-se até ao período que se seguiu à 2ª Guerra Mundial, caracterizado por melhores condições económicas do País. O tráfego da cidade aumentara muito, existiam já grandes dificuldades de circulação nas áreas mais congestionadas da cidade, sobretu-

[1] - Mário Gomes Páscoa "Transportes Públicos em Lisboa, no século XIX"; Edição ML, Lisboa 1993;
- Cristina Ferreira Gomes, "Eléctricos de Lisboa, Aventura sobre Carris" Edição Gradiva, Lisboa 1984.

do nas horas de ponta. Entre 1945 e 1947 alguns grupos surgiram interessados, tendo requerido à CML o estudo ou concessão do estudo de um modo de transporte subterrâneo na cidade.
Foi então resolvido organizar a sociedade "Metropolitana de Lisboa", SARL com o capital de 4500 contos, que incluia a CCFL, a fim de elaborar um plano da rede para execução faseada e a respectiva análise de custos, bem como o plano da operação. Tinha-se como objectivo prioritário o estudo técnico-económico de viabilidade do empreendimento, de cuja aprovação dependia a outorgada da concessão.

Iniciou-se a elaboração dos estudos em Janeiro de 1948. Ao esquema de rede, Fig.1, corresponderiam 45 km de via dupla a executar em três fases: Linha n.° 1 (radial com 19,5 km), Linha n.° 2 (marginal de 20 km) e circular (5,5 km).

trução e, ainda, por razões de exploração - maior comodidade para os passageiros - procurou-se estabelecer as galerias do metropolitano a reduzida profundidade. Daí os condicionamentos que, em princípio, a topografia impõe aos traçados.
O exame das antigas plantas mostra a importância que, desde longa data, vem tendo os eixos de tráfego que, partindo da Baixa, seguem a beira-rio e os dois grandes vales que nela convergem. E essa importância é tal que todo o desenvolvimento urbano, iniciado nos fins do século XIX, assenta na duplicação desses arruamentos.

Verifica-se pois que, embora as suas directrizes tenham sido fixadas por outras razões, subordinando-se ao esquema de expansão urbana e da coordenação dos transportes, as linhas radiais da rede do metropolitano ajustam-se perfeitamente às grandes linhas de penetração definidas desde há séculos e impostas pelo relevo da região.

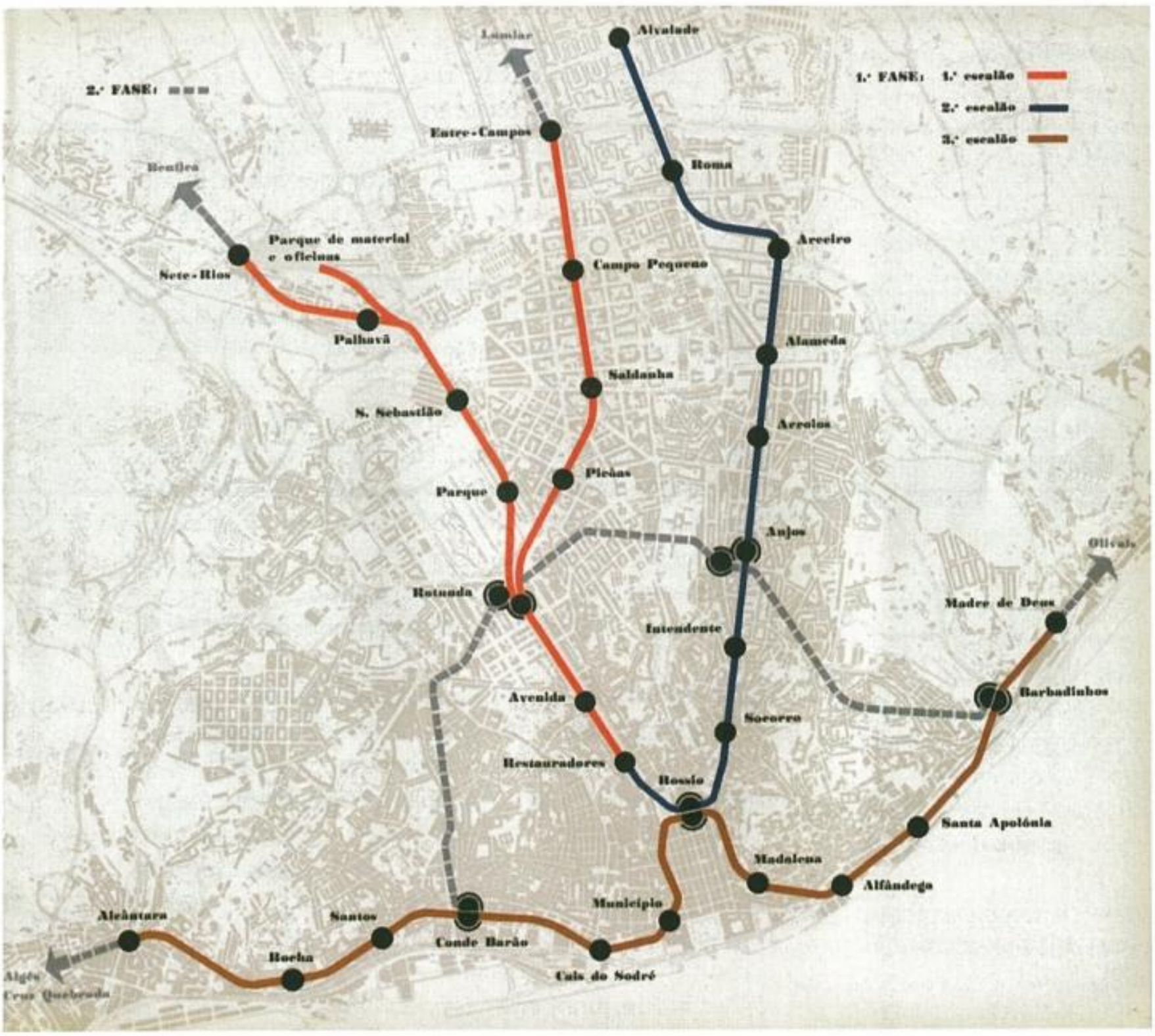


Fig. 1 - Plano geral da rede do Metropolitano de Lisboa (1948)

## 3. Elaboração dos estudos
## 3.1 Traçados

Os estudos iniciaram-se pela análise dos traçados das linhas; com o objectivo de reduzir os encargos de cons-

Continuando o exame das antigas plantas, claramente se deduz que Lisboa foi sempre mal servida pelo que respeita a arruamentos circulares, aliás, até há pouco, mais importantes pelo encurtamento das distâncias que proporcionam do que pela sua contribuição para o descongestionamento do centro da cidade. A razão res-

salta imediata da planta topográfica, onde se pode verificar que essa falta não resulta do simples capricho dos edificadores da cidade, mas sim das dificuldades insuperáveis de encontrar um bom traçado superficial.

Até meados do século XX o melhor que se conseguira é constituído pela circular incompleta de S. Bento - Alexandre Herculano - Conde Redondo - Joaquim Bonifácio, quedando-se no vale de Arroios, e pela circular Alcântara - Madre de Deus, passando pela rua D. Maria Pia, Penitenciária, Arco do Cego até ao Alto de S. João. Todos os lisboetas conhecem o tortuoso e o acidentado destes dois caminhos [2].

## 3.2 Relevo

O relevo de Lisboa é moderado; o horizonte da cidade - como Orlando Ribeiro lembra - "visitado de qualquer ponto alto o horizonte de Lisboa é largo e, em grande parte, cercado de distantes relevos. Pelo Norte, o perfil dentado da Serra de Sintra e os cimos isolados dos grandes cabeços de basalto (Fig. 2), pelo Sul o dorso maciço dos enrugamentos calcários da Arrábida (Fig. 3), elevam-se acima dos 300 m ou mesmo 400 m. Nos outros quadrantes o território é mais baixo, quando não plano; a Leste, passada a largura do estuário, começa o plaino liso e uniforme do Ribatejo; a Oeste, embora o Tejo se apresente entre margens alcantiladas, antes de chegar ao oceano, as alturas raro sobem acima dos 100 m - uma espécie de largo corredor deprimido, talhado para a passagem de um grande rio". Neste relativamente sereno panorama, foi possível introduzir, sem dificuldades de maior, a rede do metropolitano, Fig. 4.



Serra de Sintra, vista do Lourel

## 3.3 Geologia dos terrenos

A prospecção do terreno foi efectuada com base na carta geológica de 1940, tendo-se comprovado que as zonas atravessadas, embora apresentem alguma heterogeneidade são todavia suficientemente uniformes na caracterização das suas propriedades mecânicas.
Constituem cinco tipos fundamentais, dispostos em profundidade do seguinte modo, a partir da superfície, descendo em profundidade para as camadas antigas:

- depósitos superficiais e aterros heterogéneos: aluviões de águas doces ou salobras, geralmente argilosas mais ou menos arenosas, contendo por vezes caudais significativos de espessuras variáveis, podendo atingir 20 a 30 m ou mais, embora não excedendo geralmente os 8 a 15 m nas zonas atravessadas pelo Metropolitano. Os aterros só excepcionalmente deixam de mostrar predominância argilosa.
- os solos miocénicos são de sedimentação marinha de pequena profundidade, quasi sempre argilosos mais ou menos arenosos, embora existam camadas de areias exploráveis para a construção, bem como as argilas para a produção de produtos cerâmicos. Têm argilas, margas, areias, areolas e calcários margosos com muitos fósseis, além das areolas, frequentemente aquíferas.
  As espessuras atingem 70 m nas camadas mais antigas e 130 m nas mais recentes.
- os terrenos oligocénicos (formação de Benfica) representam um período de erosão continental muito intensa de que resultaram sedimentos mais ou menos grosseiros, dispostos sobretudo em alternâncias lenticulares; são geralmente argilosos, de composição muito variável, tornando-se arenosos e calcários mais ou menos gresosos. Aparecem conglomerados, bastante consolidados, com quartzo, quartzite e frequentemente basalto, etc. As características destes terrenos são a sua disposição lenticular e a variabilidade da proporção entre os outros elementos principais, argila, areia e calcário. A sua espessura atinge, e frequentemente ultrapassa, os 50 m;
- nos terrenos da formação basáltica podem distinguir-se diversas toalhas lávicas, correspondentes aos períodos de actividade vulcânica que se sucederam, entre os quais aparecem as intercalações sedimentares, com espessuras por vezes importantes, testemunha duma erosão intensa, realizada nos períodos de inactividade; um conglomerado bastante grosseiro, que nalguns pontos constitui as bases dessa formação, representa as toalhas mais antigas, desaparecidas por efeito da erosão.
- os basaltos lávicos encontram-se sempre fracturados, com as diaclases geralmente preenchidas com argila, cartão da montanha, calcite, etc; frequentemente estão mais ou menos alterados, transformando-se em produtos argilosos compactos. A formação basáltica cingiu-se à topografia dos terrenos cretácicos, ligeiramente enrugados e mais ou menos desgastados pela erosão, e foi posteriormente enrugada pelo anticlinal; apresenta espessuras que, por vezes, ultrapassam os 100 m;
- as formações cretácicas são as mais regulares pelo que respeita à composição e à disposição das camadas; apresentam os calcários margosos (ape-

[2] Para uma compreensão sumária da geologia e da tectónica do nosso território continental e da formação da orla litoral portuguesa no panorama da migração do território da Península Ibérica, (desde o seu destaque do Norte de África até colidir com a extremidade poente da Europa), e a abertura do oceano Atlântico Norte, bem como o afundamento do trecho terminal do leito do Tejo, ver notas 12 a 15 do Caderno n.º 5 do ML "Obras de construção do metropolitano de Lisboa 1955-1993" Ed. ML, Lisboa 1997.



Fig. 3 - Serra de Arrábida, vista de Troia

nas atravessados os níveis superiores em espessuras de 6 a 10 m) amorfos e sub-cristalinos, em regra de cor branca que se apresentam em bancadas estratificadas, e ainda calcários apinhoados, margosos e margas [3].

Deste rápido enunciado se conclui que os terrenos atravessados pelos túneis são em regra compactos, e que não põem complexos problemas de escavação, de contenção ou de fundação; com efeito quanto a estes últimos, os terrenos estão consolidados a pressões maiores do que as que sobre eles prevalecem depois da obra construída.

As águas do subsolo foram contactadas ao longo dos vales e na intercepção de linhas de água subterrâneas subsidiárias desses vales; são propícios à construção a céu aberto - embora por vezes com as dificuldades do desvio de colectores -, permitindo frequentemente taludes verticais ou de fraca inclinação. Foram também contactadas nas encostas da Cidade Universitária.
Em todas as frentes de trabalho se iria dispor, no decorrer da execução da obra, de equipamento de bombagem adaptado à granulometria dos solos, e, no decorrer das escavações todas as áreas viriam a ser protegidas por muretes periféricos, para que as águas pluviais de escorrência não as invadissem.

## 3.4 Estudos de tráfego

Desmistificados que foram todos os tabus técnicos que, artificialmente, empolavam os custos e os prazos da instalação, passou-se às previsões de tráfego.

A avaliação do volume de passageiros foi efectuado pelos métodos seleccionados nas redes de Londres, Paris e Madrid, a que tivemos acesso; com base nos dados estatísticos referentes aos transportes urbanos então existentes em Lisboa, as previsões apontavam, no arranque, que a Linha n.° 1 (19,5 km) transportaria 108 milhões de passageiros por ano, correspondente a 5,5 milhões por quilómetro e ano. Em 1947, nos eléctricos e autocarros, a população efectuava, em média, 320 viagens anuais ; previamos que este número iria aumentar para 440 até 1955 e 550 até 1970.

A rede proposta admitia uma oferta equivalente a 20000 passageiros/hora de ponta em cada sentido, dispondo-se as estações com cais de 70 m de comprimento para o estacionamento de composições de 4 carruagens.

## 4. Concessão; aumento do capital social

A escritura da concessão foi lavrada no dia 1949.07.01 com a ausência da CCFL que justificou por carta, comunicando que, não sendo a sua intervenção essencial, se abstinha. A partir daí, reiniciou-se a polémica, primeiramente na CML e no ML, depois pública, através dos órgãos de comunicação social. A escritura referida foi homologada pelo Governo em 1949.07.25.
Em 1950 procurou a Sociedade efectuar o primeiro aumento do capital social, passando de 4 500 contos para 150 000 contos. A CML logo se dispôs a subscrever cerca de 60 000 contos (40% do previsto aumento) dentro dos compromissos que assumira.

[3] J. Gonçalves Figueira "Bases Geotécnicas do ML" Rev. da Ordem dos Engenheiros; ano IX n.° 93, Lisboa 1951.

No dia 1950.06.22 a CCFL, baseando-se no relatório elaborado por um agrupamento técnico britânico de sua confiança, que consultara, dava conhecimento do que as conclusões "são no sentido de que, embora tecnicamente realizável, a construção do metropolitano não oferece condições económicas de êxito".

Lançado o descrédito, o público nada subscreveu, nem tão pouco os outros accionistas, resultando que o Metropolitano de Lisboa, SARL se tornou de facto uma empresa municipal, detendo 97% do capital.

Entretanto, a Sociedade emitiu uma nota para esclarecimento através dos órgãos de comunicação social, em seguimento de outras que enviou aos jornais em 9, 10 e 11 de Junho de 1949.

A partir daí a CCFL veio a enviar uma carta ao ML, expondo as suas razões:

1. ML prevê que o capital necessário à instalação das linhas n.º 1 e 2 se eleve a 700 000 contos; a CCFL estima que serão necessários 900 000 a 1000 000 contos.

2. Não crê a CCFL na justeza da previsão, pelo ML de 108 milhões de passageiros; chega a valores de apenas 60 milhões, a que corresponderá a receita anual de 55 000 contos.
   Este tráfego equivaleria a 3,1 milhões de passageiros anualmente por quilómetro de linha, em vez dos 5,5 milhões de plano da 1ª fase (19,5 km) que a Sociedade elaborara.

Em 1950 adquirimos a convicção da impossibilidade de arrancar com o empreendimento, enfrentando os encargos financeiros meramente com o recurso ao capital accionista.

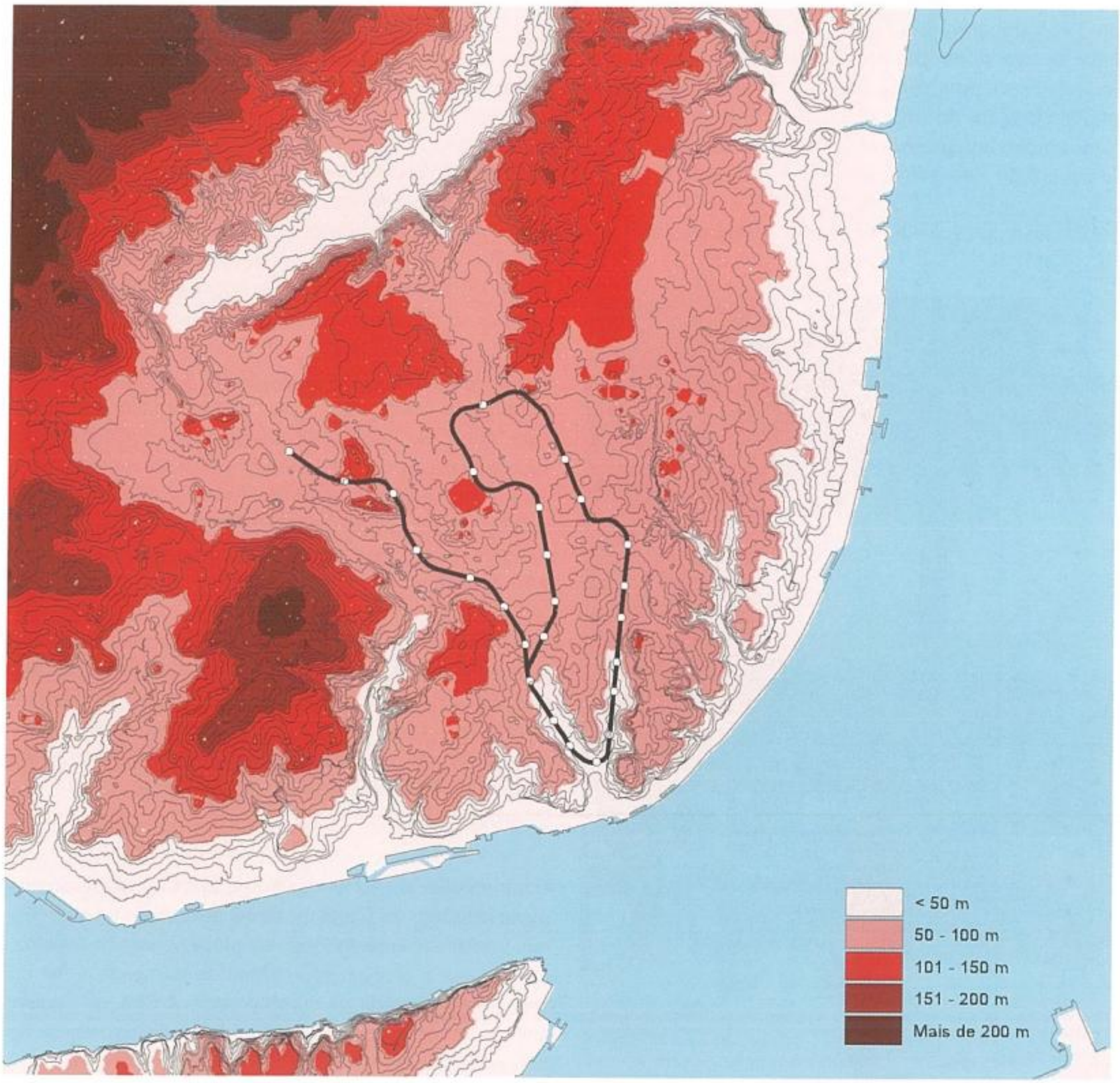


Fig. 4 - Traçado do Metropolitano sobre a carta corográfica do Concelho de Lisboa



Fig. 5 - Condições de desenvolvimento arbóreo na Av. da Liberdade.

Em 1953 debateram-se duas posições: adiar uma vez mais, ou abandonar o plano. Prevaleceu a 2ª posição, a Sociedade disponibilizou-se para demonstrar que a implementação do transporte subterrâneo era uma contribuição indispensável à resolução dos problemas de circulação à superfície.

Por decisão do Conselho Económico foi autorizada, por Decreto-Lei n.º 39 795 de 1954, a emissão de obrigações no montante de 150 000 contos em três anos, à qual o Estado deu o seu aval.

Esta decisão foi suficiente para que publicações como "O Volante", "Os Transportes", "O Jornal do Comércio" e outras, reiniciassem as campanhas de mal dizer, denegrindo o interesse da proposta:

- o traçado do metropolitano vai servir a zona central já congestionada quando devia ligar entre si as populosas áreas periféricas, em vez de insistir na crónica concentração urbana;
- a solução metro não passa de um complemento das linhas dos "eléctricos" de superfície; a grande novidade agora é o monocarril, de grande velocidade e de traçado elevado relativamente à superfície do terreno;
- o metropolitano é um modo de transporte altamente dispendioso que só poderá certamente subsistir com tarifas muito mais elevadas do que as actuais (50 a 100 cêntimos por viagem), etc.




Fig. 6 - Condições de desenvolvimento arbóreo na Av. da Liberdade.

Eram críticas sem consistência e que não tiveram quaisquer consequências; concentrou-se depois na campanha organizada pelo "Diário Popular" que mobilizou as forças vivas da cidade para impedir a realização do projecto Gonçalo Teles que pretendia melhorar as condições de desenvolvimento do arvoredo da Av. da Liberdade, fotos 5 a 7.

O metropolitano não foi atingido e, após os esclarecimentos necessários, os trabalhos de construção do túnel seguiram paulatinamente ao longo da placa poente da Avenida, repondo-se o alinhamento central de palmeiras, a fim de assegurar a simetria da mancha verde. A CML conseguiu, apesar de tudo, aumentar a frondosidade da vegetação anteriormente existente no local.

Concluímos, deste modo, o 1° escalão da rede, com 6,5 km de extensão entre Restauradores e Marquês de Pombal, com bifurcações até Entre Campos e Sete Rios. Neste último local se instalou o 1ª parque de material e oficinas (PMO I) tendo a linha três estações terminais: Restauradores, Entre Campos e Sete Rios, num total de onze estações, que foi inaugurada em 1959.12.29; tinham decorrido dez anos sobre a data da outorga da concessão.

Dada a escassez dos recursos, o comprimento dos cais foi reduzido para 40 m, correspondente à circulação de composições de duas carruagens, com capacidade, nas horas de ponta, para o transporte de 10 000 passageiros por hora em cada sentido. Tudo ficou previsto para que as plataformas dos cais viessem a ser ampliadas (a partir de 1970) para 75 m; no 1° escalão as três estações terminais e a estação Marquês de Pombal ficaram dimensionadas para cais de quatro carruagens. Esta excepção resultou de se ter admitido a possibilidade de vir a operar com composições de duas carruagens parando em todas as estações alternadamente com composições de duas carruagens, de comboios expresso. Esta hipótese chegou a ser experimentada, e posta de lado por dificuldades práticas.



Fig. 7 - Condições de desenvolvimento arbóreo na Av. da Liberdade.

Quando o Metropolitano de Lisboa foi inaugurado, existiam no Mundo 21 redes em operação:

| Cidades | Data da inauguração | Cidades | Data da inauguração | Cidades | Data da inauguração |
|---|---|---|---|---|---|
| Londres | 1863 | Filadélfia | 1907 | Osaka | 1933 |
| Nova Iorque | 1868 | Hamburgo | 1912 | Copenhaga | 1934 |
| Chicago | 1892 | Buenos Aires | 1913 | Moscovo | 1935 |
| Budapeste | 1896 | Madrid | 1919 | Estocolmo | 1950 |
| Boston | 1897 | Barcelona | 1924 | Toronto | 1954 |
| Paris | 1900 | Atenas | 1925 | Sampetersburgo | 1955 |
| Berlim | 1902 | Tóquio | 1927 | Roma | 1955 |

No dia 29 de Dezembro o público não utilizou o novo modo de transporte como passageiro, mas como espectador, em romaria, para ver como era por dentro e apreciar a novidade de se deslocar por debaixo do chão, e a festa continuou; no dia 31 de Dezembro grande número de lisboetas resolveu fazer a passagem do ano no metropolitano. Entraram munidos de merendas e garrafas e, ao soar da meia noite, o barulho foi ensurdecedor. À harmónica dos reco-recos e gaitas, juntava-se a sinfonia da percussão em latas, pandeiros, pandeiretas, tachos velhos e tambores.

Provavelmente esquecidos de que o metropolitano interrompe a circulação às 1,00 horas, ainda a poucos minutos desta hora havia grandes bichas para entrar na estação Restauradores. O serviço desorganizou-se uma vez mais, as composições circulavam com atraso, tendo sido vedadas as correspondências entre cais em todas as estações excepto Rotunda (hoje Marquês de Pombal).

Identifica-se actualmente, em todo o mundo, a existência de mais de mil áreas metropolitanas cuja população excede, largamente, em todas elas, o milhão de habitantes; apenas 150 já estão dotadas de modos de transporte modernos, bem organizados.

Em Lisboa a expansão das linhas prosseguiu sempre a ritmo lento (Fig. 8). Quanto à procura, apenas uma anotação: em vez do transporte anual de 5,5 milhões de passageiros por quilómetro de via dupla, operando a 1ª fase (19,5 km), aquela previsão veio a ser ultrapassada com apenas 8,5 km de via dupla, tinha-se então chegado à estação Anjos (ver gráficos na página 11).

Em consequência disto, em 1973 iniciámos a ampliação do comprimento dos cais para 105 m (em vez dos 75 m previstos no plano geral), de forma a comportar a utilização de composições de 6 carruagens em todas as estações, correspondendo à capacidade de transporte de 30 000 passageiros/hora nos dois sentidos de circulação, em período de ponta.

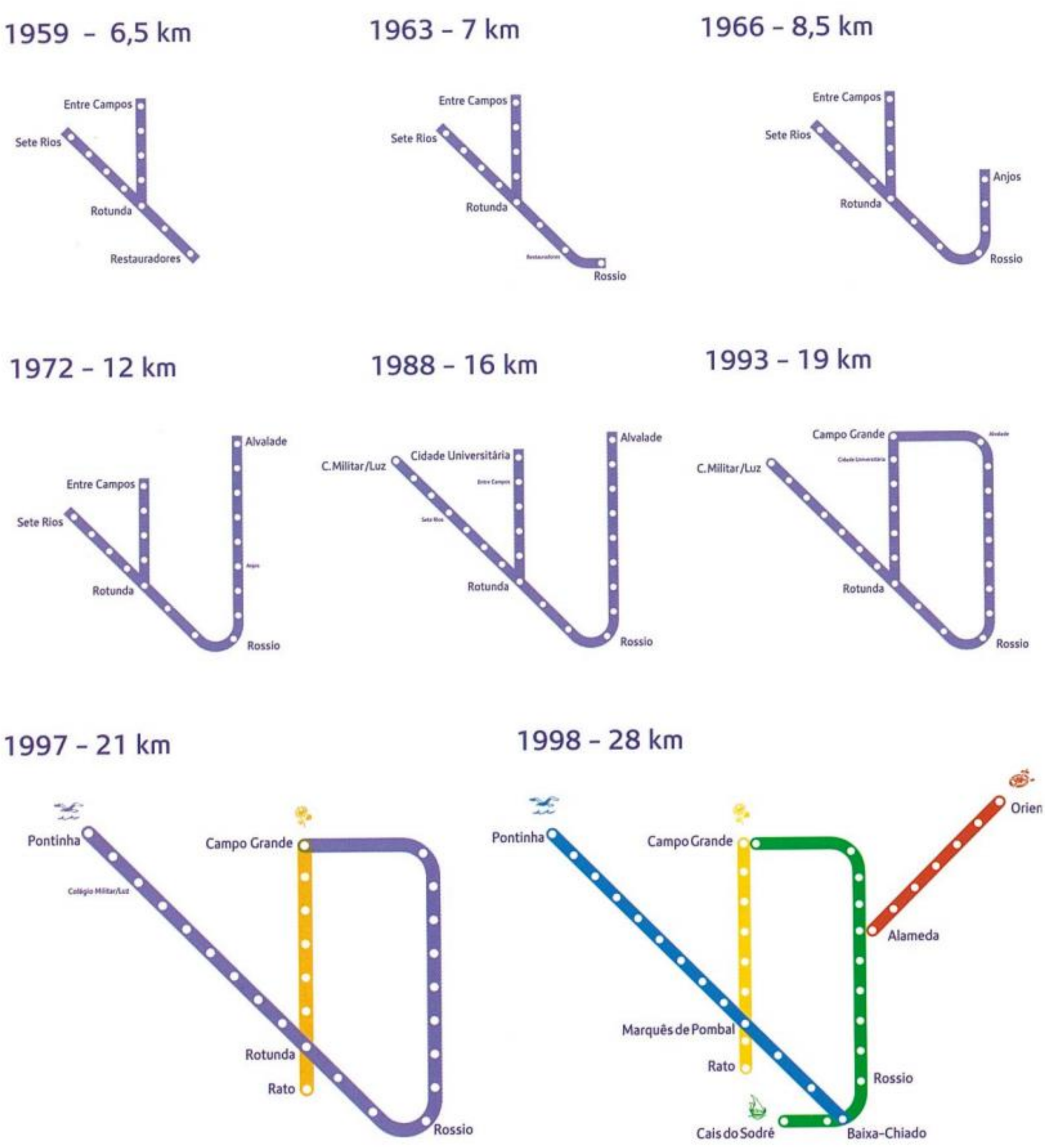



Fig. 8 - Evolução da rede do ML

A Sociedade foi nacionalizada em 1975 tendo passado em 30 de Dezembro de 1978 a constituir uma Empresa Pública, pessoa colectiva de direito público, com prerrogativas de autoridade e privilégio de execução prévia, denominada "Metropolitano de Lisboa, E.P.".

De acordo com os novos estatutos então publicados, a Empresa, já não mais vinculada a uma concessão, passou a poder desenvolver, por direito próprio, o seu específico serviço público de transporte de passageiros também à superfície e ainda poder operar novas modalidades de transporte de passageiros.

Com este reconhecimento Lisboa deixara de ser a cidade do "Centímetro". O "Metro de Lisboa" já era então reconhecido como verdade, sem oposição.

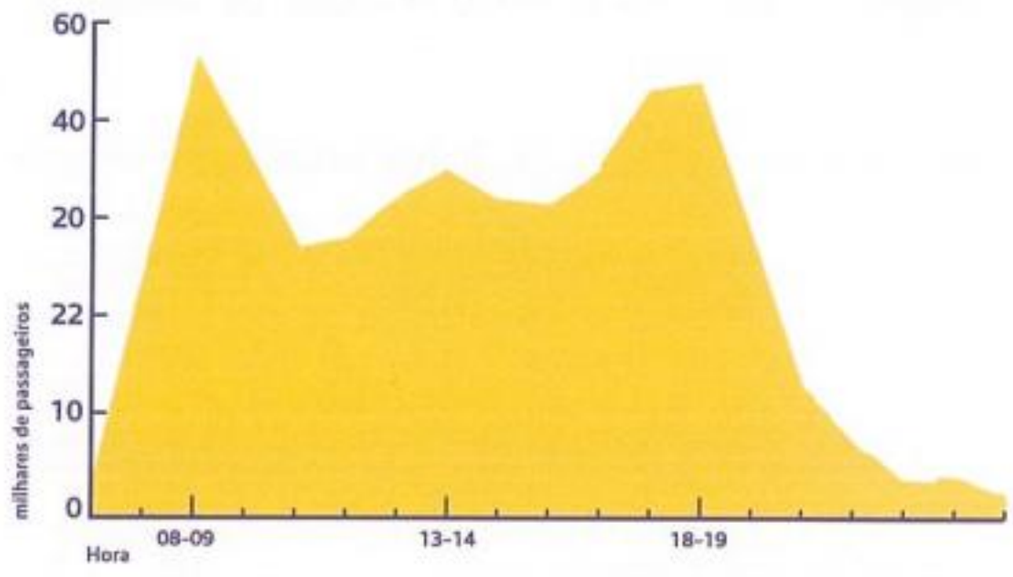



Fig. 9 – Passageiros entrados na rede ao longo do dia


# Construtora do Tâmega, SA

EMPREITEIROS DE OBRAS PÚBLICAS E CONSTRUÇÃO CIVIL

Barragens

Auto-Estradas
Estradas

Aeroportos

Pontes

Canais

Edifícios
Urbanizações



uma empresa dinâmica
virada para o futuro

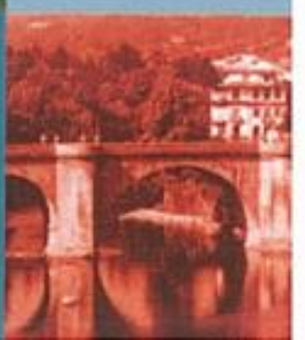
**Bucelas**
Cabeço da Rosa, Apartado 759,
2670-601 Bucelas
Tel. 219 589 700
Fax 219 589 765
tamega@mail.telepac.pt

**Amarante**
Rua Cândido dos Reis, 171,
Apartado 9, 4600 Amarante
Tel. 255 410 600
Fax 255 432 397

**Porto**
Rua Elísio de Melo, 28,
1º, s/1-4, 4000 Porto
Tel. 222 004 888
Fax 222 054 769

**Funchal**
Rua da Conceição, 101, 1º B,
9050 Funchal
Tel. 291 230 340 / 0 826
Fax 291 221 665

**Moçambique**
Av. Zedequias Manganhela, 520,
7.º, CP 1238 Maputo
Tel. 00 258 1 491 327 / 425 282
Fax 00 258 1 425 282






▶ ▶ **Controlo Automático de Comboios.** Para a Alcatel, o mais importante são os resultados dos seus clientes. Por isso, desenvolvemos as soluções mais eficazes para tornar o seu sistema de controlo de tráfego mais seguro, fiável e fácil de operar. As nossas avançadas tecnologias permitem que os seus comboios circulem de forma mais eficiente e com maior frequência, prestando um melhor serviço aos seus clientes. A Divisão de Automação de Transportes da Alcatel combina competência total em duas áreas-chave: sinalização e telecomunicações. O resultado final é uma gama completa das mais avançadas soluções tecnológicas para ajudá-lo a optimizar as suas operações. E os seus resultados... **Alcatel, Automatizando a Sua *Performance*.**

**www.alcatel.com**

ALCATEL



Eng. Silva Neves
*Chefe do Departamento de Comando e Controlo de Operações*

# A Operação no Metropolitano de LIsboa

## 1 – Histórico

A linha inaugural do Metropolitano com a sua forma em "Y", exigia um esquema de operação cuidado que garantisse a regularidade – que se tornou quase uma obsessão na Empresa – aliada a uma frequência elevada.

A estação do Marquês de Pombal, então Rotunda, era o ponto critico de todo este esquema.
A concessão exigia que o intervalo máximo não ultrapassasse 5 minutos, mais tarde negociado para 6 minutos, deixando que o intervalo mínimo fosse estabelecido em função da procura.
Esta primeira linha com 6,5 km de comprimento, além dos constrangimentos impostos pela forma, terminava na estação Restauradores, num término provisório, de via única, com um aparelho de via cujas agulhas faziam o retorno por mola para minimizar o tempo de inversão.
Nesta linha, explorada com comboios de duas carruagens, os intervalos mínimos praticados atingiram os 2' 30".
Os sucessivos prolongamentos ( Rossio e Anjos) tiveram sempre términos provisórios o que não impediu que se atingissem performances de qualidade no que diz respeito a intervalos. O valor mínimo praticado na estação Anjos foi de 2 minutos, embora com recurso a maquinista de reforço.
Em 1972, quando se atingiu Alvalade, já com 11,9 km de linha, foi construído um término de grande capacidade, sendo então possível praticar intervalos de 2 minutos, com comboios de duas carruagens mas sem recorrer a maquinistas de reforço
Apesar do estrangulamento do Marquês de Pombal a linha tinha, porém, uma característica favorável, já que os ramos do "Y", que partiam de Jardim Zoológico (Sete Rios) e Entre Campos tinham tempos de percurso quase iguais. Tornava-se assim mais fácil ter uma cadência regular de entradas em Marquês de Pombal.

Os prolongamentos até Colégio Militar e Cidade Universitária alteraram este equilíbrio nos dois ramos, obrigando a uma gestão muito rigorosa dos tempos de percurso e de inversão nos términos para manter a regularidade.
Esta situação manteve-se até 1995.

## 2 – Bases do Funcionamento Operacional

Dois princípios deram forma à operação na fase inaugural e mantêm-se válidos hoje:

a) Segurança da Circulação:
O Metropolitano definiu sempre como bandeira do serviço prestado a segurança e fez deste principio uma cultura de Empresa que cada um dos seus trabalhadores, directa ou indirectamente ligado à operação, sente como preocupação sua e como objectivo permanente.
Ninguém pode ter a pretensão de uma segurança absoluta mas o Metropolitano pode oferecer aos seus clientes padrões muito elevados e ao nível do que de melhor se pratica a nível internacional. É disso aval "a irrelevância estatística" dos acidentes com passageiros como foi definida por uma empresa internacional da especialidade.

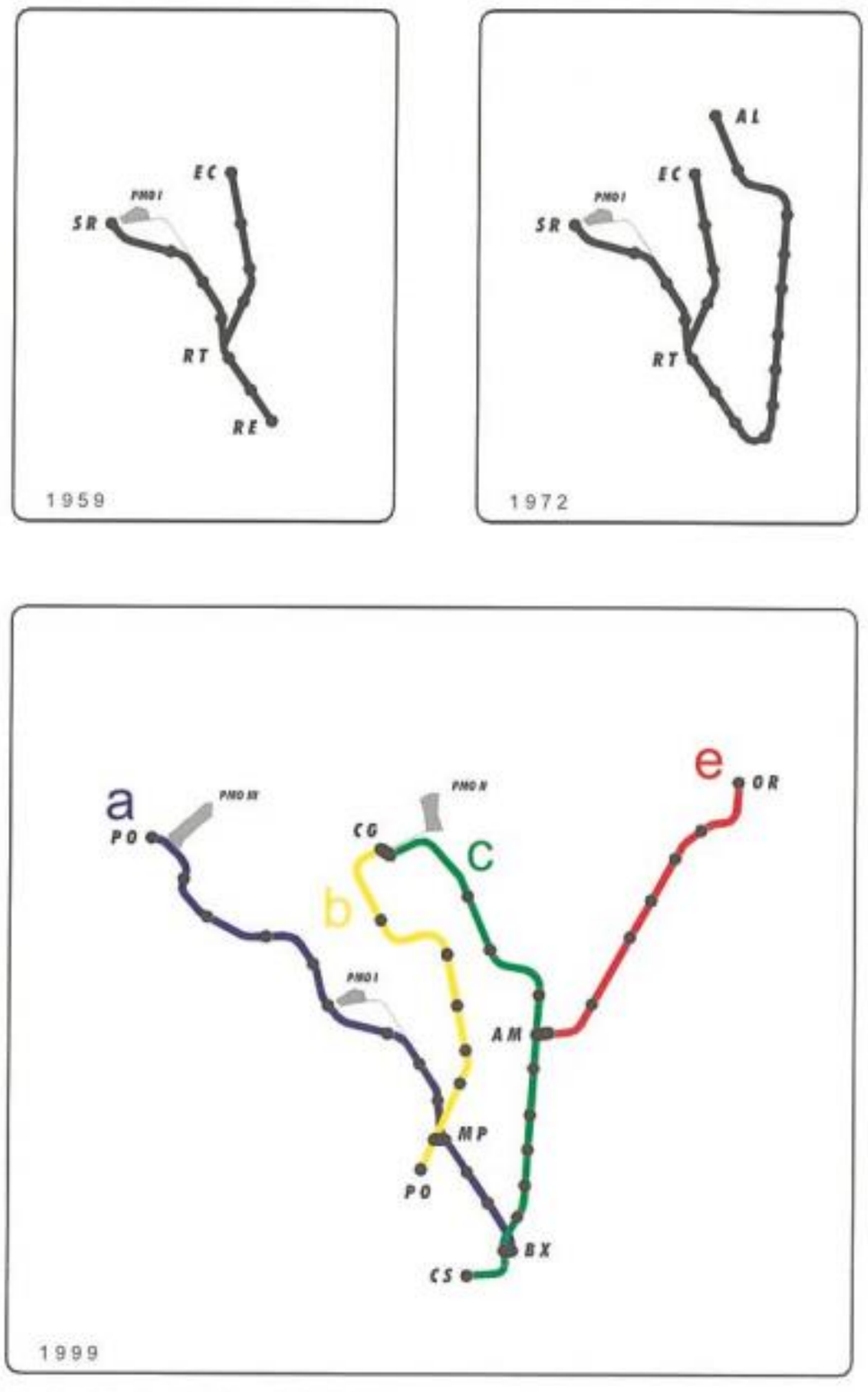



Fig. 1 – Evolução da rede do ML.



Fig. 2 - Sinalização automática. Aspecto dum sinal composto.

b) Primado do Serviço:

A filosofia base de qualquer intervenção ao nível das infra-estruturas é de que tem que ser feita sem afectar o serviço operacional. O serviço de passageiros tem uma duração diária de 19h30m, deixando à manutenção e limpeza umas escassas 4h30m. Uma programação muito rigorosa tem permitido que as perturbações no início do serviço sejam despiciendas em quarenta anos de serviço.

Mesmo as interferências dos diversos prolongamentos no normal funcionamento da linha tem sido reduzidas a níveis muito baixos se tivermos em conta o volume de obra e as transformações envolvidas. Basta recordar que a desconexão da linha no Marquês de Pombal apenas interrompeu o acesso à Baixa num fim de semana e os sucessivos prolongamentos a partir de Jardim Zoológico, Colégio Militar, Entre Campos - Cidade Universitária e Alvalade se fizeram sem perturbações no serviço de passageiros.

Balizam e dão corpo a estes princípios uma organização ajustada às sucessivas fases de desenvolvimento e os meios tecnológicos que a evolução vai disponibilizando. São de referir:

- Sistema de sinalização:

A sinalização, tipo fail-safe, assenta numa filosofia de cantonamento automático, permitindo um intervalo teórico entre comboios de 90 segundos. Além de alguns aspectos inovadores para um sistema concebido nos anos 50 a sua fiabilidade é confirmada pelo bom funcionamento, quarenta anos depois, de alguns troços residuais onde a sinalização inicial se mantém em funcionamento.

- Regulamentos de Operação:

As regras de operação impostas desde a primeira hora tiveram duas preocupações básicas: segurança e simplicidade. Estes regulamentos sofreram um primeiro ajustamento em 1983 e estão a ser revistos e adaptados aos novos equipamentos ainda que os princípios de segurança se mantenham inalteráveis.

- Selecção e Formação de Pessoal:

A selecção do pessoal da Operação obedece a critérios muito rígidos, através de exames médicos e psicotécnicos em que os índices de seleccionados face aos concorrentes são muito baixos. O acompanhamento médico permanente dum gabinete de Medicina de Trabalho – aspecto em que o Metropolitano foi pioneiro – com exames periódicos assegura a manutenção da capacidade do pessoal.

A formação, apoiada por técnicos do Metropolitano, é feita por uma Empresa da especialidade e baseada num princípio simples. Na operação as admissões são feitas para os escalões mais baixos da carreira e a sua formação é feita por fases. Um período de aprendizagem seguido dum período de trabalho. Qualquer promoção é precedida de selecção baseada numa avaliação de desempenho e de capacidade e de novo período de formação. Fomenta-se que apenas os mais aptos atinjam os postos mais elevados da carreira.

- Sistema de Comunicações e de Informação:

A Central de Operações, centro de comando de toda actividade operacional, é, antes de tudo, um centro de informações onde se concentram os dados de estado e de comando da sinalização e energia, posicionamento permanente dos comboios e teleinformação do tráfego. A Central de Operações está equipada com uma rede interna de telefones, um equipamento de radiotelefone para os comboios em circulação, um sistema rádio para os meios móveis de manutenção e uma rede de informação sonora e de teleinformação escrita para todas as estações permitindo-lhe receber a informação, tomar decisões e informar os clientes em tempo real.



Fig. 3 - Mesa de condução do material circulante da última geração.

## 3- Evolução

O serviço de passageiros começou com comboios de duas carruagens e dois agentes por comboio.
A capacidade oferecida com comboios de duas carruagens, apoiada numa sinalização clássica, atingiu o seu limite em 1975, com intervalos de 2 minutos, no troço Marquês de Pombal - Alvalade e de 4 minutos nos troços a norte de Marquês de Pombal.
A prática destes intervalos, com uma regularidade aceitável, foi possível graças a uma disciplina de actuação muito rigorosa e à elevada capacidade operacional do término de Alvalade.
A linha tinha apenas um Parque de recolha e manutenção, junto ao Jardim Zoológico, com acesso à linha em via única e uma frota reduzida que obrigava a que o primeiro escalão de manutenção fosse feito nos términos.
Em Setembro de1975, ainda com algumas estações com um comprimento de cais para comboios de duas carruagens – 40 metros – iniciou-se a exploração com comboios de quatro carruagens. A passagem a uma exploração com seis carruagens tem lugar vinte e quatro anos mais tarde.
A Operação com dois agentes a bordo, que começou por ser uma opção política e não técnica – aumentar o emprego ainda que com baixa produtividade – veio a revelar-se fundamental na fase da passagem a comboios de quatro carruagens. A existência de estações para comboios de duas e quatro carruagens obrigava o segundo agente a bordo a uma acção delicada e rigorosa no serviço de cais.
A oferta com comboios de quatro carruagens, fundamental para satisfazer a procura desde o início do serviço, às 6h30m, cedo se mostrou manifestamente excessiva a partir das 20h30m. Havia que adaptá-la, tanto mais que a crise energética obrigava a poupanças de energia.
Para dar resposta ao objectivo de poupança de energia desenvolveu o Metropolitano um sistema de ajuste da oferta reduzindo o número de carruagens por comboio a partir das 20h30m e ao fim de semana. A redução do número de carruagens por comboio é feita diariamente, nos términos, sem interferência na regularidade da operação e com absorção dos eventuais atrasos acumulados durante o dia. Por outro lado a redução do número de carruagens ao fim de semana permite oferecer um serviço de alta qualidade em termos de frequência e de capacidade sem aumentos significativos de consumo de energia. O serviço de fim de semana funcionou sempre como um referencial de qualidade, que se pretendia permanente, mas que os meios disponíveis nos anos setenta e oitenta não permitiam.

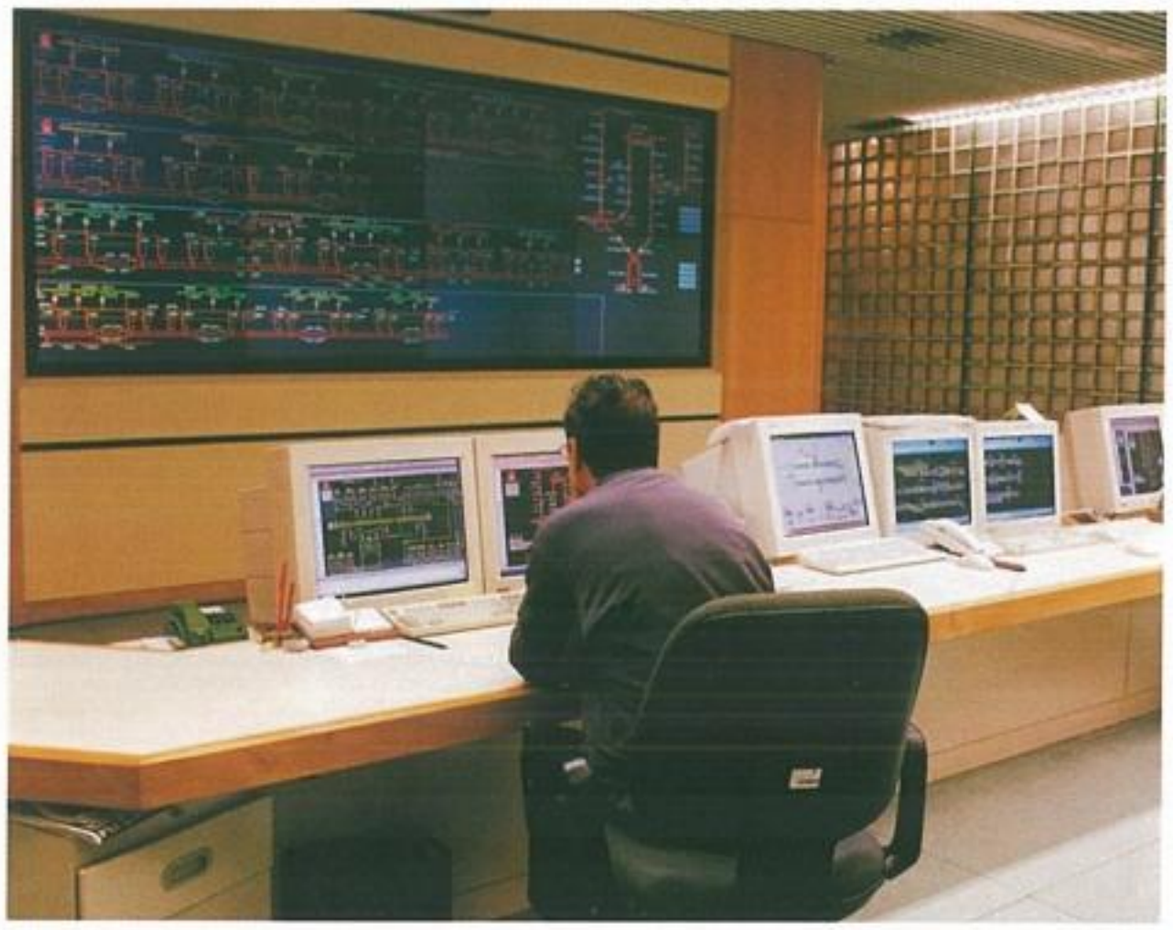


Fig. 4 - Central de Energia. Vista geral. Posto de Comando e sinóptico da rede de energia.

## 4 – A produtividade como factor de mudança

No final dos anos 80 foi definida uma política operacional de grande alcance que revolucionou a operação, exigiu alterações técnicas significativas e que, no entanto, passou completamente despercebida do grande público.

Esta política pode resumir-se numa frase simples: " Um agente por estação e por comboio".

A mudança começou a ser gizada alguns anos antes nas alterações estruturais indispensáveis à sua aplicação. Referem-se como essenciais:

- Uma nova concepção das estações com átrio central que permite a um agente o completo domínio do piso de acesso.
- O incremento da venda automática.
- A introdução de meios técnicos de concentração de informação e telecomando bem como maior facilidade e rapidez de comunicações.
- Sistemas de apoio ao pessoal tripulante colocados nos cais.
- Redefinição de funções do pessoal, promovendo a polivalência.

A recolha da informação e os terminais de comando tê por base a estação. A introdução do conceito de estação principal, base hierárquica do sistema, permite a um agente controlar e comandar todos os equipamentos dessa estação e das estações adjacentes – estações secundárias, – deixando para o agente de vendas a vigilância local e a assistência aos clientes.
"Um agente por comboio", que começou a ser implantado em 1995, a titulo experimental, nas franjas do ser-



Fig. 5 - Central de Circulações. Posto de Comando da Linha Amarela.

viço, foi um ano depois estendido ao fim de semana, de maneira quase discreta, mas com bons resultados. O serviço, em agente único, nas linhas Amarela e Vermelha abrange todo o período de exploração e, com novos meios de apoio em desenvolvimento e a completa renovação da frota em curso, será estendido às outras linhas. O agente único por estação é uma realidade desde 1995.

## 5 – O Futuro Próximo

A frota do Metropolitano está em remodelação tendo sido adquiridas 75 unidades triplas esta década, existindo um contrato para mais 38 unidades triplas, dotando a Empresa dum parque de material circulante de elevada qualidade, padrões de conforto e segurança acima da média. A unidade tripla passará a ser o módulo base de Exploração, que, com grande flexibilidade, permitirá o ajuste da oferta a unidades triplas ou sêxtuplas. A exploração com unidades sêxtuplas será a resposta à procura induzida pelo Eixo Norte-Sul (Fertagus) nas linhas Azul e Amarela.
O controlo do serviço de cais através de imagens colocadas num monitor na cabina do comboio, com base numa transmissão sem fios (e que simultaneamente permitirá a vigilância do compartimento de passageiros) será, em breve, o apoio ao serviço de portas em agente único a bordo para todos os comboios.

A implantação duma rede de armários de emergência nos cais e de "help points" em pontos menos vigiados das estações permitirão o contacto imediato de qualquer passageiro com um agente do Metropolitano em caso de anomalia que justifique uma intervenção personalizada no local.

O Sistema de Supervisão e Informação Técnica (SSIT) já em funcionamento em algumas das novas estações está a ser estendido a toda a rede. A informação de estado e o comando de todos os equipamentos duma estação (quadros eléctricos, escadas mecânicas, bombagem, ventilação, elevadores, etc.) estão reunidos num comando único, hierarquizado em três níveis: estação principal, linha e rede. O registo permanente de cada intervenção e das anomalias detectadas permite não só o histórico do funcionamento dos equipamentos como das intervenções e a base de dados criada, reunida numa consola técnica, permite trabalhos de telemanutenção.

Os sistemas Automatic Train Protection (ATP) e Automatic Train Operation (ATO), cujos ensaios decorreram este ano na Linha Vermelha, sobrepor-se-ão à sinalização clássica de cantonamento automático nesta linha e na Linha Amarela, prevendo-se a sua extensão às restantes linhas.
Este sistema tem associado o modulo Automatic Train Supervision (ATS) permitindo:

- O controlo continuo da velocidade do comboio.
- A paragem sempre num ponto pré-determinado da estação.
- A regulação automática da circulação, com recuperação de atrasos.
- A redução do tempo de inversão nos términos recorrendo à inversão automática.
- O controlo da distancia entre comboios reduzindo os intervalos.

São factores de qualidade associados ao sistema, que podemos reduzir em duas vertentes: mais segurança e melhor qualidade de serviço.



Eng. Rui Pina
*Técnico Superior da Ferconsult, SA*

Adjudicado no final de 1992, o Empreendimento das Linhas da Baixa, que incluiu projecto e construção, constituiu, pela sua dimensão, complexidade e impacte estratégico na rede de transportes da Área Metropolitana de Lisboa (AML), um dos maiores desafios do Plano de Expansão da Rede do ML da década de 90.

## Soluções Técnicas adoptadas no Empreendimento das Linhas da Baixa

Este Empreendimento envolveu a desconexão da rede então existente entre as estações Rossio e Restauradores, com os prolongamentos do ramal da Av. Almirante Reis (Linha Verde) a partir do Rossio, em direcção à Baixa/Chiado e ao Cais do Sodré; e do ramal da Av. da Liberdade (Linha Azul) a partir dos Restauradores, em direcção à Baixa/Chiado, Terreiro do Paço e a Santa Apolónia. Estes prolongamentos foram acompanhados pela materialização dos interfaces do ML com os sistemas ferroviário e fluvial (com a CP – nos Restauradores, Cais do Sodré e Santa Apolónia, e com os transportes fluviais – no Cais do Sodré e Terreiro do Paço)

Para resolver a contento, as dificuldades técnicas inerentes às características e diversidade geológicas, à ocupação de superfície e à minimização do impacto ambiental das obras, foi necessário utilizar uma panóplia de soluções técnicas que correspondem, sem qualquer dúvida, ao mais sofisticado que, a nível mundial, hoje se produz.

Foi assim necessário utilizar equipamentos de grande porte, como o "escudo", técnicas como o NATM, paredes moldadas, ancoragens, microestacas, Jet Grouting, injecções de compensação, injecções de solo, pré-esforço, transferência de cargas com macacos hidráulicos, para além dos processos construtivos tradicionais.

Os processos construtivos adoptados podem-se dividir em cinco grandes grupos:

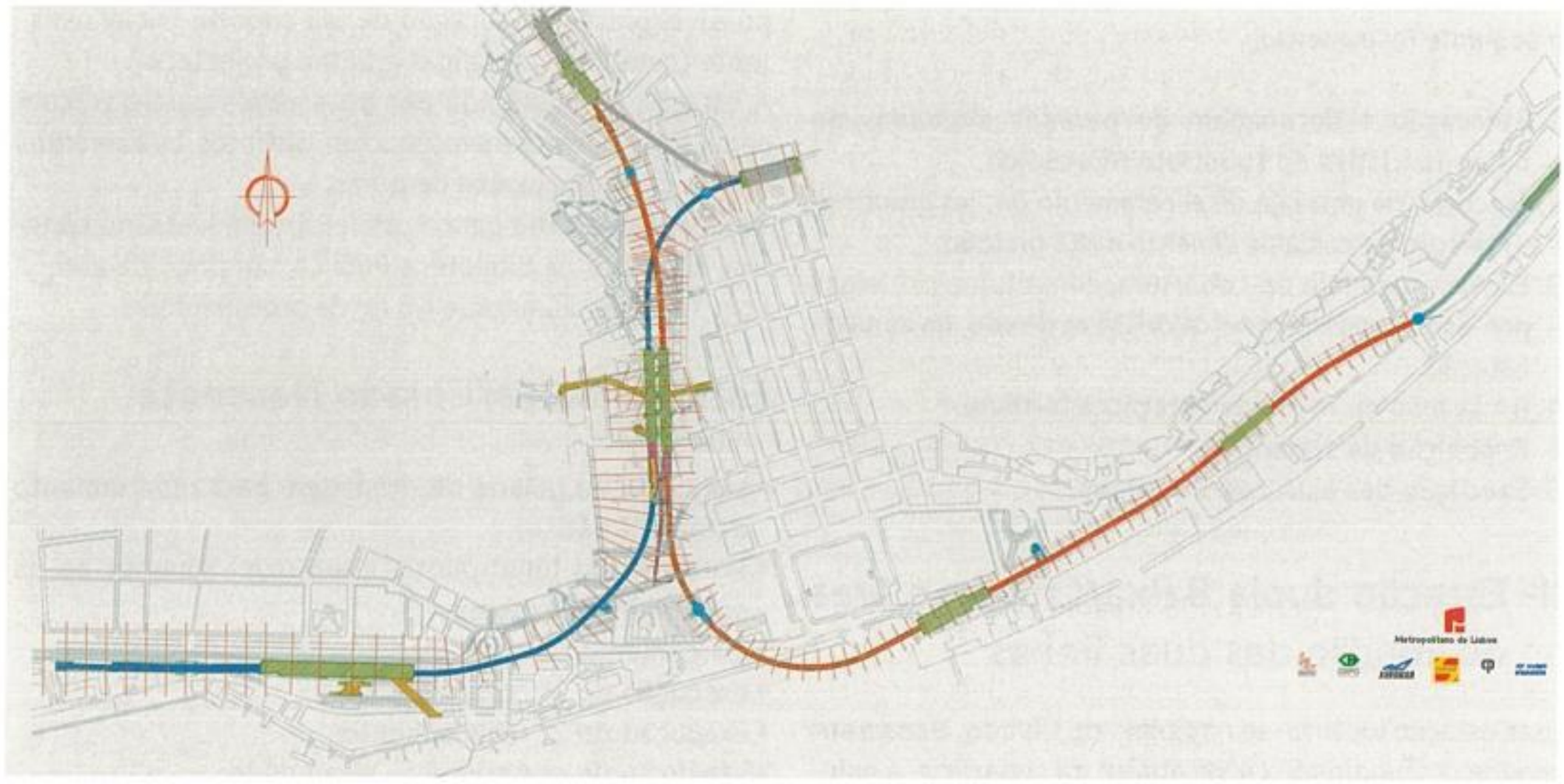
I – construção da Estação e Término do Cais do Sodré – Paredes moldadas

II – construção da estação dupla Baixa/Chiado e área de ligação das duas linhas – NATM

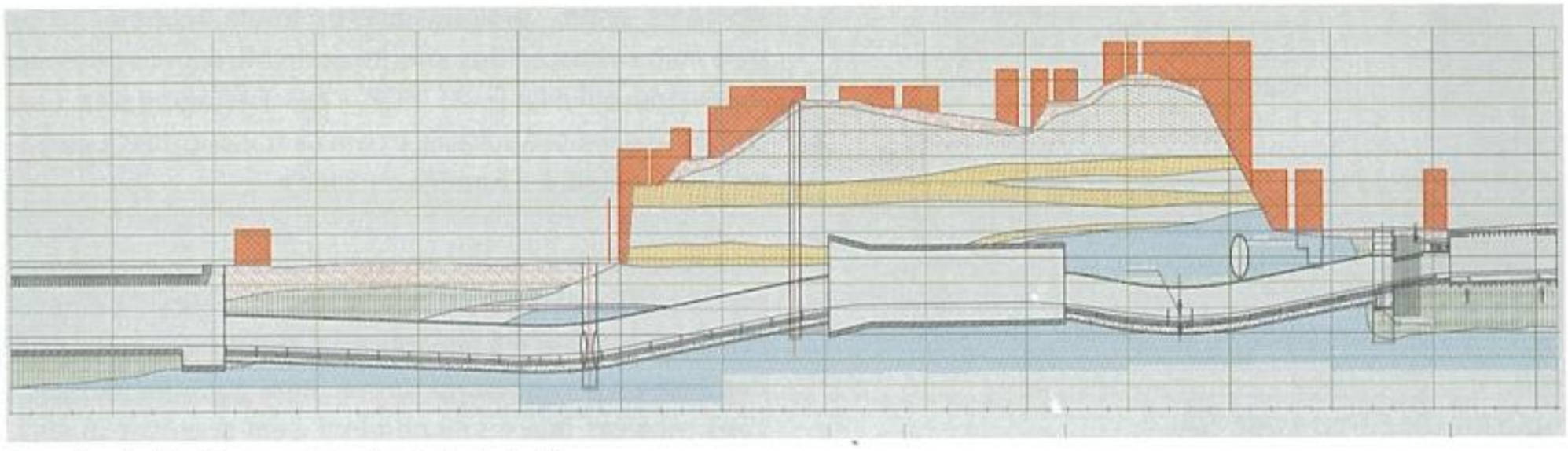
III – ampliação das estações Restauradores e Rossio – Obras de remodelação e ampliação

IV – construção de galerias – Escudo

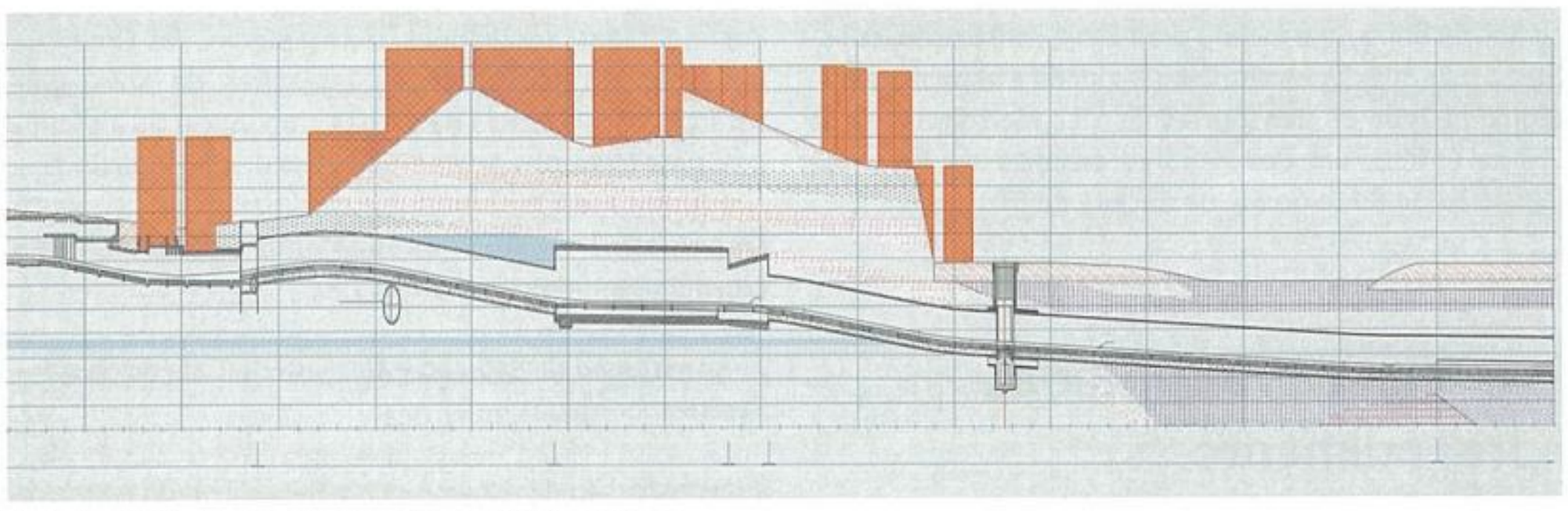
V – Obras acessórias – Poço de ataque, recalçamento de edifícios, tratamento de solos, interferência com ocupações de subsolo.




Planta do Empreendimento com indicação dos perfis de instrumentação



Corte longitudinal do troço Rossio – Cais do Sodré



Corte longitudinal do troço Restauradores – Terreiro do Paço

## I – Estação e Término do Cais do Sodré

Face às características geológicas e geotécnicas do local (aterros recentes e aluviões quaternários superficiais, com uma espessura variável entre 15 e 25 m de profundidade, recobrindo o substrato miocénico, e com um nível freático a cerca de 2 m da superfície), foi adoptado o seguinte faseamento:

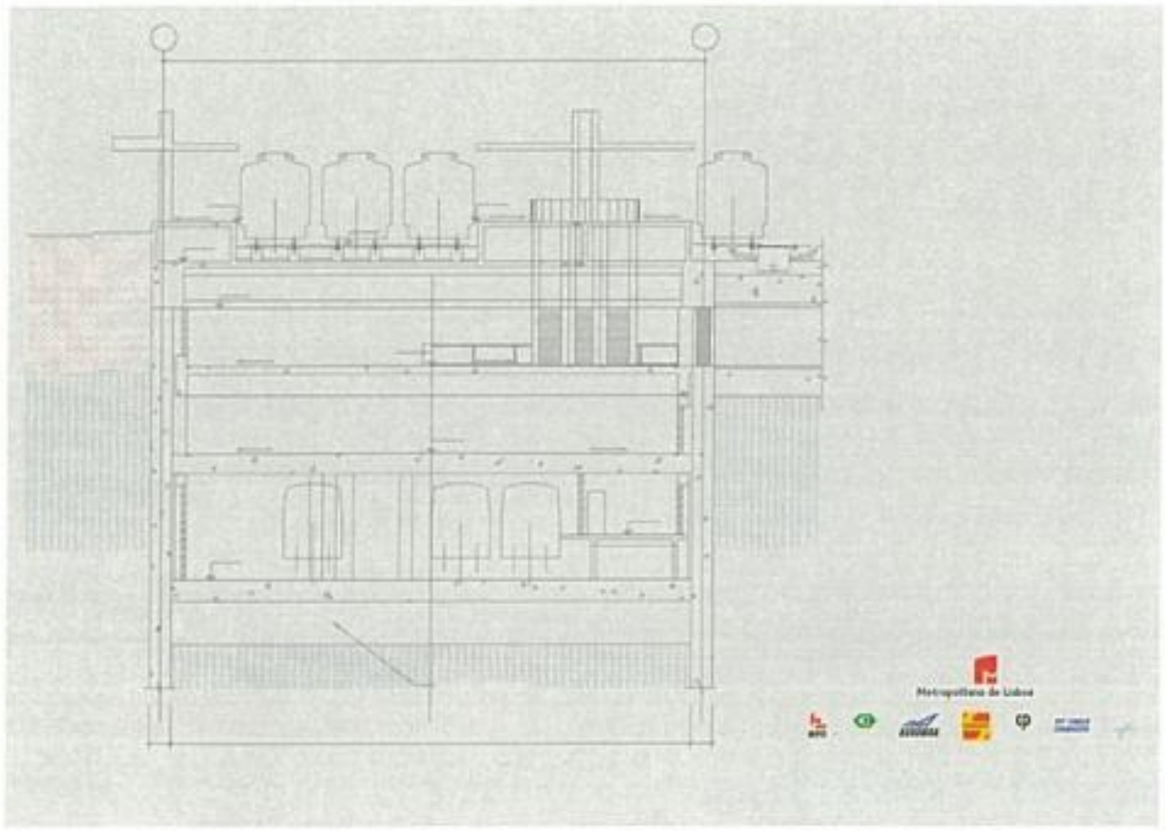
1. Escavação e betonagem de paredes moldadas de betão fundadas no substrato Miocénico
2. Execução de uma laje de escoramento de "jet grouting" – injecção de calda de cimento a alta pressão
3. Execução da laje de cobertura, constituída por vigas pré-esforçadas com cerca de 24 m de vão, na zona da estação.
4. Escavação do miolo da estação e término.
5. Reposição da superfície.
6. Execução das estruturas internas.

## II– Estação dupla Baixa/Chiado e área de ligação das duas linhas

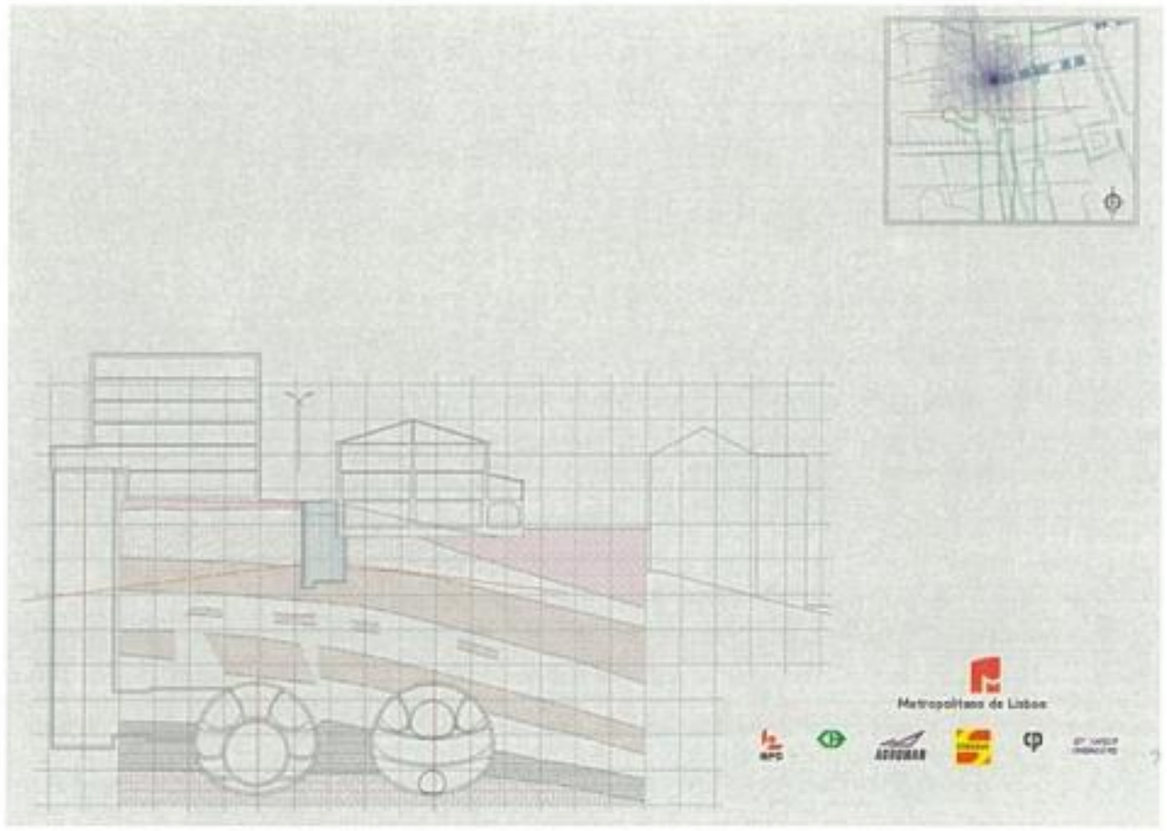
Esta estação localiza-se na Colina do Chiado. Dada a sua grande profundidade (45m abaixo da superfície, a estação mais profunda da rede do Metropolitano), e as características geotécnicas dos solos, além das enormes dimensões das suas naves, optou-se pelo "novo método austríaco de construção de túneis" (NATM). Este método de produção de espaço subterrâneo, com parcialização das secções a escavar, aproveita ao máximo a capacidade de auto-suporte dos solos para promover a estabilidade e segurança da frente de escavação, o que é possível graças à aplicação de um suporte inicial resistente (cambotas metálicas e betão projectado).
A estação é constituída por duas naves paralelas, com cerca de 240 m² de secção, com distintos faseamentos construtivos por razões de prazo.
Dada a área restrita para o estaleiro, foi necessário construir no Largo da Biblioteca Pública, um poço de ataque com 10 m de diâmetro e 46 m de profundidade.

## Estação Baixa/Chiado Nascente

- execução da galeria de drenagem para rebaixamento do nível freático;
- execução do túnel piloto, a um nível superior ao da galeria de drenagem;
- alargamento da abóbada;
- execução do 1° rebaixamento;
- execução do 2° rebaixamento;
- execução do revestimento secundário;
- execução das estruturas internas.



Secção transversal da estação Cais do Sodré



Faseamento construtivo da estação Baixa-Chiado

## Estação Baixa/Chiado Poente

- execução da galeria com o "escudo" na sua passagem entre o Cais do Sodré e o Rossio;
- drenagem do maciço a partir daquela galeria;
- alargamento da abóbada;
- execução do 1° rebaixamento, com desmontagem parcial do revestimento da galeria em "escudo";
- execução do 2° rebaixamento, com desmontagem do restante revestimento da galeria em "escudo";
- execução do revestimento secundário;
- execução das estruturas internas.

## III – Ampliação das Estações Restauradores e Rossio

Ampliação das Estações Rossio e dos Restauradores para comboios de 6 carruagens, de modo análogo às das restantes estações, com ampliação desta última a céu aberto e sua ligação por túnel à estação Rossio, da CP.

## IV – Construção das galerias com o "escudo"

As galerias da Baixa, são de via dupla e estão localizadas a profundidades muito variáveis, entre 2 e 45 m de profundidade, sempre abaixo do nível freático e atravessando camadas litológicas muito variáveis, nomeadamente aterros, aluviões, areolas, argilas e calcários.

Efectuadas as vistorias e os estudos de assentamentos, constatou-se que em alguns edifícios localizados sobre o traçado necessitavam de trabalho prévio de reforço das suas fundações (ex: edifício onde se localizam o Café Nicola, o Restaurante Pic-Nic, a Farmácia Azevedo, uma filial do BNU e edifício Calçada do Carmo).

As características geológicas dos solos, as profundidades dos túneis e a sua inserção no centro histórico da cidade, levaram à adopção de uma máquina tuneladora de escavação e construção de túneis, denominada "escudo" (shield), construída pela FCB / KAWASAKI, em Lille, França.

O "escudo" é essencialmente constituído por duas partes:

- o "escudo" propriamente dito, que executa a escavação e sustenta provisoriamente o túnel, mantendo a estabilidade da frente de escavação, equilibrando o ritmo de escavação e a extracção de terras.

- os reboques de apoio (em número de 5), que asseguram a logística, a colocação de revestimento do túnel e a remoção das terras escavadas, nos quais estão instalados todos os sistemas eléctricos, electromecânicos e hidráulicos auxiliares.

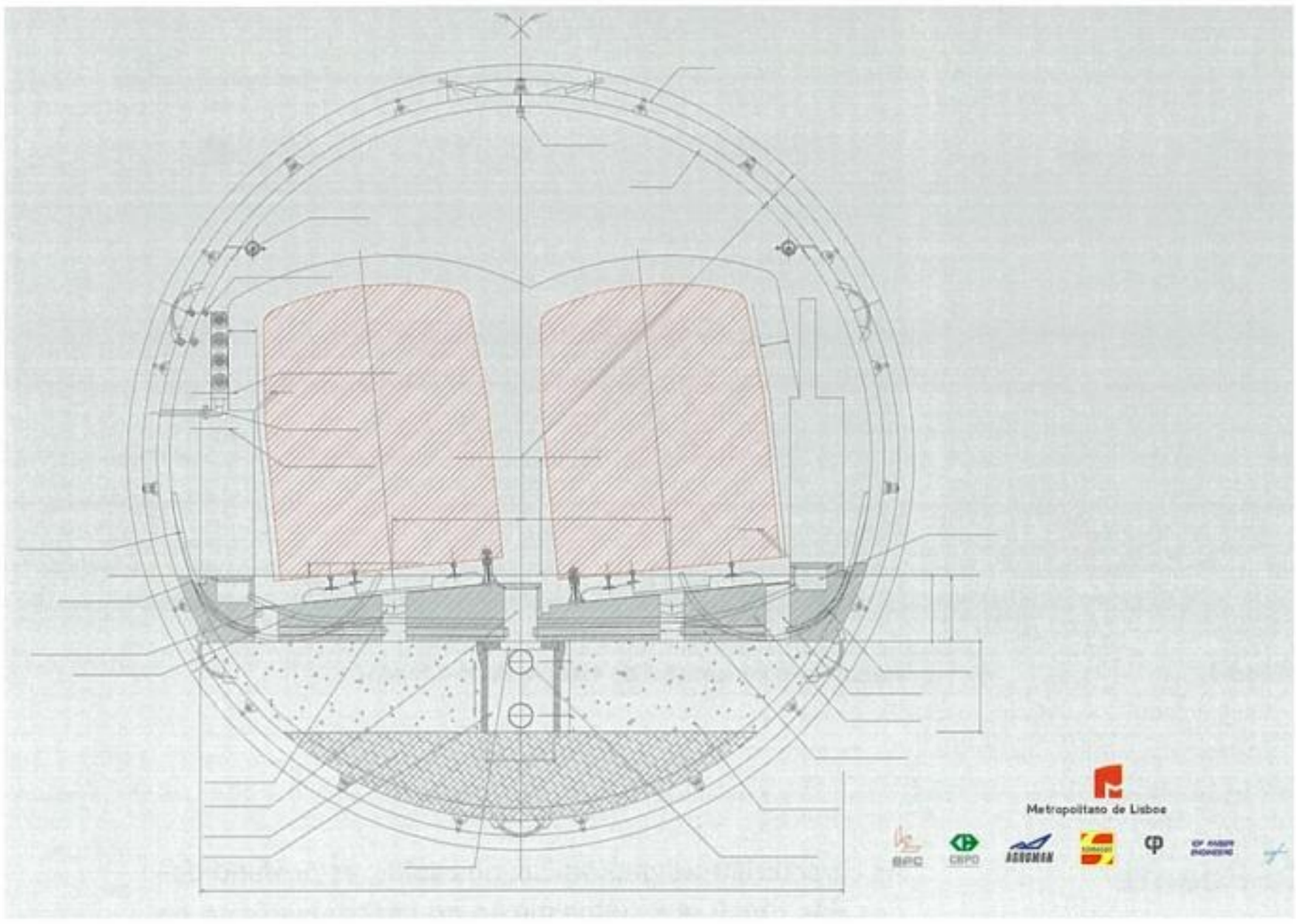
Tem um diâmetro de 9,70 m e pesa cerca de 700 toneladas, passando na sua cabeça de corte de 464 ferramentas.

Esta máquina dispõe de uma tecnologia sofisticada que permite grande flexibilidade de operações entre as quais se destacam:

- Manutenção da estabilidade da frente de escavação, assegurada pelo equilíbrio entre o ritmo de escavação e a extracção de terras, por meio de uma câmara de pressão, controlado por 6 sensores de pressão de terras;

- Retirada das terras da frente de escavação através de três tapetes transportadores, que se desenvolvem ao longo dos 5 reboques;

- Colocação do revestimento do túnel – anéis formados




Secção transversal da galeria executada com o "escudo"

por sete partes (aduelas), pesando cada uma delas cerca de 5,5 toneladas;

- Sistema monitorizado de comando e controlo, e guiamento por raio laser.

O "escudo" coloca o revestimento estanque e definitivo do túnel à medida que avança.

Cada anel de revestimento é composto por sete elementos pré-fabricados, de betão armado (as aduelas), do tipo universal, que são colocados pelo erector do "escudo" e fabricados numa instalação industrial a cerca de 30 km de Lisboa.

O anel depois de colocado serve de apoio aos macacos hidráulicos que propulsionam o "escudo".

As galerias executadas com o "escudo", tiveram o seguinte faseamento:

- Topo nascente da Estação CP do Cais do Sodré – Praça D. Pedro IV;
- Poço da Marinha – Largo Duque de Cadaval (com arraste na estação nascente da Baixa/Chiado).
- Poço da Marinha – Santa Apolónia.

## V – Obras acessórias

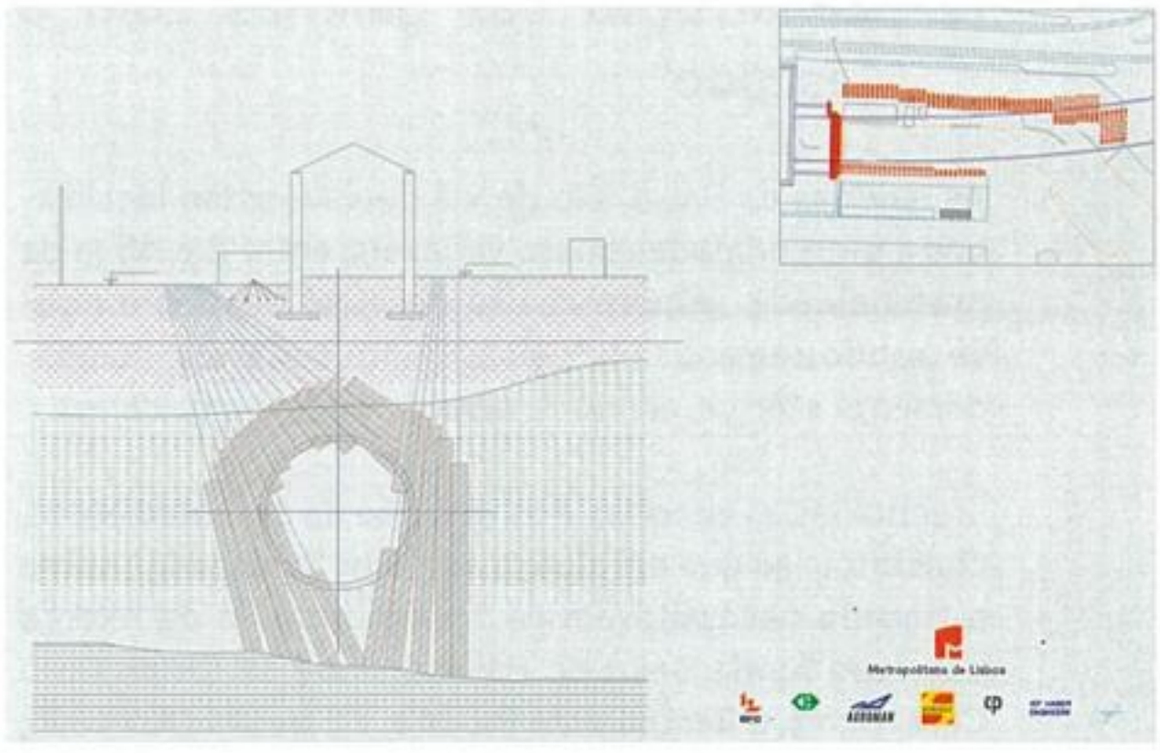
Relaciona-se a seguir as principais obras acessórias que foram executadas para o avanço do "escudo", apresentadas de forma sequencial de acordo com as diversas etapas de execução da obra:

1. Poço de introdução e estruturas auxiliares internas para arranque do "escudo" (troço 63°), incorporado na estrutura do topo Nascente da estação Cais do Sodré, incluindo estaleiro e equipamentos de apoio;

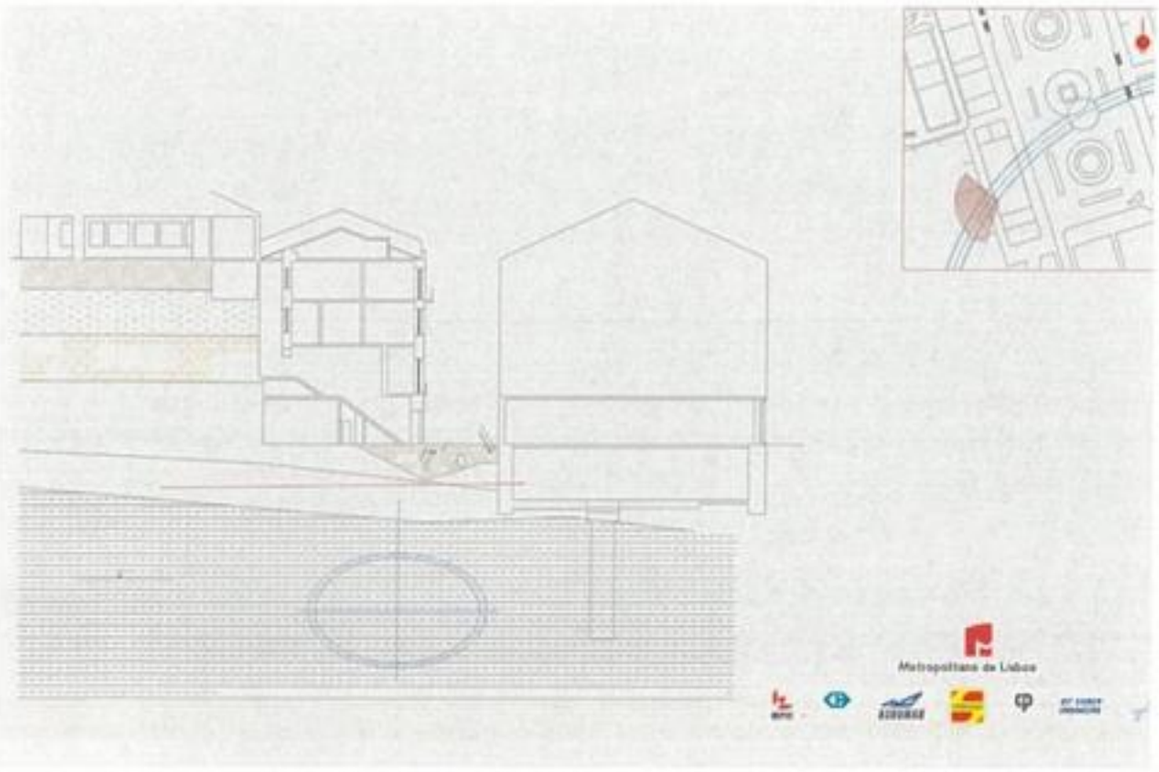
2. Tratamento por substituição do solo na região de emboque;

3. Tratamento do solo através de Jet-Grouting sob o prédio da estação CP Cais do Sodré;

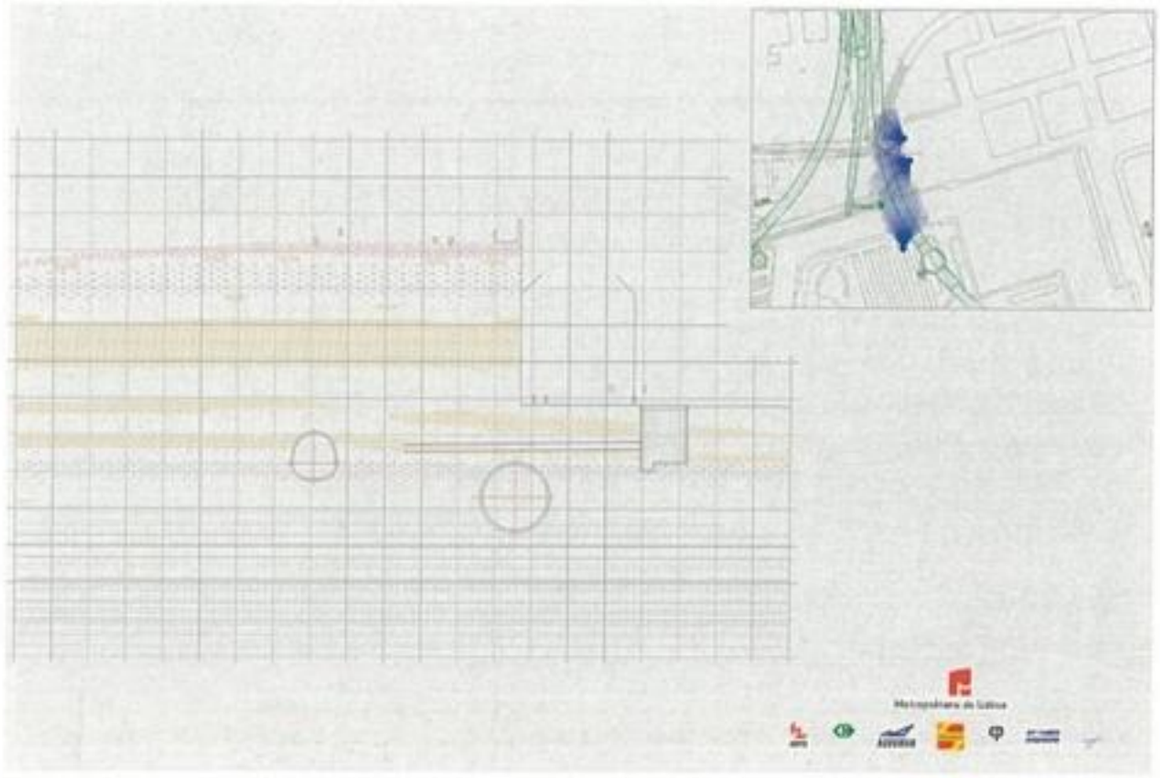
4. Substituição e recolocação de cerca de 300 metros de uma adutora 1200 mm da Av. Ribeira das Naus;




Jet-Grouting sob a estação CP do Cais do Sodré



Injecções de compensação sob o edifício da Rua 1° de Dezembro



Injecções de compensação na Praça do Município

5. Sustentação provisória, com micro-estacas, do edifício da APL (Portos de Lisboa) , à Av. Ribeira das Naus;

6. Injecções de compensação sob a rua e edifício à Rua 1° de Dezembro (Troço 62°);
7. Obras de sustentação e reforço do Café Nicola, Restaurante Pic-Nic e Farmácia Azevedos, à Praça do Rossio;
8. Tratamento por substituição do solo na região de desemboque junto ao Poço Rossio;

9. Poço do Rossio e estruturas auxiliares internas para chegada, desmontagem e retirada do "escudo", incluindo estaleiro e equipamentos de apoio;

10. Poço da Marinha e estruturas auxiliares internas para arranque do "escudo" em duas direcções (troço 61°), incluindo estaleiro e equipamentos de apoio;

11. Troços de túnel em NATM anexos ao Poço da Marinha, para permitir o arranque do "escudo" para Norte com o "back-up" mínimo e a operação do sistema de apoio associado;

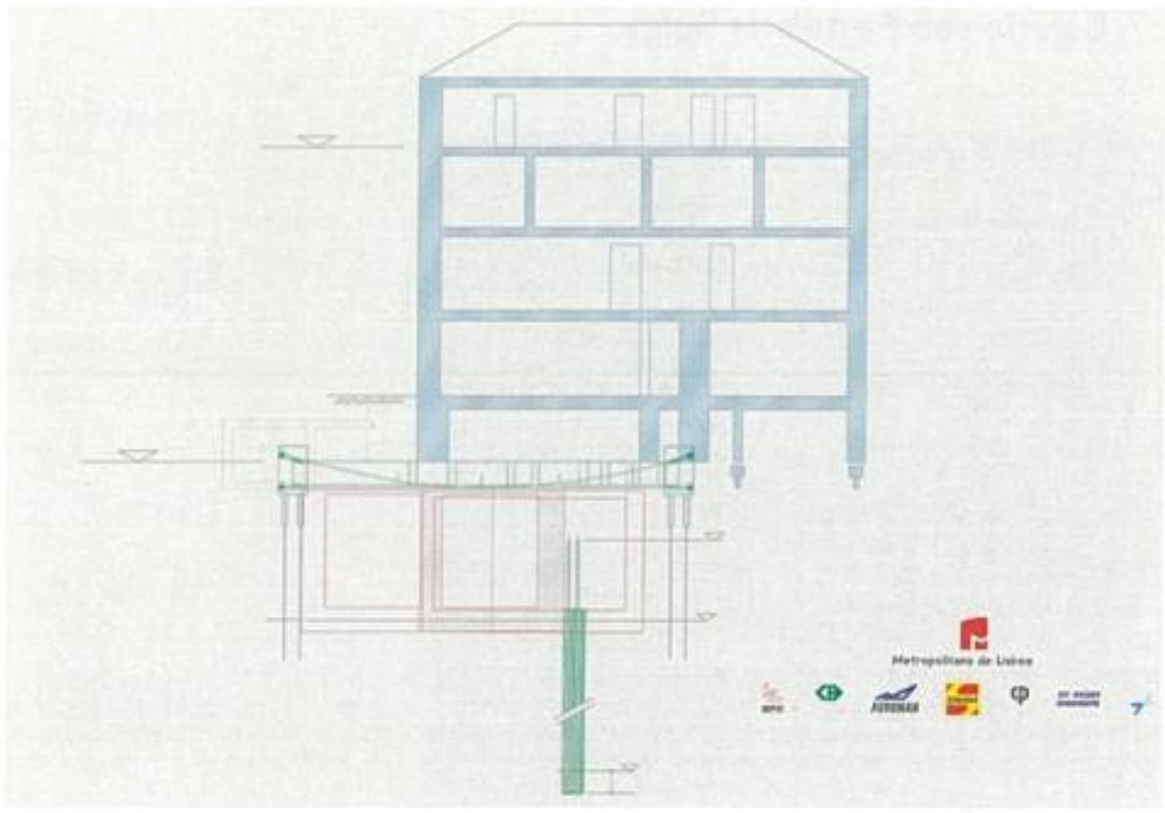
12. Injecções de compensação sob o Ministério da Marinha, e a Praça do Município;

13. Injecções de compensação na zona da estação Baixa/Chiado.

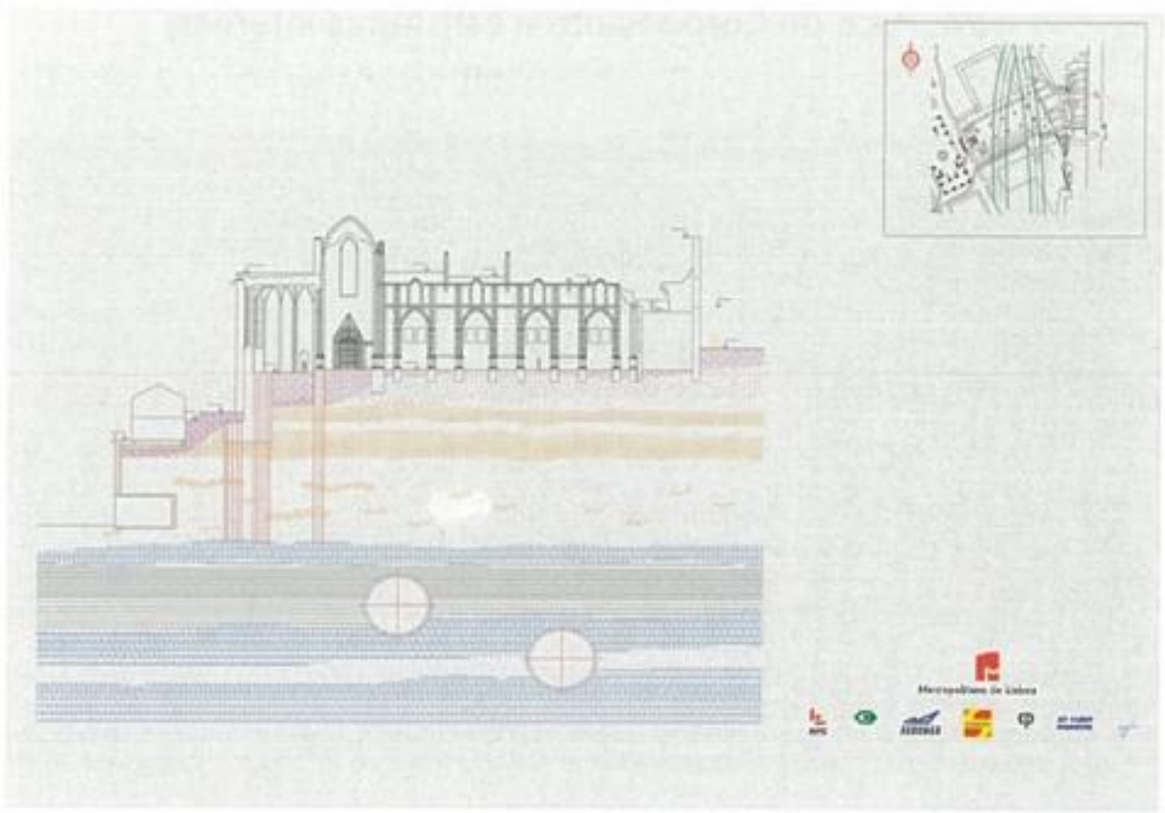
14. Tratamento anelar com Jet-grouting horizontal para desemboque do "escudo" na Área de Ligação Nascente;

15. Estruturas de deslizamento e re-arranque do "escudo" na estação Baixa/Chiado Nascente (troço 60°);

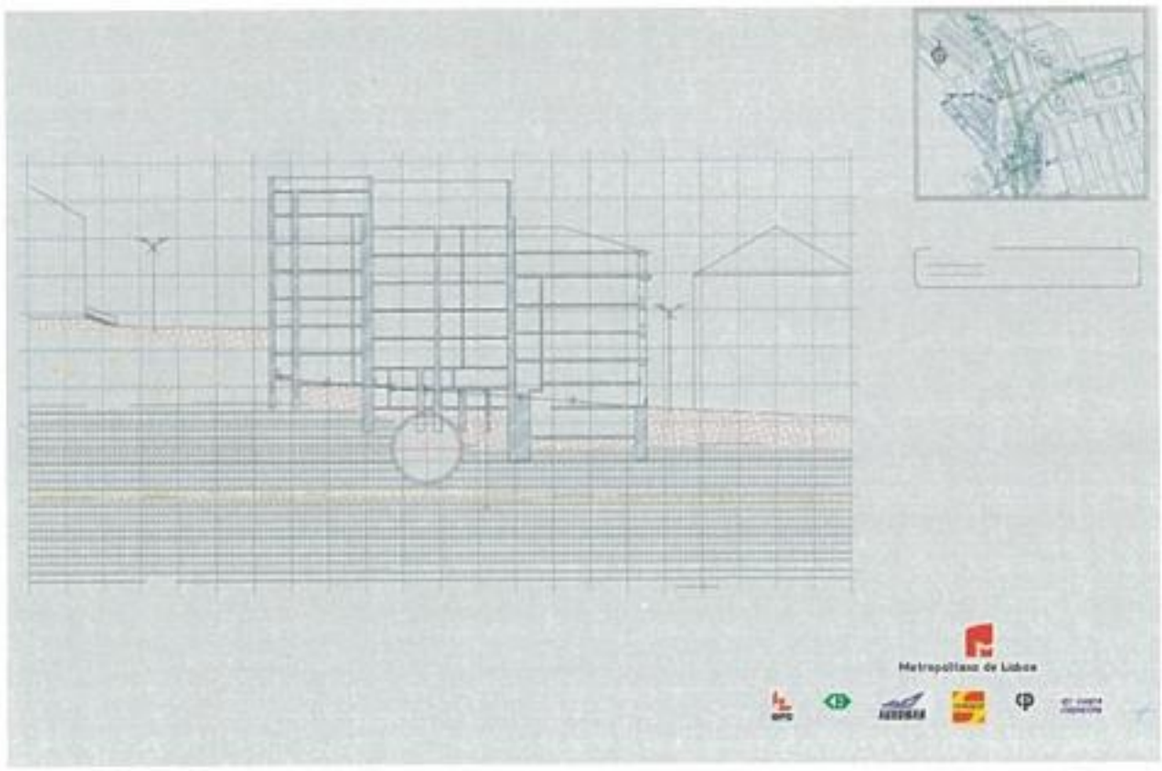
16. Obras de recalçamento e reforço das fundações das Ruínas do Convento do Carmo (monumento histórico) e Quartel da GNR;



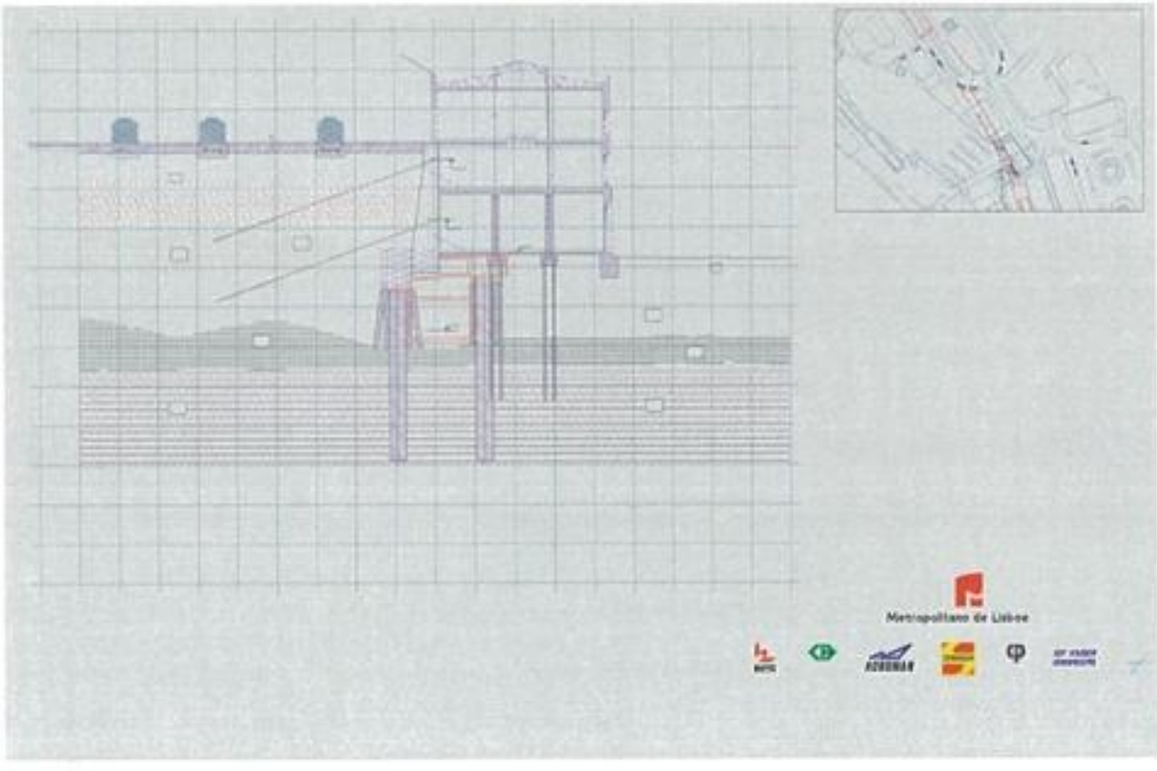
Obras de sustentação e reforço dos edifícios da zona da Praça do Rossio



Galeria sob as Ruinas do Convento do Carmo



Obra sob o edifício da Calçada do Carmo



Galeria sob a estação CP - Rossio

17. Reforço provisório do túnel em "escudo" do Troço 62°, na zona de cruzamento com o Troço 60°;

18. Obras de sustentação e reforço de edifício à Calçada do Carmo;
19. Tratamento por substituição do solo na região de desemboque junto ao Poço Duque de Cadaval;

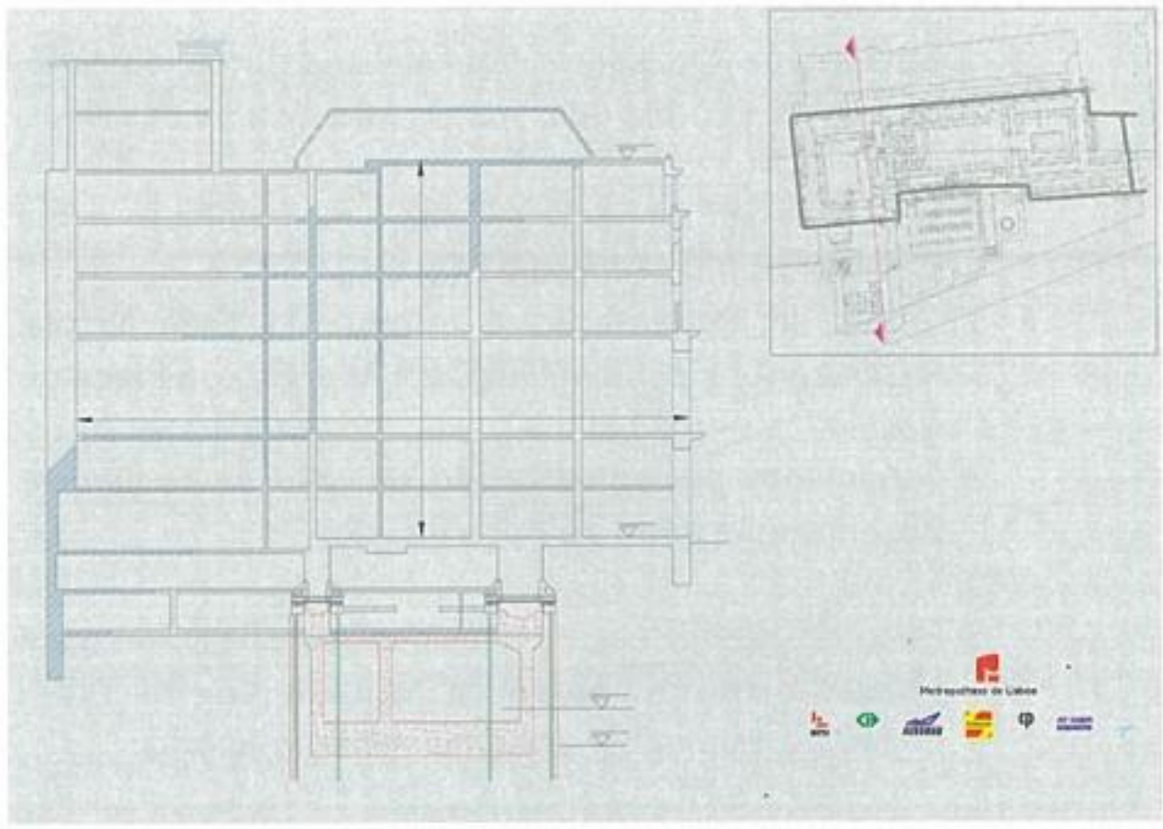
20. Poço Duque de Cadaval e estruturas auxiliares internas para chegada, desmontagem e retirada do "escudo", incluindo estaleiro e equipamentos de apoio;

21. Tratamento de solos com jet-grouting para o arranque do "escudo" através do túnel em NATM a Sul do Poço da Marinha;

22. Estrutura-ensecadeira provisória de segurança, em betão armado, no Troço 61° a meia distância entre o Poço da Marinha e a Estação Baixa/Chiado;

23. Aterro provisório de estabilização no Rio Tejo, na região da Praça do Comércio e Terreiro do Paço;

24. Poço do Corpo Santo e estruturas internas;

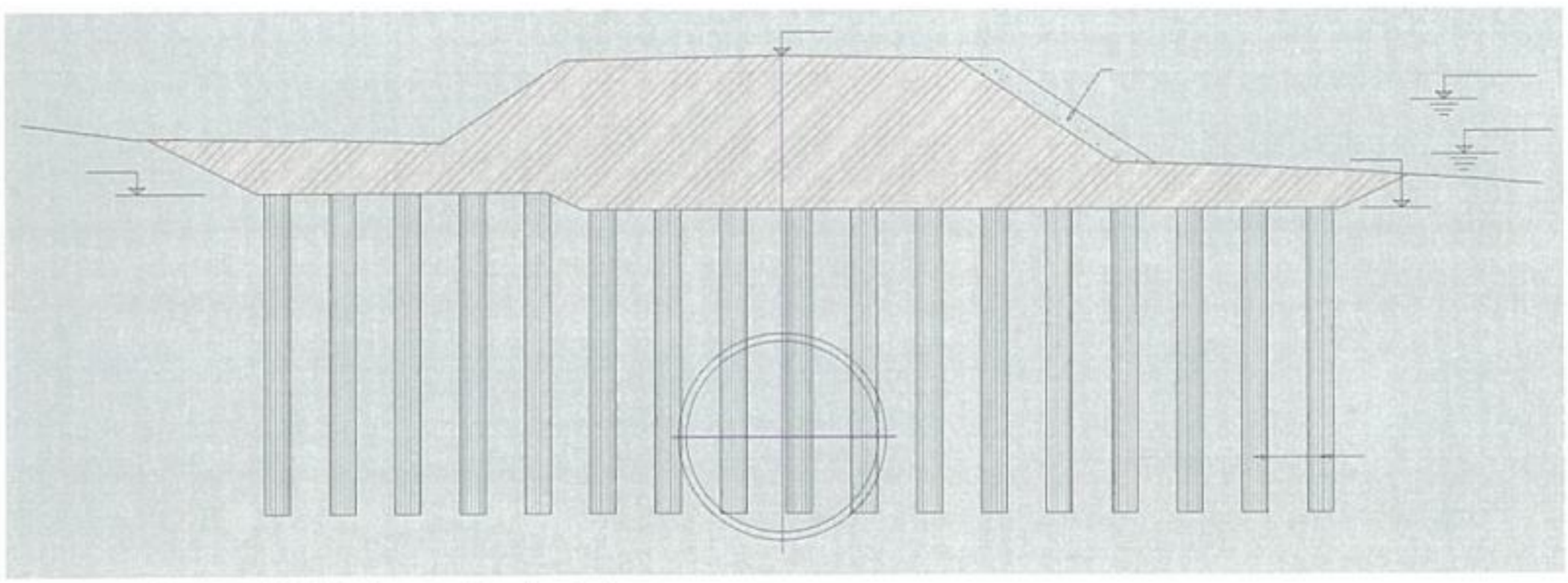


Passagem da galeria sob o Hotel Avenida Palace

25. Galeria sob estação CP Rossio;

26. Galeria sob Hotel Avenida Palace;

27. Galeria sob Pastelaria Suíça.

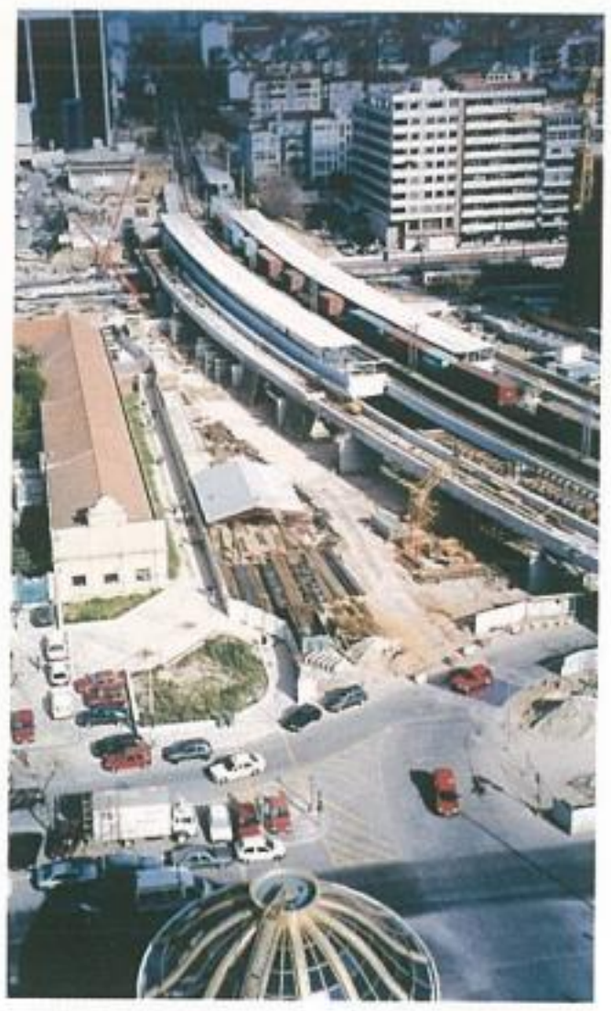


Aterro no Rio Tejo frente ao Terreiro do Paço

# ZAGOPE

## EMPRESA GERAL DE OBRAS PÚBLICAS, TERRESTRES E MARÍTIMAS, S.A.








- *A ZAGOPE, S.A. ESTÁ PRESENTE EM IMPORTANTES OBRAS ESPALHADAS POR DIFERENTES REGIÕES DE PORTUGAL.*
- *A EMPRESA ORGULHA-SE DE TRANSFORMAR GRANDES PROJECTOS EM OBRAS REALIZADAS PARA MELHORAR A QUALIDADE DE VIDA DE MILHÕES DE PESSOAS.*









ZAGOPE

Empresa Geral de Obras Públicas, Terrestres e Marítimas, S.A.

Avenida Frei Miguel Contreiras, n.º 54 - 7º andar - 1749 - 083 LISBOA - Telef.: (01) 843.25.00 - Fax: (01) 843.25.50



# um bom Projecto

Ferconsult

## FERCONSULT

**Consultoria, Estudos e Projectos de Engenharia de Transportes, S.A.**

Rua Xavier Araújo, Edifício da Estação Metro Laranjeiras,
1600-226 Lisboa Portugal
Tel. 21 720 60 00 - Fax. 21 727 55 16









## Arquitectura e Urbanismo

## Engenharias:

### Estruturas
### Transportes
### Ambiente
### Instalações Especiais
### Industrial

## Gestão de Empreendimentos

## Consultoria e Estudos

Grupo Metropolitano de Lisboa



Eng. Gama Prazeres
*Administrador da Ferconsult, SA*

***Execução de Túneis de Via Dupla em NATM e com Tuneladora de Plena Secção para o Metropolitano de Lisboa***

# As opções construtivas para túneis nas novas linhas e extensões em zonas densamente urbanizadas

## 1 – Execução de Túneis em NATM

Um estudo da literatura que reporte à sigla NATM levanos para um texto publicado por Rabcewicz, em 1964, onde se encontram definidos alguns conceitos básicos da prática de execução de túneis.
Vários documentos foram publicados posteriormente por uma sucessão de engenheiros, tentando explicitar a filosofia que está por detrás do NATM, e o " Austrian National Tunnelling Committee " (1980), publicou as " Definition of NATM – The New Austrian Tunnelling Method". Este documento não foi aceite por todos, tendo sido contestado por vários técnicos estando entre eles Kovari (1993).
Na prática, o NATM é caracterizado principalmente pelo uso de betão projectado constituindo um suporte para a escavação, mas o NATM é considerado por muitos técnicos mais como uma filosofia de sustentação do que como uma técnica de construção.

## NATM – Filosofia ou técnica de construção?

Em primeiro lugar, a distinção deve ser feita entre NATM como uma filosofia de tunelação e NATM como um conjunto de técnicas de construção para escavação e suporte. A filosofia original elaborada por Rabcewicz para NATM em condições de rochas duras foi modificada consideravelmente e foi desenvolvida para aplicações a solos macios.

## A filosofia do NATM

Por causa de conflitos na literatura o NATM é particularmente difícil definir, mas as características fundamentais reivindicadas parecem ser:
a) A tensão existente no maciço ao redor de um túnel, deverá ser deliberadamente mobilizada conduzindo à máxima extensão possível.
b) A mobilização da tensão de um maciço é alcançada através da deformação do maciço.
c) O suporte inicial ou primário, terá características de deformação de carga adaptadas às condições do maciço onde é instalado. Os trabalhos de suporte e revestimento permanente são normalmente levados a cabo numa fase posterior.
d) É instalada instrumentação adequada para monitorar as deformações do suporte inicial ou primário bem como o maciço envolvente e a superfície. Onde apropriado, os resultados desta forma de monitorização podem servir de base para o estudo da variação da constituição do suporte inicial (e permanente) e a sucessão de escavação.

É importante reforçar que as características (a)-(c) são comuns à maioria dos trabalhos de execução de túneis, particularmente em maciços duros, independentemente dos meios de apoio primário usados.

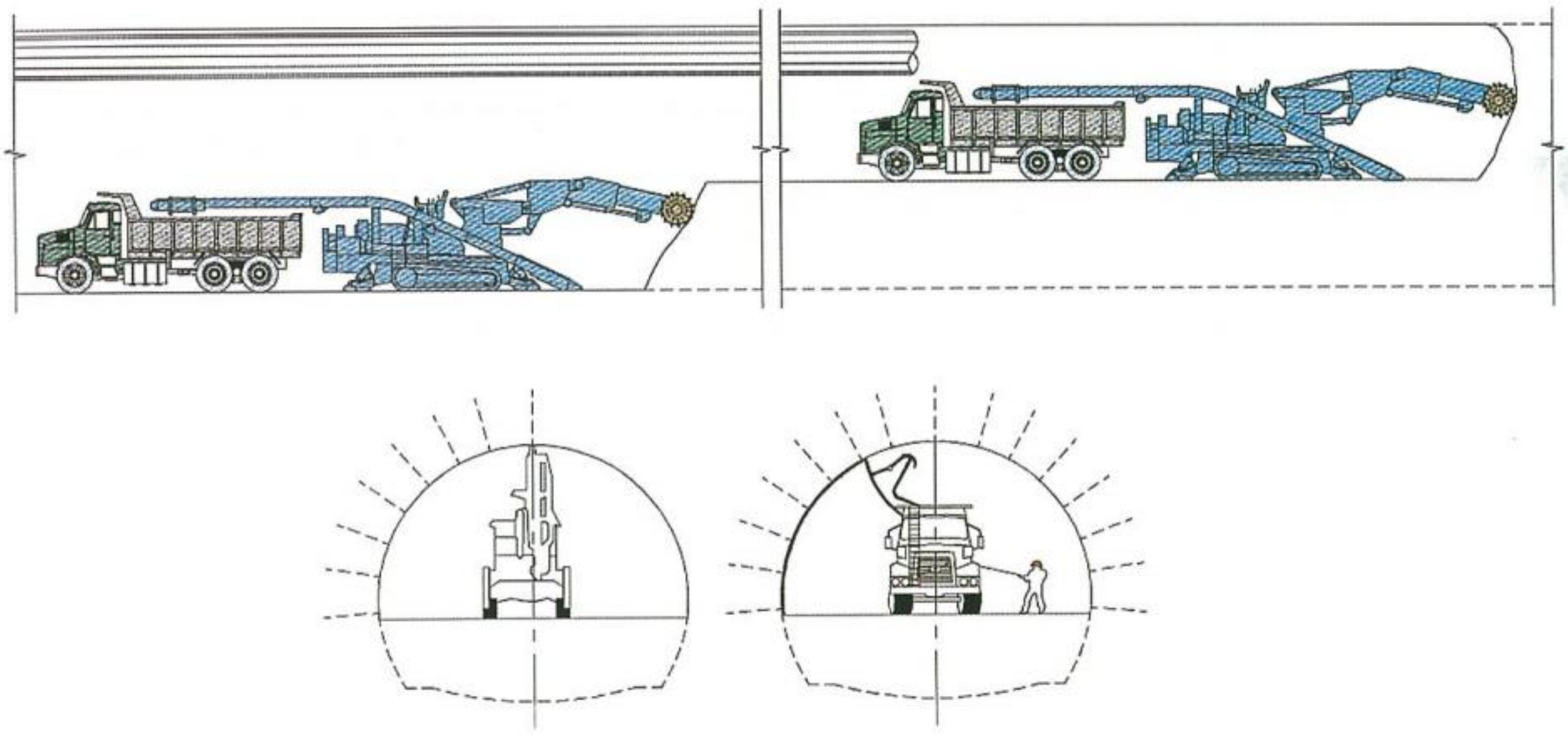
## NATM – Técnicas de construção

As características fundamentais da técnica de construção vulgarmente designada por NATM, são:
a) O túnel é sequencialmente escavado e apoiado. A sequência da escavação da frente pode ser variada (por exemplo abóbada, bancada e soleira).
b) O apoio primário é proporcionado através de betão projectado em combinação com alguns ou todos os elementos seguintes:
- malha de aço
- perfis metálicos (vigas terliçadas ou outro tipo de perfis metálicos)
- reforço do maciço (utilização por exemplo de pregagens ou ancoragens).

c) O apoio secundário ou definitivo é normalmente (mas não sempre) constituído por betão cofrado que normalmente é objecto de tratamento separado em projecto.

## NATM em rocha

As características fundamentais reivindicadas para o NATM, conforme acima referidas, foram desenvolvidas a partir de experiência em túneis construídos nos Alpes em maciços rochosos sujeitos a altas tensões. Foi observado que foram induzidas cargas excessiva-



Escavação parcializada com máquina de ataque pontual



Tuneladora "Lili Marlene"

mente altas nos suportes primários se os mesmos eram muito rígidos ou se foram instalados muito cedo (ou ambos). Um apoio primário mais flexível que inclui betão projectado em combinação com pregagens (eventualmente também com perfis metálicos) foi observado ser perfeitamente seguro e muito mais económico, devido à utilização da inerente tensão da rocha.

Onde a possibilidade de colapso da escavação possa ser seguramente excluída, a conclusão de instalação do suporte primário pode ser demorada deliberadamente para permitir uma deformação predeterminada do maciço rochoso, e assim mobilizar mais tensão do maciço. Estas observações possibilitaram a consideração de utilização de suportes menos rígidos, e consequentemente um sistema de apoio mais económico e prático.

## NATM em solos macios

No contexto de execução de túneis, solo macio está definido como qualquer tipo de solo que requeira apoio o mais cedo possível depois de escavação para manter a estabilidade da escavação. A aplicação de betão projectado como suporte é relativamente recente comparado com o seu uso na execução de túneis em maciços rochosos. Para túneis em áreas urbanas o limite de assentamentos é de importância suprema por forma a evitar danos nas estruturas situadas nas imediações da obra subterrânea. Para alcançar o limite máximo dos assentamentos aceitáveis por forma a não induzirem danos nas estruturas vizinhas, devem ser empreendidas as medidas principais seguintes:

a) Os avanços da escavação devem ser suficientemente curtos, quer em termos de dimensões quer em termos de duração.
b) A conclusão do suporte primário – em particular o fecho de todo o anel com betão projectado - não deve ser demorada.

Assim deve referir-se que a diferença principal da execução de túneis em maciços rochosos é que a implementação destas medidas significa que os artigos (a) e (b) da filosofia reivindicada do NATM, não são aplicáveis.

Na prática, em solo macio em áreas urbanas, o que se designa por NATM é principalmente a aplicação de betão projectado como apoio primário, seguido a uma data posterior predeterminada por instalação de um suporte permanente. Detalhes do apoio primário (por exemplo espessura da camada de betão projectado) são determinadas pelo projectista e raramente são alteradas durante a execução da obra. A instrumentação é utiliza-

da para monitorar o desempenho e segurança do suporte primário e assim validar a sua utilização; a instrumentação não é instalada com a intenção de possibilitar a variação do suporte primário. Porém, as fases de escavação, e a parcialização da frente de escavação, podem ser alteradas dependendo dos resultados dessa mesma monitorização. Assim, há uma necessidade permanente de adaptação do projecto. Tal facto tem frequentemente como consequência a variação dos custos da obra dificilmente geríveis dado que as decisões de prosseguimento tem que ser tomadas em tempos muito curtos.

## 2 – Execução de Túneis com Máquinas em Plena Secção

### Generalidades

O "escudo" com pressão de solo (E.P.B.) foi desenvolvido para ser utilizado, principalmente, em solos siltosos e argilosos, para, posteriormente, ampliar a sua utilização em quase todos os tipos de terreno, introduzindo variantes na cabeça de escavação.
O sistema com pressão ao solo apoia-se no princípio de manter uma pressão no interior da câmara de escombros, igual à pressão hidrostática do terreno, na frente de escavação.
Esta pressão é determinada, ininterruptamente, por sensores de pressão e o seu controlo relativo obtém-se fazendo variar a velocidade de extracção de material escavado.
Da câmara de escombros é extraído o material escavado que se encontra no seu interior fazendo-o passar através de divisória de separação, materializada por um parafuso sem fim embainhado, até à zona de pressão atmosférica. A função essencial deste dispositivo é a de criar uma "tampa" que impede o material escavado e a água sob pressão de entrar no túnel.
Quando o material escavado não tem suficiente fluidez, é misturado com aditivos (espuma, lodo, polímeros) que são injectados principalmente na parte anterior do disco de corte para criar uma mistura mais apropriada; além disso, é possível injectá-lo no interior da câmara e na cabeça.
Nas diferentes etapas de desenvolvimento do sistema E.P.B. foram utilizadas, inicialmente, misturas de água e bentonite em diversas percentagens, segundo o conteúdo de finos do terreno a escavar, chegando posteriormente, à utilização de produtos químicos, tais como as espumas e os polímeros. A utilização destes produtos diminui a necessidade de introdução de grandes quantidades de material, produzindo o mesmo efeito.
Estes aditivos produzem uma fluidificação do material, permitindo um maior controlo da pressão.

### Princípio de avanço

O material é escavado na parte anterior da máquina por meio de um roda de corte onde se alojam as respectivas ferramentas com configuração adaptada às formações atravessadas.
A roda de corte, além de efectuar a escavação, desempenha as funções abaixo indicadas:
- Funciona como suporte mecânico da frente de escavação
- Melhora a mistura da espuma com o material escavado
- Desagrega o material nas dimensões apropriadas para permitir a sua melhor extracção

O material escavado é depositado no interior da câmara de escavação, criteriosamente dimensionada (evitando cantos vivos e ângulos mortos) e equipada com sistemas adequados para melhorar a mistura do material visando obter um melhor manuseamento do terreno escavado.
O material escavado é normalmente extraído da câmara de escavação por meio de um parafuso sem fim cuja função é a de manter a pressão correcta no interior da mesma câmara.
O material extraído é descarregado, numa primeira fase, sobre um tapete instalado a bordo da máquina que alimenta os veículos de transporte para o exterior.
Para permitir o avanço do "escudo" e para proteger as paredes do túnel, é colocado, imediatamente no interior do mesmo "escudo", um revestimento formado por anéis pré-fabricados de betão armado (aduelas).
O anel pré-fabricado é formado por segmentos de betão armado (aduelas) colmatados por um elemento chave, sempre em betão armado, fixados com parafusos ou sistemas análogos.
Os anéis pré-fabricados utilizados em Lisboa têm um comprimento de 1,20 m, correspondente ao avanço do "escudo" e são colocados e montados por meio de um erector.
O ciclo de avanço do "escudo" pode ser resumido como seguidamente se descreve:



Tuneladora "Maria Lisboa"

**– Escavação do material**
O "escudo" avança por meio de cilindros de impulsão que se apoiam sobre os anéis pré-fabricados, montados anteriormente; ao mesmo tempo o disco de corte brita o material que gradualmente enche a câmara de escavação e, pelo parafuso sem fim, é extraída a quantidade apropriada de forma que a pressão na frente de avanço se mantenha em perfeito equilíbrio.

**– Fixação do anel**
Depois de ter efectuado um avanço correspondente ao comprimento de um anel, deve-se proceder à fixação de um novo anel.
O "escudo" é impelido com continuidade contra os anéis pré-fabricados para contrariar a pressão do terreno na frente. Portanto, os segmentos devem ser posicionados um por um e imediatamente bloqueados por meio dos cilindros de impulsão.
Uma vez terminada a montagem do anel, a operação de avanço pode começar novamente.

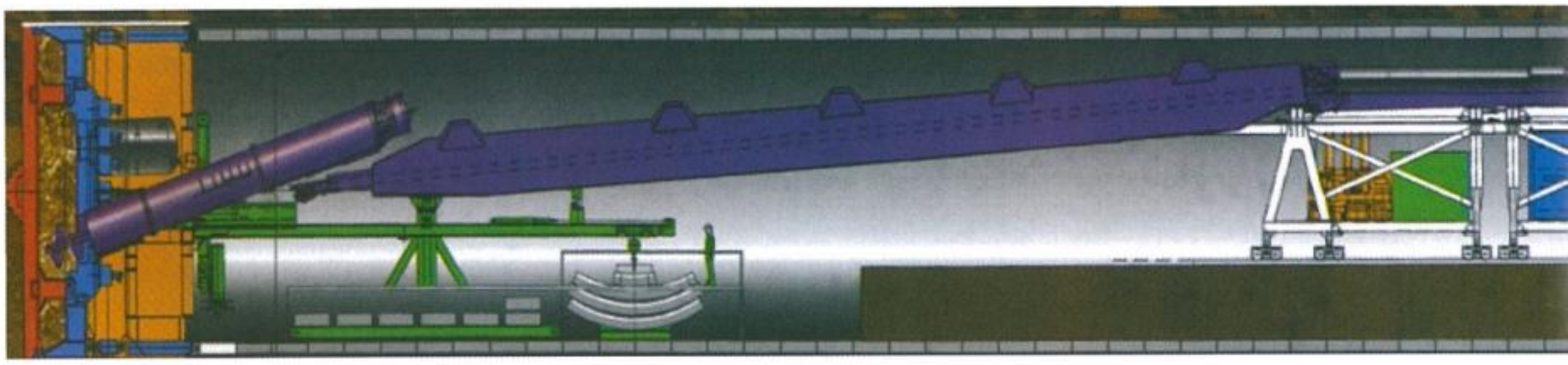
**– Injecções de enchimento**
Durante a escavação, enquanto o "escudo" avança, serão efectuadas as injecções de enchimento dos vazios entre o revestimento pré-fabricado e o terreno escavado.
As injecções serão efectuadas na parte final do "escudo".

A mistura será injectada a partir da instalação para injecções montada na máquina, a qual permite o controlo da quantidade e da pressão de injecção em cada uma das condutas instaladas no corpo do "escudo", para permitir o imediato enchimento dos vazios na parte exterior das aduelas.

**– Pressões de limite de injecção**
A pressão mínima será da ordem da pressão total existente.
A pressão máxima será limitada de maneira a não produzir pressões excessivas sobre o revestimento pré-fabricado.
Estes valores de pressão serão verificados durante a elaboração do projecto definitivo e servirão para o ajuste definitivo do sistema de controlo automático das quantidades a injectar, dentro dos limites de pressão estabelecidos.

## Sistema de guia e registo dos parâmetros

Para guiar e manter dentro dos limites de tolerância o avanço do escudo, é necessário seguir o traçado estabelecido e determinado como consequência de sucessivas coordenadas de vários pontos do eixo do túnel a escavar.
O operador intervém sobre os pistões de impulsão, de maneira que um grupo dos mesmos siga o percurso que lhes cabe (em curva os pistões da faixa exterior deverão efectuar um percurso maior do que aqueles que se encontram na faixa interior.).
Na parte posterior do escudo são montados os anéis de elementos pré-fabricados, que constituem o revestimento do túnel.
O operador segue as instruções relativas à condução da máquina, do controlo topográfico e dos instrumentos de bordo, especialmente as correspondentes ao sistema de guia, para obter o raio de curvatura desejado e para efectuar eventuais correcções de trajectórias.
Podem utilizar-se sistemas que permitem efectuar o cálculo da posição da máquina em relação a um ponto fixo de referência.
Conhecendo a posição da máquina é possível calcular os desvios necessários para seguir o percurso previsto para a execução do túnel.
Estas informações podem ser visualizadas num écran que, geralmente, está instalado na cabina de pilotagem, de modo a que o operador o possa utilizar para guiar correctamente a máquina.
O levantamento da posição da máquina é efectuado por meio de um raio laser, controlando a sua incidência sobre duas plaquetas instaladas no interior do escudo. Uma unidade inclinométrica fornece o seu ângulo de inclinação nas duas direcções, longitudinal e transversal.
A posição do laser ao longo do túnel é permanentemente verificada pelos topógrafos e mantida na distância correcta mediante oportunas deslocações.
A comparação entre posição e inclinação real do escudo e o percurso teórico indica a medida do erro que se verificou e, consequentemente, a correcção que deverá ser efectuada durante a escavação (intervenção do operador sobre a impulsão dos pistões) ou como previsão para a próxima escavação.



Tuneladora EPB utilizada no troço Alameda Oriente da Linha Vermelha

O sistema inclui, também, um dispositivo que, tomando como base as medições do percurso dos pistões, calcula a posição ideal do anel a montar.
Para ter um melhor controlo da execução da obra, são registados uma série de parâmetros essenciais, que poderão ser enviados a um computador instalado nos escritórios, à superfície.
Os principais parâmetros a controlar são:
- pressão na câmara de escavação
- binário de rotação da cabeça
- impulsão dos pistões (pressão)
- velocidade de rotação do disco
- velocidade de avanço do escudo
- impulsão sobre o pistão de articulação (pressão)
- pressões de injecções do espaço anelar.

## Segurança

Como anteriormente se viu, as tuneladoras modernas estão dotadas de meios próprios que lhe permitem o controlo permanente da escavação e execução do túnel adaptando, em tempo real, os parâmetros de operação às necessidades da obra, designadamente no que se refere a assentamentos à superfície ou em profundidade.
A operação em modo fechado assegura, à partida, um elevado nível de controlo da frente de escavação, não atingível pelos processos tradicionais. Este nível ainda pode ser aumentado com dispositivos redundantes de fecho da frente, como é o caso de comportas junto ao disco de corte, accionáveis em caso de emergência .

## Evolução do projecto durante a obra

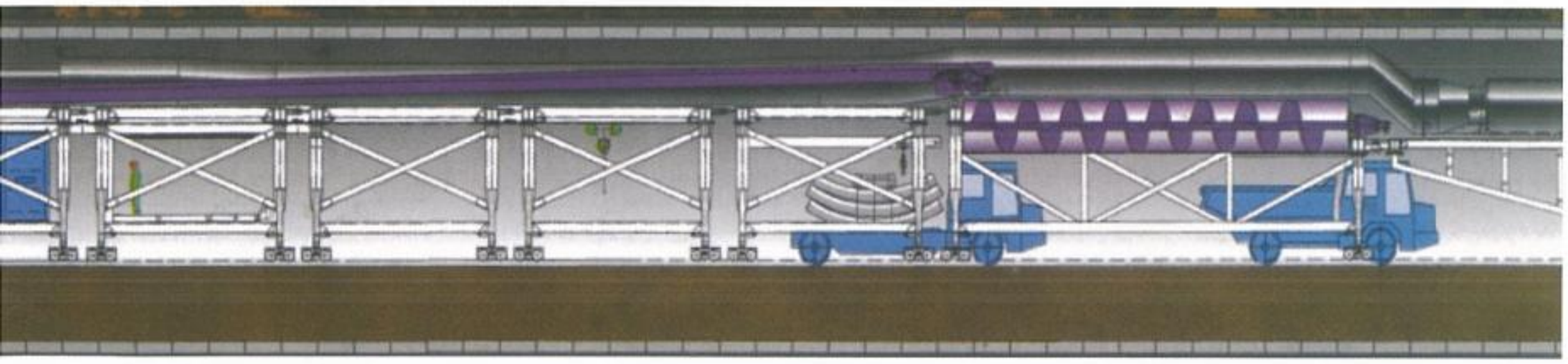
Com a máquina e os segmentos pré-fabricados definidos é na operação da máquina que é feita a adaptação às condições reais verificadas - velocidade de avanço, pressão de injecção, etc. - pelo que as alterações com repercussão nas quantidades de trabalho são normalmente irrelevantes. Salienta-se que é fundamental, para cumprir este desiderato, um profundo reconhecimento geotécnico, prévio à construção da tuneladora.

# 3 - Os novos emprendimentos do ML

Concluído o ciclo de expansão da rede iniciado fisicamente em 1993 – Linhas da Baixa, desconexão do Marquês de Pombal, extensão Colégio Militar - Pontinha e Linha Vermelha (Alameda – Oriente), importa reflectir sobre as características das novas extensões em curso ou em projecto e os principais problemas que, com a experiência anterior, se pretendem evitar ou mitigar.

## As novas extensões

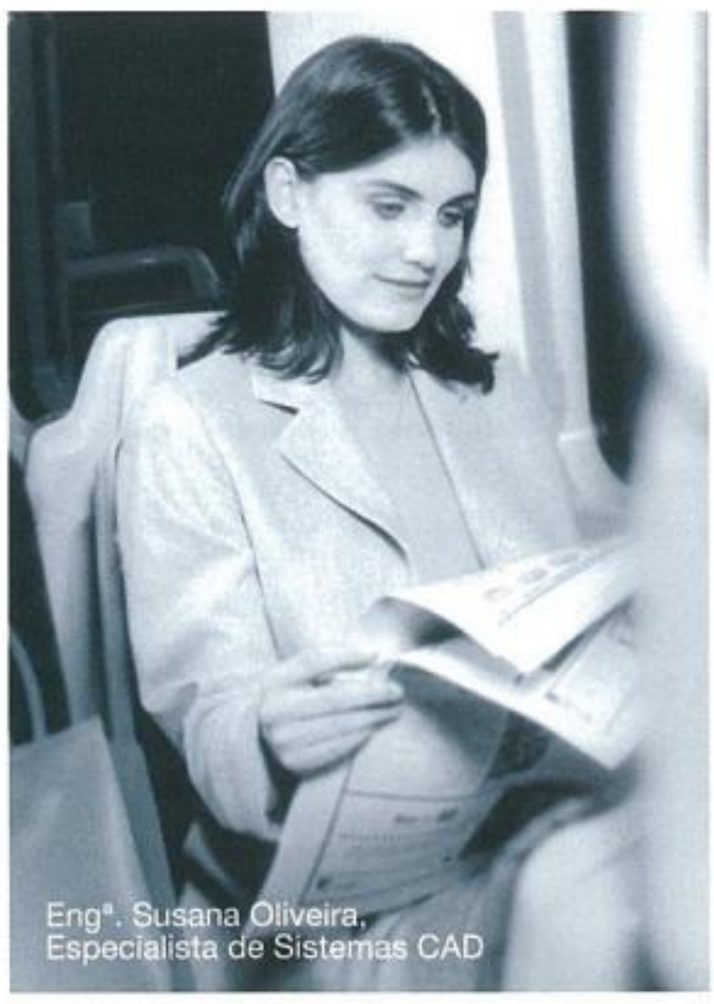
O impacto nos custos e a complexidade técnica das soluções necessárias para minorar os impactes à superfície, tem-se reflectido nas soluções de traçado implementadas. De facto, face a custos significativos registados no passado, decorrentes das interferências com edifícios, ocupações de subsolo e outras infra-estruturas urbanas, tem sido preocupação evitar estas situaçõ-es, tanto quanto possível. Nalguns casos estas naturezas atingiram valores da ordem de 30% do custo total das infra-estruturas fixas (toscos).
Para além de imposições de traçado visando afastar, sem perdas nas áreas de influência das estações, as linhas das principais infra-estruturas existentes, os métodos de construção, em zonas densamente urbanizadas, têm vindo a ser objecto de reflexão aprofundada. Sendo certo que, nestas zonas, a tendência é de aprofundar as linhas, importa também escolher técnicas de construção em túnel com o menor risco de secção, com escudos de pressão, é a que, do ponto de vista da segurança, menos riscos envolve. A menor perda de solos que se pode obter durante a escavação, a possibilidade do controlo permanente da pressão na frente e o seu confinamento total são características que contribuem significativamente para a minimização do risco. Trata-se de uma opção que implica um investimento inicial pesado - em média uma máquina nova custa entre 2 e 3 milhões de contos - pelo que só é justificável quando se prevê a sua utilização em extensão compatível com a sua amortização e operação. Embora este valor seja variável em função do traçado, geologia e tipo de ocupação, estima-se, com a experiência recolhida, não dever, salvo circunstâncias excepcionais, ser inferior a 2 km.



# Ninguém melhor para fazer um comboio do que os seus próprios passageiros.




Metro Lisboa



Engª. Susana Oliveira,
Especialista de Sistemas CAD



Engº. Vacas de Carvalho e Engª. Joana Freitas
Depto. Investigação e Desenvolvimento

É quase impossível encontrar em Portugal alguém que nunca tenha andado de comboio. E é muito difícil encontrar um português que nunca tenha andado num comboio projectado ou produzido por nós. Há 57 anos que participamos na vida de todos os portugueses, contribuindo para um Portugal cada vez mais moderno e ligado entre si. Vamos continuar a criar e a aplicar, no nosso país, o que há de mais desenvolvido na indústria ferroviária mundial. Para isso os nossos engenheiros trabalham, diariamente, em parceria com os seus colegas alemães, suecos e suíços. Ou seja, ninguém melhor do que os nossos colaboradores para saber como evoluir e modernizar os comboios em Portugal. É por isso que eles, as suas famílias e os seus amigos os utilizam no seu dia a dia.

Adtranz Portugal - www.adtranz.com

ADtranz

DaimlerChrysler Rail Systems



Eng. Vazão de Almeida
*Director do Material Circulante do ML*

# Material Circulante, uma frota completamente renovada

## A Frota que iremos ter

Com a recente encomenda de 38 unidades triplas de tracção o ML disporá, no final do ano 2002, de uma frota de material circulante completamente renovada, garantindo aos seus clientes elevados padrões de segurança e conforto. Já a partir do próximo ano, a mais antiga geração de material circulante (ML7) será retirada de serviço.
A frota ficará, assim, constituída por um total de 113 unidades triplas (motora + reboque + motora) / 339 carruagens, tendo as unidades mais antigas entrado ao serviço em 1994, com uma elevada uniformidade em termos de soluções técnicas e componentes utilizados.

## As suas características principais

No quadro seguinte apresentam-se as características principais, baseadas na mais recente geração, ML97:




Material ML 97 – vista exterior



Material ML97 – sistema da intercirculação

| Dados genéricos | |
|---|---|
| Formação da unidade de tracção/UT | Motora+Reboque+Motora |
| Composição máxima | 2 UT / 6 carruagens |
| **Dimensões principais** | |
| Comprimento motora | 16.224 mm |
| Comprimento reboque | 16.058 mm |
| Largura máxima | 2.789 mm |
| Altura máxima | 3.523 mm |
| Distância entre pivots | 11.100 mm |
| Distância entre eixos do bogie | 2.100 mm |
| Bitola | 1.435 mm |
| **Capacidade** | |
| **Passageiros sentados** | |
| . Motora | 38 |
| . Reboque | 44 |
| **Passageiros de pé (6 pass/m2)** | |
| . Motora | 127 |
| . Reboque | 141 |
| **Total** | |
| . Motora | 165 |
| . Reboque | 185 |
| **Peso** | |
| **Em tara** | |
| . Motora | 29,3 t |
| . Reboque | 18,8 t |
| **Carga normal máxima (6 pass./m2)** | |
| . Motora | 40,6 t |
| . Reboque | 31,2 t |
| **Performance** | |
| Aceleração inicial (máxima) | 1,0 m/s2 |
| Desaceleração média de serviço | 1,0 m/s2 |
| Desaceleração de emergência | 1,4 m/s2 |
| Velocidade máxima de serviço | 72 km/h |
| **Características Eléctricas** | |
| Tensão de alimentação | 750 VCC |
| Potência instalada unihorária (motora) | 4x175 kW |

## Caixa

Tipo autoportante, em aço inoxidável, com cabeçotes em aço de alta resistência;
Construção soldada (por resistência, arco ou tig);
Dispositivos anti-encavalitamento nas extremidades;
Sistema de intercirculação com passadiço semi - rígido,
fole exterior e revestimento interior em liga de alumínio e GFK;
Portas tipo ladeante, de comando eléctrico;
Revestimentos interiores em melamínium e resinas fenólicas

## Bogie

Tipo bimotor;
Suspensão primária - tipo MEGGI;
Suspensão secundária - bolsas pneumáticas em série com molas de borracha;
Sem travessa de carga;
Conjuntos integrados motor + transmissão, tipo transversal, totalmente suspensos em 3 apoios elásticos;
Transmissão - redutor com dois andares de transmissão
com engrenagens cilíndricas e veio oco com cardans elásticos;
Relação de transmissão - 1 : 7,45
No reboque o bogie é de tipo idêntico mas sem motorização.

## Sistema de tracção

Ondulador de tensão com GTO(s);
Motores assíncronos trifásicos com dupla gaiola de esquilo.

## Freios

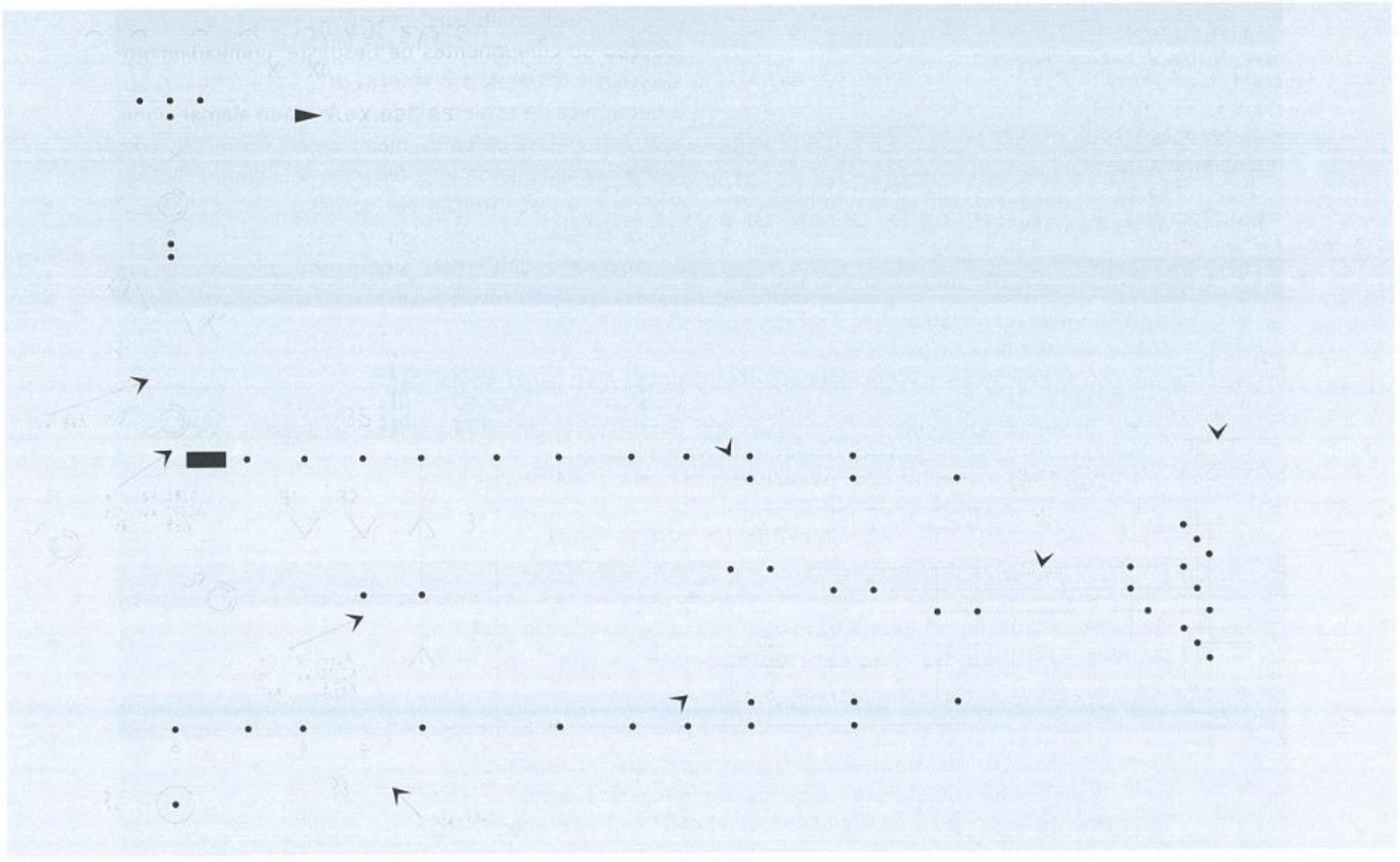
Normal de serviço - electrodinâmico (por recuperação ou reostático);
Freio de paragem/ substituição - electropneumático de discos;
Travagem de emergência - freio electropneumático + electromagnético;
Freio de estacionamento - tipo mola, incorporada num cilindro do freio de disco em cada bogie.
Sistemas de comando
Cofres electrónicos pilotados por microprocessador para as funções mais importantes;
Sistema "Bus" série para transmissão de comandos e informação na carruagem e no comboio.

## Auxiliares

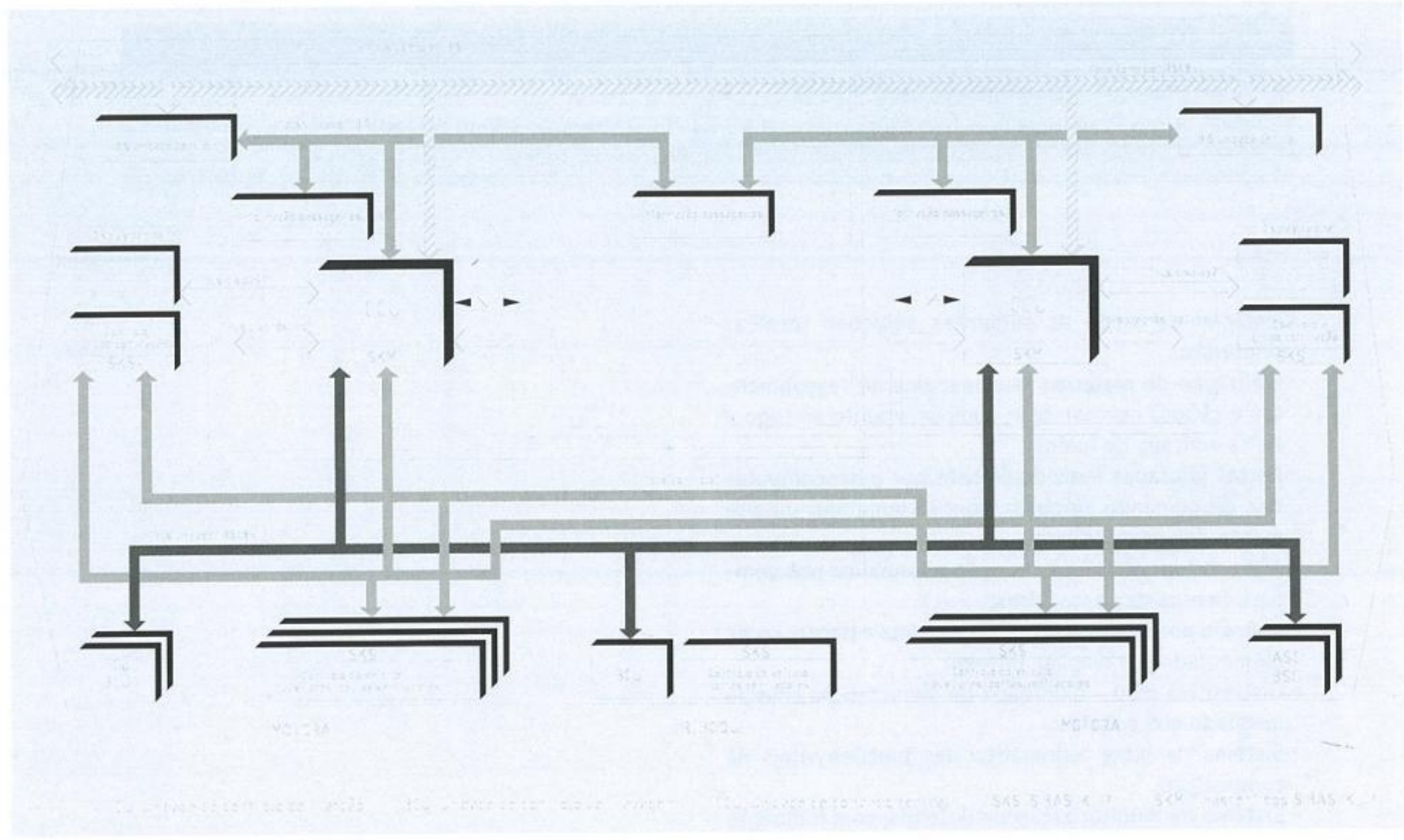
Bateria - elementos alcalinos/ 110 VCC;
Conversor estático - com saída contínua a 110 VCC e alterna a 380 V/ 50 Hz;
Ventilação - tipo forçada com ventiladores insufladores no tecto.

Destacam-se ainda as seguintes soluções técnicas adoptadas:

- Utilização de materiais (nomeadamente revestimentos e cabos) com um bom comportamento ao fogo e baixa emissão de fumos;
- Portas pilotadas individualmente por microcomputador, de comando eléctrico, com sistema anti-entalamento dos passageiros;
- Sistema "sprinkler" de extinção automática nos compartimentos de passageiros;
- Anúncio automático digital de próxima estação, complementado por display interior;
- Dispositivo óleo - hidráulico de absorção de energia instalado nos engates;
- Sistema de teste automático das funções vitais da composição;
- Sistema de monitorização de defeitos, com indicação ao maquinista da acção a tomar em cada situação.

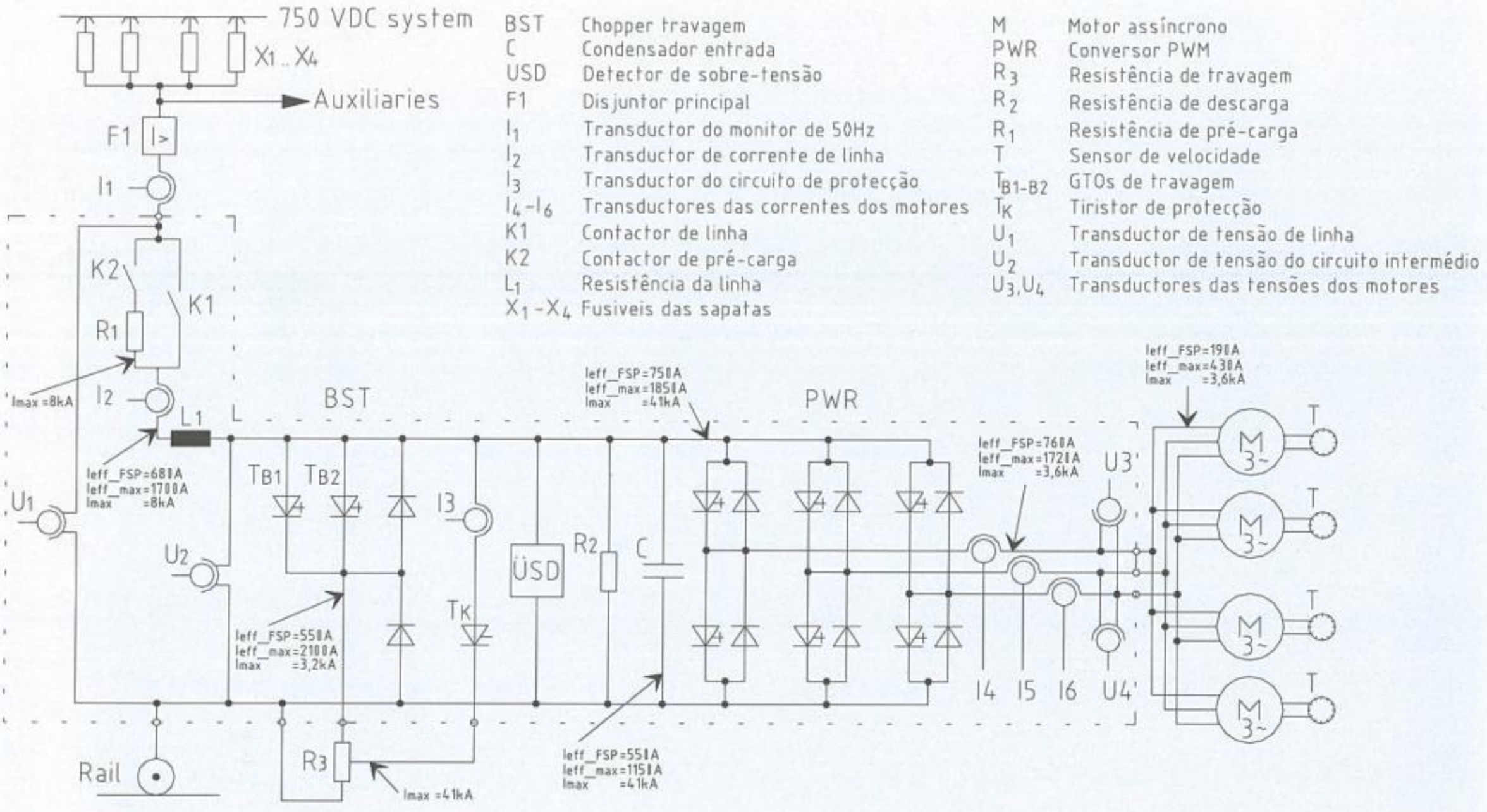


Esquema eléctrico circuito tracção



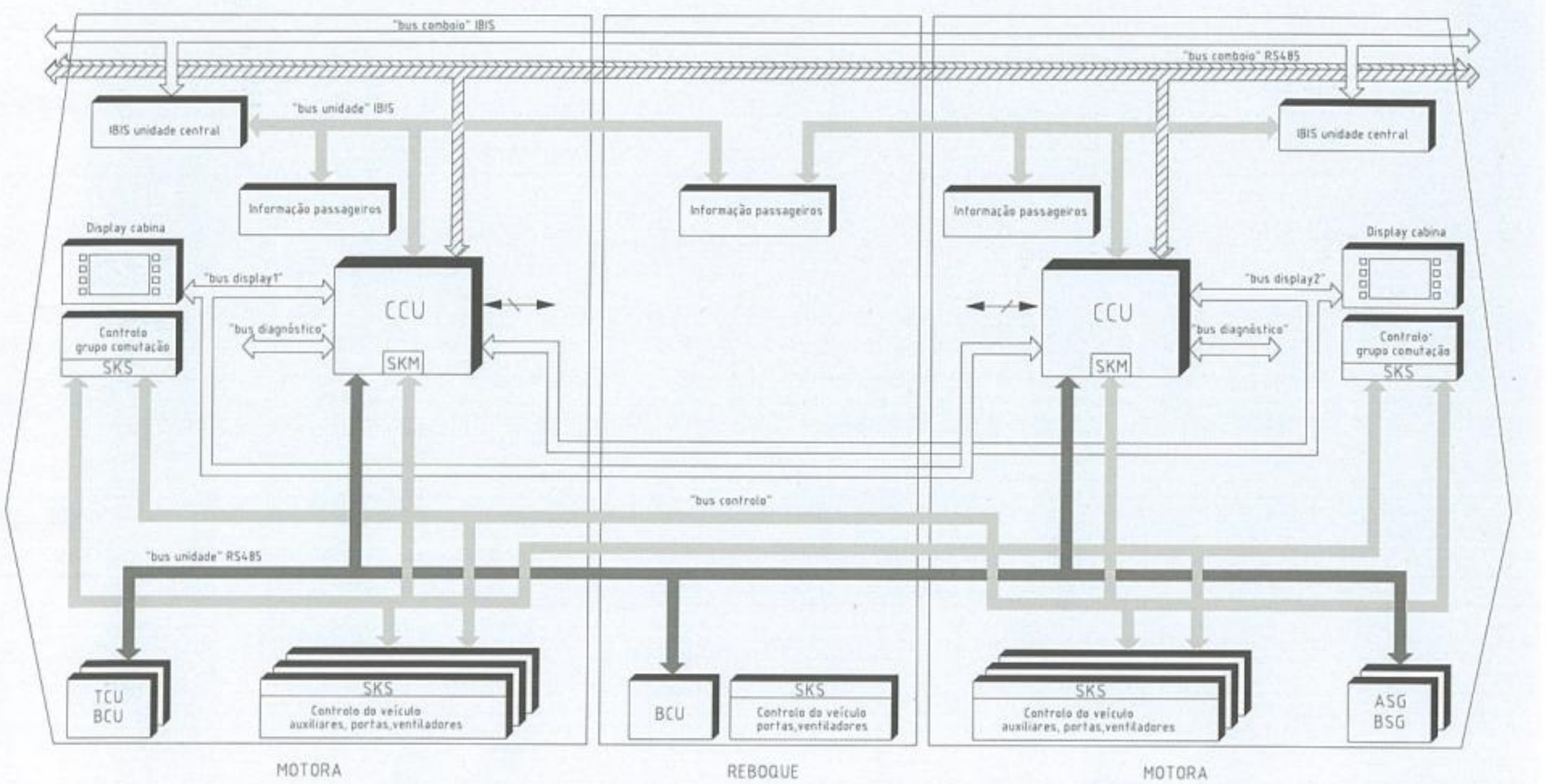
Esquema de blocos do sistema bus

## Errata da página 44




| | | | |
|---|---|---|---|
| BST | Chopper travagem | M | Motor assíncrono |
| C | Condensador entrada | PWR | Conversor PWM |
| USD | Detector de sobre-tensão | $R_3$ | Resistência de travagem |
| F1 | Disjuntor principal | $R_2$ | Resistência de descarga |
| $I_1$ | Transductor do monitor de 50Hz | $R_1$ | Resistência de pré-carga |
| $I_2$ | Transductor de corrente de linha | T | Sensor de velocidade |
| $I_3$ | Transductor do circuito de protecção | $T_{B1-B2}$ | GTOs de travagem |
| $I_4-I_6$ | Transductores das correntes dos motores | $T_K$ | Tiristor de protecção |
| K1 | Contactor de linha | $U_1$ | Transductor de tensão de linha |
| K2 | Contactor de pré-carga | $U_2$ | Transductor de tensão do circuito intermédio |
| $L_1$ | Resistência da linha | $U_3,U_4$ | Transductores das tensões dos motores |
| $X_1-X_4$ | Fusiveis das sapatas | | |

Esquema eléctrico circuito tracção




TCU: Unidade de controlo de tracção  BCU: Unidade de controlo de travagem  CCU: Unidade de comando central  SKS: SIBAS-KLIP  SKM: "master" dos SIBAS-KLIP

Esquema de blocos do sistema bus

## Enfoque na redução do "Life Cicle Cost"

Esta preocupação tem especial relevância nos seguintes domínios:

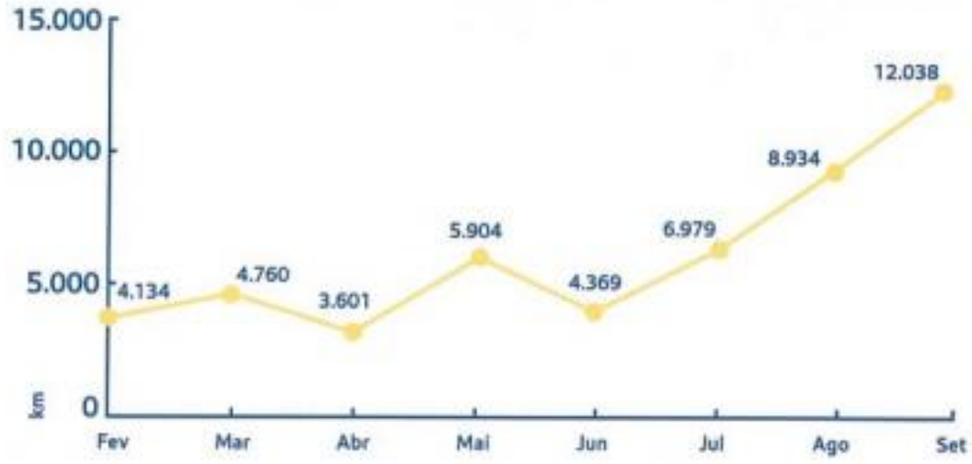
. Optimização da fiabilidade;
. Redução dos consumos de energia;
. Melhoria da disponibilidade pela adopção de soluções com baixos níveis de manutenção e imobilização.

No primeiro domínio, merecem relevo os resultados obtidos, onde, para as novas gerações de material circulante, nomeadamente ML97, se verificou a seguinte evolução dos índices de fiabilidade, em termos de MKBF (quilometragem média por avaria em exploração) :
Este valor é já nesta data cerca de 3 vezes superior ao da geração intermédia ML79.

Ao nível dos consumos , com a redução de peso e utilização da recuperação de energia, passou-se de um consumo específico de cerca de 4 kWh/carr x km (material ML7) para 1,6 kWh/carr x km.

Ao nível da disponibilidade, merece relevo a substancial redução de componentes de desgaste, nomeadamente escovas de motores, contactores, etc., através do recurso à electrónica do estado sólido, permitindo alargar significativamente os ciclos de manutenção. Por outro lado, vai ser implementada uma filosofia de manutenção por órgãos, com substituição nas carruagens dos órgãos a revisar às quilometragens definidas para cada um, havendo apenas imobilização prolongada das carruagens durante a grande revisão, a meio da sua vida útil.

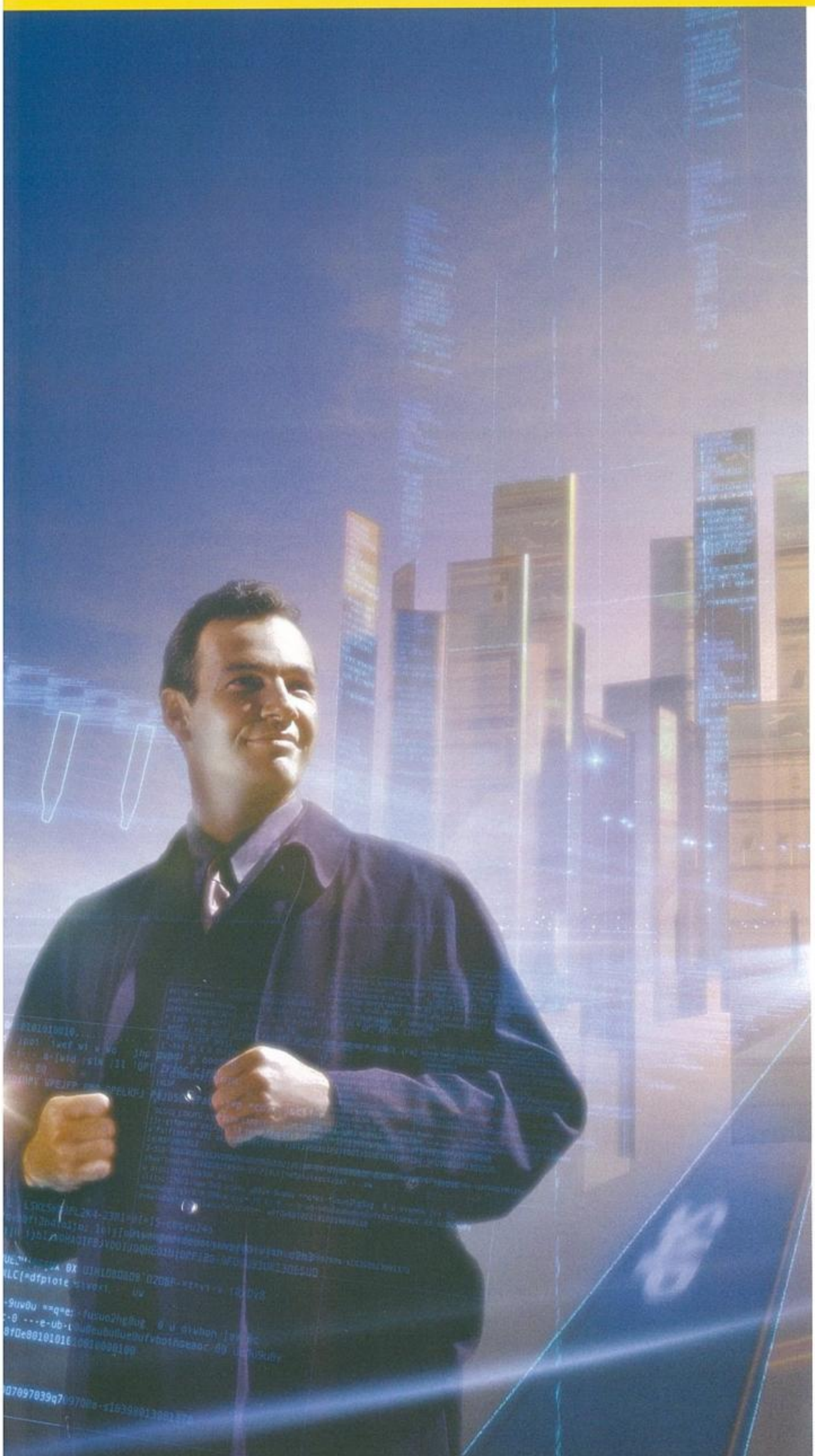
**Evolução mensal do MKBF do ML97**
(Considerando todas as avarias em exploração)




GRUPO 8®
Segurança
25 Anos

// empresas / clientes / fornecedores / parceiros / qualquer pessoa / em qualquer local / preparem-se...

# Bem-vindos à cidade do e.



**"Agora posso trabalhar no sofá da minha sala, num quarto de hotel ou até no jardim. É óptimo não ter que estar preso ao escritório, independentemente do assunto, posso trabalhar quando e onde quiser."**

mySAP.com

A SAP orgulha-se de apresentar a primeira cidade virtual genuína. Um mercado digital onde mais de 10.000 empresas colaboram numa enorme zona livre para os mais diversos negócios.

Descubra um novo mundo de possibilidades. Visite-nos em: www.sap.com/mysap

ou solicite informações:

marketing.portugal@sap.com

☎ 21 446 55 25.

SAP



Eng. António Valente
*Chefe do Departamento de Manutenção da Pontinha*

# PMO III – Parque de Material e Oficinas da Pontinha

## 1 – Introdução

A actividade de manutenção no ML está, presentemente, centrada em dois Parques de Material e Oficinas (PMO). O PMO II, situado em Calvanas e ligado, por via dupla, à Rede de Exploração na estação Campo Grande, possui uma Oficina de Assistência e Inspecção com a finalidade de assegurar a manutenção preventiva de 1° nível e reparação de avarias do material circulante dedicado às linhas Amarela, Verde e Vermelha. Nele estão, também, sediados os serviços de manutenção de via férrea, baixa tensão, ventilação, escadas mecânicas e edifícios, para além de vias para parqueamento de carruagens.

O PMO III situado na Pontinha - encaixado entre dois importantes eixos rodoviários, a Via Distribuidora Envolvente de Carnide e a 3ª Circular (a construir) - está ligado à Rede de Exploração através de via dupla de ligação ao términos da estação Pontinha. Constitui a maior infra-estrutura de manutenção e parqueamento de carruagens do ML, tendo recebido, entre outros, os serviços instalados no PMO I, em Sete Rios, o qual foi desactivado parcialmente.

## 2 – Descrição genérica

O PMO III ocupa aproximadamente 17 hectares, possuindo uma área de 76 000 m2 em edifícios. O centro de toda a instalação é formado pelo edifício das Oficinas de Revisão e de Assistência e Inspecção, com área coberta de cerca de 6 hectares.

Completam este parque, duas vias de ensaio dinâmico de 900 m e uma via de ensaios estáticos com fossa coberta para 3 carruagens, 22 vias de garagem com capacidade de parqueamento de cerca de 300 carruagens e uma via em raquete para inversão de composições, torre de controlo e comando de itinerários, subestação de tracção e um edifício social e administrativo.

## 3 – Instalações oficinais

### 3.1 – Oficina de Assistência e Inspecção

#### 3.1.1 – Descrição

Esta instalação, constituída por 12 vias de 6 carruagens e áreas de apoio, tem por finalidade assegurar a manutenção preventiva de 1° nível (inspecções e limpezas) e reparação de avarias do material circulante que lhe está afecto (com capacidade para um parque de 350 carruagens). Na actualidade, presta assistência ao material afecto à Linha Azul, estando dimensionada para, com os prolongamentos previstos, vir a assegurar a manutenção das linhas Vermelha ou Verde.

Possui uma via de limpeza, equipada com dois equipamentos de sopragem e aspiração para a limpeza do salão e dos equipamentos sob o leito, duas vias para substituição de órgãos, equipadas com sistema de elevação de 3 carruagens e plataforma de substituição de bogies, 3 vias para realização das inspecções mais pesadas, sendo as restantes 6, equipadas com cais elevado, para realização dos restantes trabalhos.

A movimentação das composições é realizadas por meios eléctricos (através de carro com prisão num patim), por locotractores ou por carro de tracção (via de limpeza).

É complementada pelas vias de ensaio, via de raquete e por duas máquinas de lavar carruagens, sendo uma utilizada em conjunto com a Direcção de Operações e a outra possuindo, adicionalmente, programa de lavagem específica para aço inox.

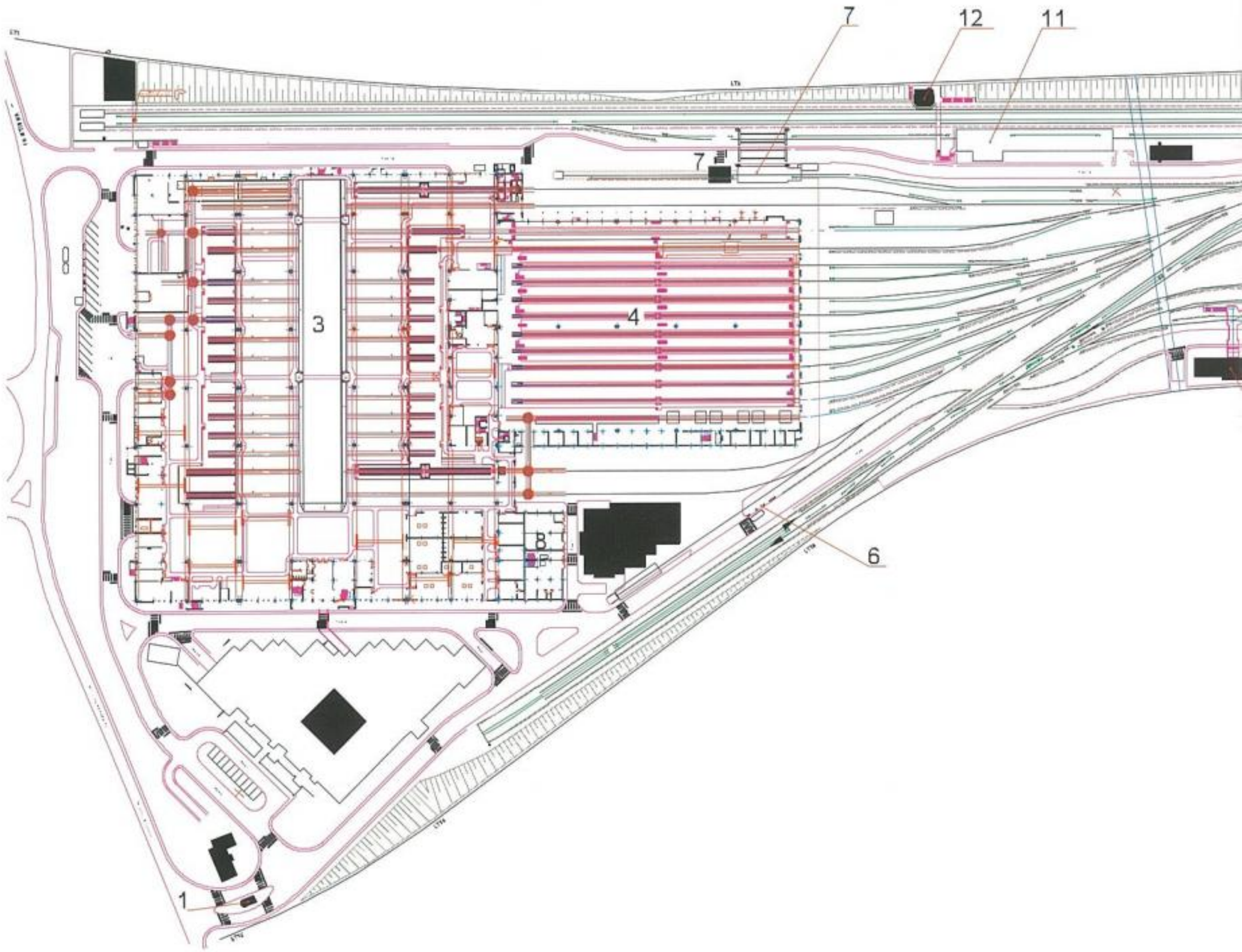
#### 3.1.2 – Actividade

A actividade desenvolvida envolve, ao nível da manutenção preventiva de 1° nível do material circulante, a realização de um plano de manutenção, em função da quilometragem percorrida, constituído por operações de limpeza e de inspecções às carruagens e respectivos equipamentos.

Os trabalhos de limpeza são realizados no salão de passageiros visando melhorar as condições de utilização, e nos equipamentos sob o leito evitar o aparecimento de funcionamentos defeituosos dos equipamentos.

As inspecções visam verificar o correcto funcionamento dos equipamentos e sistemas, promovendo a substituição de componentes em fim de vida útil.

Para além da actividade de manutenção preventiva, é efectuada a reparação de avarias no material, com substituição de órgãos. Extraordinariamente, são executados trabalhos de modificação do material, bem como de inspecção acidental ao parque de material.




## 3.2 – Oficina de Revisão

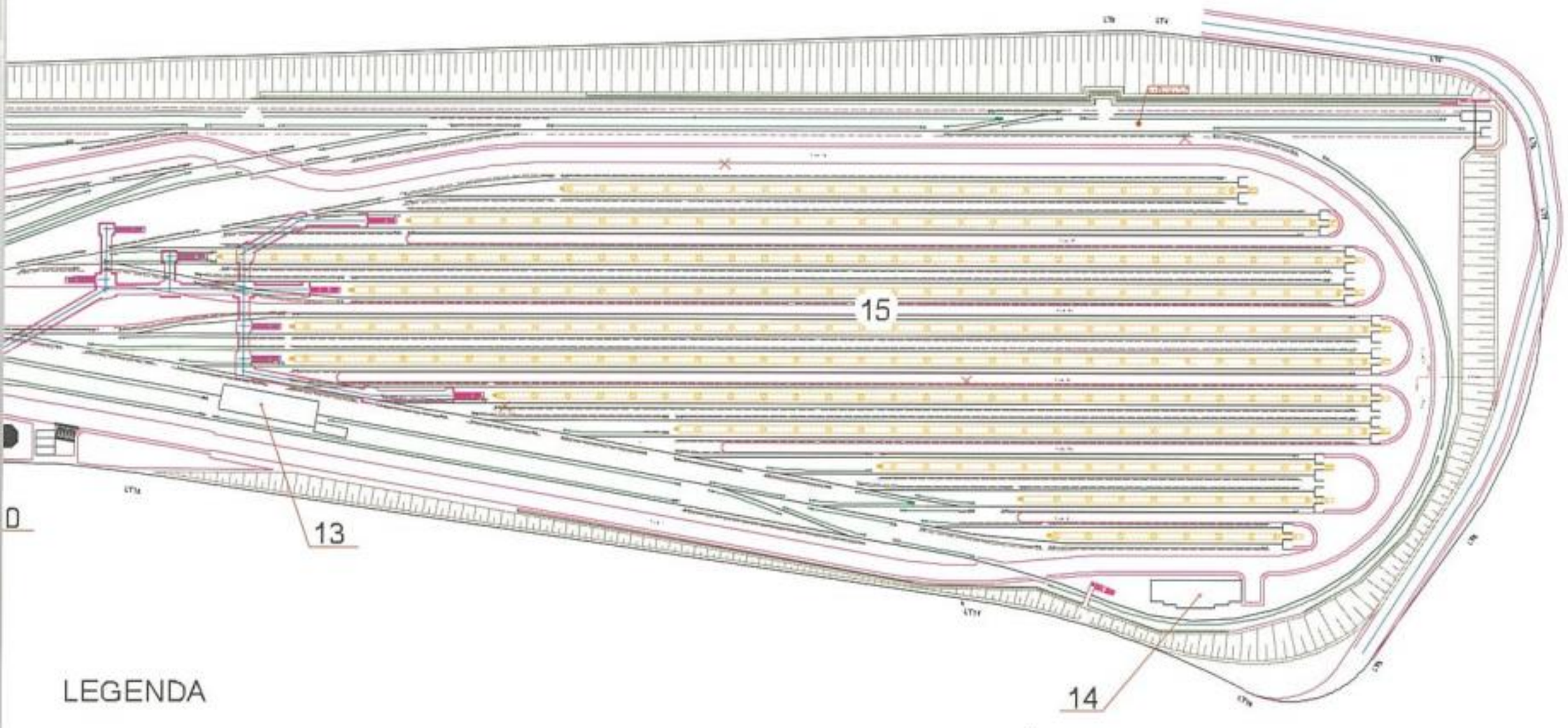
### 3.2.1 – Descrição

Destina-se a assegurar a manutenção de 2º nível (revisões e grandes reparações), a realização de modificações e a reparação dos equipamentos do material circulante, tendo uma capacidade máxima para um parque de 500 carruagens. Estão igualmente instalados serviços de manutenção de equipamentos fixos (alta e média tensão, sinalização, telecomunicações e bilhética), bem como o Armazém central do ML no andar inferior.

Esta instalação, equipada com 30 vias férreas para manutenção de caixas e bogies, ligadas entre si por um transbordador, tem lateralmente áreas com atribuições específicas, nomeadamente secções de bogies, equipamento mecânico, pneumático, electromecânico (com áreas de baterias ácidas e alcalinas), motores e equipamento electrónico. Estas áreas estão dotadas de equipamentos actualizados para a realização dos trabalhos, nomeadamente de limpeza, detecção de avarias e ensaios.

A Oficina é complementada com uma área de fabrico de peças (serralharia civil, soldadura e máquinas ferramentas), secções de carpintaria, estofos, pintura e laboratório mecânico para realização, nomeadamente, de ensaios de dureza, tracção/compressão, ultra-sons, magnetoscopia e equilibragem.

Dos principais equipamentos, destacam-se as 14 pontes rolantes, torno de rodas em fossa, prensa de rodados e torno de rodas/rodados com comando numérico, instalação de pintura de peças com cabina de fosfatação, pintura a pó, estufa e transportador, instalação de preparação e pintura de bogies e carruagens, máquinas automáticas de lavagem de bogies, motores e peças (com injectores ou ultra-sons), viradores de motores, bancos de ensaio/teste, nomeadamente de equipamento electrónico e pneumático, carregadores de baterias ácidas e alcalinas e instalação para ensaios estáticos (750 Vdc) de composições até 3 carruagens.




LEGENDA

1 - PORTARIA
2 - EDIFÍCIO SOCIAL E ADMINISTRATIVO
3 - OFICINA DE REVISÃO E ARMAZÉM
4 - OFICINA DE ASSISTÊNCIA E INSPECÇÃO
5 - SUBESTAÇÃO DE TRACÇÃO
6 - POSTO DE COMBUSTÍVEIS
7 - MÁQUINA DE LAVAGEM
8 - COMPRESSORES E CENTRAL TÉRMICA
9 - PARQUE DE SUCATA
10 - TORRE DE CONTROLE
11 - FOSSA DE INSPECÇÃO
12 - POSTO DE COMANDO LOCAL (PCL)
13 - MÁQUINA DE LAVAR CARRUAGENS
14 - EDIFÍCIO DO PESSOAL DE LIMPEZA
15 - VIAS DE GARAGEM

## PARQUE DE MATERIAL E OFICINAS (PMO III)



Oficina de Assistência e Inspecção – Elevador de Carruagens



Banco de Ensaio de Cartas Electrónicas

## 3.2.2 – Actividade

A actividade desenvolvida, ao nível da manutenção preventiva de 2° nível do material circulante, traduz-se na concretização de um plano de manutenção, em função da quilometragem percorrida, constituído pela realização de operações de revisão de diferentes níveis de profundidade de actuação ao nível da carruagem.
Estas operações vão desde a substituição de alguns órgãos, com reduzida imobilização do material até à grande revisão, envolvendo uma completa reabilitação da carruagem aos vários níveis. Consistem na desmontagem de equipamentos, a rever nas secções respectivas, verificação dos sistemas da caixa e montagem dos equipamentos revistos e realização de ensaios finais.
Para o novo material circulante e tendo em conta o tipo de construção das carruagens, a manutenção preventiva de 2° nível irá ser realizada em termos das necessidades específicas dos equipamentos e sistemas, podendo assim reduzir-se o tempo de imobilização do material por intervenção. Assim, o material será chamado à Oficina para trabalhos de substituição de equipamentos, sendo posteriormente realizada a manutenção nas secções respectivas.
Por outro lado, são realizados trabalhos de modificação do material circulante em função das necessidades sentidas, quer devido a necessidade de aumento da performance, do conforto ou por outro motivo detectado. Estes trabalhos, geralmente, realizados a todo o material do mesmo tipo, em regime de campanha, são executados após a elaboração dos elementos técnicos e de organização de trabalho necessários.
Por último, as secções respectivas procedem à reparação dos equipamentos danificados que foram desmontados ao nível da Assistência e Inspecção.

## 3.2.3 – Outras Actividades

Com as instalações existentes neste Parque e com a experiência dos recursos existentes, há capacidade para realizar diversos trabalhos de manutenção, a pedido de entidade externa.
Estão nesta situação os trabalhos de manutenção preventiva ou curativa em rodados, engates, equipamentos pneumáticos, eléctricos e electrónicos.
Com a mesma bitola do ML, poderá ser analisada a realização de trabalhos de manutenção em outros equipamentos, nomeadamente de bogies.



Mesa de substituição de Bogies

## 4 – Sistemas de apoio

Para apoio das instalações oficinais existe uma central de produção de ar comprimido, fornecendo o caudal necessário aos trabalhos de manutenção, à pressão de 10 bar, três centrais térmicas para fornecimento de água fria e água quente para as necessidades de climatização e de águas sanitárias e uma central de produção de água desmineralizada para o tratamento ambiental das oficinas.
Existem igualmente, para tratamento dos efluentes residuais, instalações de separação/decantação de óleos, massas e objectos pesados, sendo que os equipamentos de lavagem possuem sistemas de filtragem/decantação que permitem um funcionamento prolongado em circuito fechado.
A partir da subestação são alimentadas instalações de transformação/rectificação para permitir o fornecimento, quer de energia de tracção, quer da energia eléctrica necessária aos edifícios.



Oficina de Revisão



Oficina de Assistência e Inspecção



Arq. Brito da Silva
*Técnico Superior da Ferconsult requisitado ao ML*

## Introdução

Num sistema de transporte como o do Metropolitano de Lisboa (ML), as estações são o principal meio pelo qual a empresa contacta não só com os seus clientes, mas com os habitantes em geral. As estações são uma face da empresa e uma demonstração da sua vontade de servir.

# As Estações do Metropolitano de Lisboa: uma Nova Geração

A consciência deste facto origina que seja posto muito cuidado e investidos muitos meios no conceito e na construção das estações. Deste modo, um texto sobre as estações do ML só pode reflectir o resultado de prolongado estudo e debate no interior da empresa.

## As Pessoas

Já lhes chamámos utentes, porque tinham o direito de utilizar. Depois passámos a chamar-lhes, muito tecnicamente, passageiros, mas não alcançaram mais nenhum direito. Chamamo-lhes agora clientes, concedemo-lhes todos os direitos de quem consome, e a empresa passou a ter como objectivo satisfazê-los. Mas para além de os considerarmos como clientes, temos que fazer um esforço, tentar ver por detrás das convenções e definições que montam uma realidade virtual, e procurar ver pessoas, todas diferentes, que pensam, têm memória, sentimentos e sentidos. A humanização deverá ser um objectivo permanente, mas difícil no contexto do nosso conhecimento de carácter científico.

## A relação com a Cidade

Embora as estações de metropolitano sejam geralmente enterradas e não possam ser estabelecidas as relações com a cidade como normalmente o são pelas estações ferroviárias e metros de superfície, o ML tem plena consciência de que as estações são partes importantíssimas da estrutura urbana, não se podendo nunca exercer uma distinção entre o "mundo da superfície" e o "mundo subterrâneo". No entanto, esta relação com urbano evoluiu. Se antes as linhas se desenvolviam de acordo com os principais arruamentos da parte central da cidade, esta relação tem vindo a ser alterada, tornando-se o metropolitano um factor de reordenamento e de requalificação, quer das zonas que passa a servir, quer na criação de novas e surpreendentes relações entre as diversas centralidades. Sob este aspecto, a Linha Vermelha (Alameda - Expo) é um caso exemplar, não só porque liga a actual zona do Parque das Nações com as restantes partes da cidade, mas também porque as zonas das estações intermédias conhecem novos planos, como é o caso das grandes zonas de terciário previstas para a envolvente da estação Bela Vista. No contexto da grande cidade policêntrica, o metropolitano surge como o meio privilegiado para a ligação entre as diversas centralidades, não sendo assim estranho que comece a sair dos limites do concelho a que inicialmente a concessão o restringia.

Por outro lado, o conceito da estação como espaço urbano evoluiu da noção de um edifício para a noção de um conjunto urbano. Actualmente, e considerando as características especificas de cada sítio e de cada obra, a construção de uma estação poderá fazer parte de um conjunto envolvendo zonas comerciais e de estacionamento enterradas, arranjos exteriores e até edifícios sobre ou na zona da estação. A estação já não é unicamente um espaço de acesso ao transporte, transformando-se num conjunto de serviços para as pessoas em geral.

A abertura de relações espaciais entre a superfície e as diferentes zonas da estação, embora limitada pelas condições de utilização dos espaços urbanos (os metropolitanos são enterrados para os libertar) e pela necessidade de encerrar as estações no período nocturno, tem vindo a ser progressivamente encorajada, desde que essas relações sejam pertinentes. Dadas as óbvias dificuldades, por enquanto, apenas se prevê, em algumas estações enterradas, a existência de tomadas de luz zenital.

A criação de zonas comerciais nos percursos entre a superfície e os átrios, dependendo muito da viabilidade comercial oferecida pela procura da estação e das possibilidades construtivas, tem sido um grande contributo para a humanização destes espaços, transportando de algum modo a ideia de rua para o subsolo, sendo estas áreas de serviços acessíveis a todos, e não só aos clientes, e contribuindo também para a segurança, pois os lojistas são uma constante presença.

## A evolução das Estações

As estações primordiais do ML foram construídas de acordo com um modelo que criteriosamente ponderava as características da exploração, dos métodos, sistemas construtivos e dos sítios onde se previa a implantação. O modelo escolhido foi o de cais laterais, construídos sob



Estação Alameda II; Arq. Manuel Tainha

galeria abobadada, escadas cais/átrio de topo e átrios de topo, construídos com muros, vigas e lajes. A estação era uma "máquina de transportar", onde até a obra de arte era em azulejo com conteúdo geométrico de modo a não distrair as pessoas, não perturbando a sua circulação. A rigorosa padronização e economia de meios fez com que o modelo fosse aplicado até ao detalhe durante décadas, ocorrendo as diferenças nos problemas específicos da relação com o sítio e na cor do evinel. Neste período desenvolveu-se também um modo de fazer interiorizado pela empresa, que tem constituído um legado estrutural passado de geração em geração, com condições (critérios de dimensionamento e normas), no que se refere ao transporte, muito exigentes quando comparadas com as de outros metropolitanos.

Mas a constante inovação e mudança tornaram esses modelos obsoletos. Se continuavam a transportar com alguma eficácia e segurança, já não correspondiam nem às expectativas das pessoas, nem às necessidades da empresa. E assim, já na década de 80, iniciou-se um novo modo de fazer as estações. O modelo inicial foi substituído por uma nova estrutura espacial, optando-se por escadas cais/átrio laterais e átrio central e único. Este esquema espacial possibilitava uma racionalização das condições de exploração, manutenção e também de uso. Foi particularmente neste domínio que a mudança foi mais importante. Verifica-se que quanto mais vezes as pessoas tiverem que escolher a direcção mais param, e mais oportunidades têm de se perder. Ora, esta estrutura espacial permite que as pessoas utilizem a estação de modo muito simples e evidente, sendo todas as escolhas feitas no átrio. Para além disso, a sobreposição entre os níveis dos cais e do átrio e novas possibilidades de construir permitiram criar relações espaciais mais abertas, o que possibilitou às pessoas uma fruição mais agradável, ver para onde se quer ir e um aumento da segurança, porque passaram a existir menos zonas escondidas. Também nos acabamentos foram utilizados materiais com uma conotação mais nobre e tidos como mais agradáveis, tais como a pedra e o azulejo, tendo ainda sido solicitado o contributo de obras de conhecidos artistas plásticos portugueses.

A diferença que estas estações marcaram, em comparação com as anteriores, levou a que esta experiência fosse continuada e substancialmente ampliada na fase seguinte de grande expansão da rede, que se iniciou em 1991, e na qual tenho a honra de ter participado como técnico do ML e da Ferconsult.

Para fazer as estações foi solicitada a colaboração de artistas plásticos e de arquitectos da Ferconsult/ML e exteriores ao ML. Os projectos das restantes especialidades foram elaborados por técnicos da Ferconsult/ML e dos consórcios encarregues da concepção/construção.

Foi um período de grande inovação, tendo ainda sido introduzidos novos tipos de serviços, equipamentos e dispositivos, que progressivamente transformaram as estações em algo admirado nacional e internacionalmente.

Contudo, a rapidez dos acontecimentos e a dispersão




Estação Bela Vista; Arq. Paulo Brito da Silva



Estação Oriente; Arq. Sanchez Jorge

dos intervenientes originaram um resultado que nem sempre foi o mais racional e conveniente para as pessoas e para a empresa, tendo em alguns casos os seus padrões sido ignorados. Esta constatação permitiu que se iniciasse o actual período em que se procura conciliar o que "se fez bem" com uma racionalização e verificação dos conceitos e com a actualização face a novas solicitações. Assim surgiram de novo os modelos como modo de errar menos.

Enquanto melhor resposta conhecida, num dado momento, para a resolução do problema que é uma estação como conjunto de condicionantes resultantes das normas e do programa, foram estudados modelos adaptados a situações tipificadas. A proveniência destes modelos resulta do contínuo exercício crítico, aperfeiçoamento de casos anteriores e da análise comparativa com outros sistemas de metropolitano, resultando a sua validade também do convencimento interiorizado da empresa. Como as condicionantes estão em permanente adaptação e a solução é apenas a melhor que se conhece, a estação ideal está sempre em projecto.

Também é importante referir que se pretende que as pessoas memorizem uma estrutura funcional que se repete o mais possível em todas as estações. Disto depende, idealmente, a uniformização das condições de segurança, exploração e manutenção do ML e, mais importante ainda, de mecanismos apoiados na memória que permitem que as pessoas usem as estações sempre do mesmo modo, facilitando a sempre difícil orientação e a familiaridade com os espaços subterrâneos, subconscientemente desconfortáveis para a generalidade dos humanos.

No entanto, a experiência adquirida demonstrou que nem sempre o átrio único e central é a solução mais adequada para determinados sítios e para alguns métodos construtivos. De acordo com a anteriormente referida tipificação do sítio e das conveniências de uso, segurança, exploração e manutenção foi definida a possibilidade de opção entre três modelos de estação que (embora exista a sua representação desenhada) são descritos neste texto como conjunto de relações:

- Modelo 1-Estação subterrânea, de cais laterais, escadas cais/átrio de topo e dois átrios, em cada topo acima do nível dos cais.
- Modelo 2-Estação subterrânea, de cais laterais, escadas cais/átrio laterais e átrio único e central sobre os cais.
- Modelo 3-Estação em viaduto, de cais laterais, escadas cais/átrio laterais e átrio único e central sob os cais.

Contudo os modelos são algo de prévio, não são a estação. Esta só existe quando se constrói e é no construir que cada arquitecto estabelece as necessárias relações com a cidade e se confronta com a materialidade, sendo a relação entre o modelo/tipo e o sítio/lugar um dos temas que já terá suscitado maior debate nos meios da cultura arquitectónica.

## O Programa e Normativo de Gestão das Estações

Contrariamente às estações iniciais, as estações do ML não serão todas iguais, porque são feitas por pessoas diferentes em sítios e tempos diferentes, embora se pretenda conciliar esta diversidade com a formação de uma imagem da empresa.

Com o fim de estabelecer o que seriam as novas estações do ML, foi elaborado um documento contendo a informação necessária a fornecer a qualquer projectista. Esta informação nunca anteriormente havia sido sistematicamente escrita, pelo que o "modo de fazer" da empresa era difícil de transmitir a arquitectos exteriores. Para além disso, com o decorrer do tempo já não se conheciam bem as demonstrações e razões desse "modo de fazer" e não estava verificada a sua actualidade. As grandes linhas para a execução deste documento foram:

- Corresponder às expectativas das pessoas sobre a qualidade espacial, ambiental e de serviços, não esquecendo que os Lisboetas gostam do seu metro e que o grau de exigência tem vindo a aumentar.
- A elaboração de modelos, sistematizando e racionalizando o uso, a exploração e a manutenção, e procurando evitar o desperdício de espaço.

- A manutenção e melhoria do alto nível de qualidade espacial, e por consequência de acabamentos, já existente, racionalizando-o através do estabelecimento de padrões de uso e de manutenção.
- A uniformização do mobiliário urbano, informação ao público, e zonas de atendimento, bem como dos equipamentos e detalhes básicos, criando e reformulando pormenores tipo a aplicar de modo prescritivo, formando também uma imagem da empresa.
- A uniformização e racionalização de todas as zonas técnicas e de serviços
- A melhoria das condições e racionalização dos meios de conforto ambiental, nomeadamente na iluminação, acústica, qualidade do ar e ventilação.

Este documento, denominado Programa e Normativo de Gestão das Estações do ML (P.N.G.E), baseou-se na pesquisa sobre as normas e recomendações nacionais e internacionais, a documentação interna da empresa, a bibliografia sobre o tema e na experiência adquirida. O documento original foi sujeito a crítica e parecer interno na empresa, procedendo-se desde então à sua revisão semestral, pelo que a sua validade deverá resultar de um convencimento interno da empresa.

## A Arte nas Estações

O ML tem um vasto programa de integração de obras de arte nas estações novas e remodeladas, que o tornaram certamente no "museu" de arte mais visitado da cidade. Como é obvio, não se trata de construir um museu, mas simplesmente de levar a arte a pessoas que, pelas circunstâncias da vida contemporânea, visitam menos os museus. Assim, apelando à memória e aos sentidos, humanizam-se os espaços.

O sucesso desta operação tem sido demonstrado pelo constante interesse do público, estudiosos nacionais e internacionais, responsáveis de outros metropolitanos e pelas continuadas e elogiosas referências na comunicação social.

A arte no ML, por estar em espaços públicos (prolongamentos do urbano, urbano subterrâneo) integra-se na categoria da arte pública, tendo consequentemente uma forma e um conteúdo diferentes da "arte dos museus". A integração de obras de arte nas estações constitui, tal como outros aspectos, uma opção da empresa que tem procurado repensar a inclusão de obras de arte nas estações, adaptando-as ao meio a que se destinam.

Trata-se de um problema de arquitectura porque é um problema de cultura, mas é mais um dado do problema e do programa (não sendo necessariamente uma dificuldade, mas antes um prazer); ou seja, como resolver as relações entre a obra de arte arquitectónica e as outras obras de arte, dado que sendo feitas por pessoas diferentes serão necessariamente coisas diferentes. A profunda erudição da arte provocou uma especialização que torna os seus variados modos muito específicos e com codificações diferentes. A obtenção de conjuntos coerentes, resultantes de um trabalho em conjunto, constitui um grande desafio para as equipas que trabalham em cada estação.



Estação Chelas; Arqª Ana Nascimento



Eng. Cerdeira Baptista
*Director de Equipamentos do ML*

## I – Introdução

No âmbito da sua política de expansão e de **modernização**, o Metropolitano de Lisboa, E.P. tem vindo a implementar equipamentos e sistemas que, para além de contribuírem para a **melhoria da qualidade** do serviço prestado, possibilitam a racionalização / redução dos efectivos em serviço nas estações, e consequentemente a obtenção de **ganhos de produtividade**.

# Novos equipamentos nas Estações – Modernização e Ganhos de Produtividade

Os investimentos efectuados abrangeram as diversas vertentes em jogo, nomeadamente:

A área da **Segurança** (de pessoas e bens), através de sistemas de
- detecção automática de incêndios (SADI)
- televigilância por circuitos de vídeo (CITV) / (TLVI)

A área da **Informação** ao público, utilizando a voz e a imagem de forma independente, recorrendo a sistemas de
- informação sonora ("Public Address");
- painéis electrónicos de teleinformação (TLIN)

A área do **Controlo/Supervisão**, na própria estação e centralizadamente, dos equipamentos de bilhética e electromecânicos em serviço na estação, através de
- novo sistema de bilhética (3ª geração);
- sistema de supervisão (telecomando / telesinalização) das instalações técnicas (SSIT).

Genericamente, todos estes sistemas foram estudados e estruturados por forma a servirem de suporte tecnológico adaptado à nova filosofia organizacional do serviço de exploração de estações, caracterizado essencialmente por um guarnecimento local mínimo e pelo funcionamento operacional a **três níveis distintos de centralização:**

- um 1° nível na própria estação, através do "Agente de Tráfego", único agente em serviço nas estações menos criticas da rede ML ("Estações Secundárias");

- um 2° nível na respectiva "Estação Principal", da qual dependem uma ou mais estações secundárias, garantido pelo seu "Operador de Linha";

- um 3° nível na Central de Operações, situada próximo do actual centro de gravidade da rede ML, na zona do Marquês de Pombal.

Em condições normais, os diversos sistemas estarão sob o comando / controlo do nível de centralização mais elevado (em principio a Central de Operações), estando no entanto garantida a possibilidade de visualização de estado nos níveis de centralização mais baixos.

O desenho n.° 1, mostra a actual rede ML, com indicação das estações "principais" e "secundárias".

Finalmente referir-se-á ainda que, para dar satisfação ás suas necessidades de comunicação internas, relacionadas com as aplicações gestionárias ou com as imprescindíveis interligações entre os vários componentes (locais e centrais) dos sistemas técnicos operacionais, o ML implementou um sistema de transmissão de elevada capacidade, suportado por uma rede geral de cabos de fibra óptica, garantindo rapidez e segurança nas comunicações entre os diversos locais da sua rede (estações; instalações técnicas) e os órgãos centrais (Central de Operações; oficinas; escritórios).

Nos pontos que se seguem, faz-se uma breve descrição técnico-funcional dos diversos sistemas que foram anteriormente referidos.

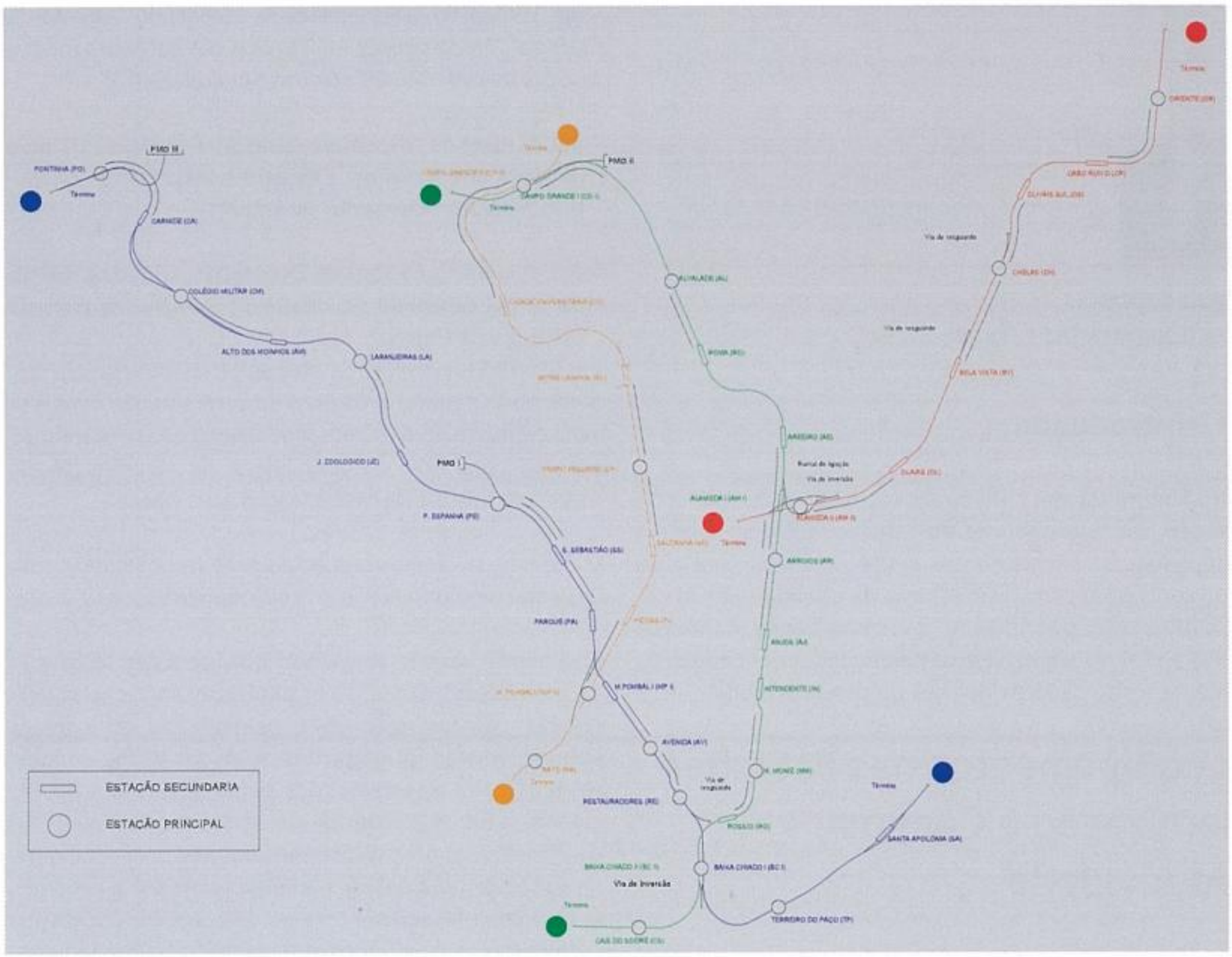
## II – Sistemas de Detecção Automática de Incêndios (SADI)

Nas estações já equipadas, o sistema é composto por uma central de detecção, com os respectivos periféricos (detectores ópticos e termovelocimétricos; actuadores manuais; sinalizadores luminosos e sirenes).

Podem ser definidas no sistema, até 8 zonas independentes de detecção, ficando os componentes / periféricos de cada zona interligados em anel.

As centrais de detecção integram as seguintes facilidades:
- alarme e atendimento selectivo de cada uma das zonas definidas;
- registo de ocorrências e auto-diagnóstico;
- possibilidade de comando e controlo remotos;
- actuação de comandos em função das situações de alarme (inibição de elevadores; paragem de AVAC; arranque de ventilação).

As centrais de detecção estão interligadas com o sistema SSIT, permitindo assim a supervisão dos SADI à distância (estações principais; central de operações).




Desenho nº 1 – Esquema da rede ML

## III – Televigilância por Circuitos de Vídeo

Tendo como objectivo a segurança das pessoas, a vigilância dos equipamentos e a ajuda à operação, o ML tem vindo a instalar equipamentos de vídeo na sua rede.
Estão actualmente em serviço cerca de 500 câmaras de vídeo (com tecnologia a cores em mais de 90% das situações) em 35 das actuais 40 estações da rede ML, cobrindo acessos, átrios e cais dessas estações, bem como escadas e tapetes rolantes, bilheteiras automáticas e obliteradores.

A monitoração, em tempo real, é actualmente efectuada na própria estação (pelos respectivos Agente de Tráfego ou Operador de Linha), sendo a selecção de imagem realizada através de consola e matriz de comutação vídeo, de capacidade adequada ao numero de câmaras associadas. As matrizes de vídeo, componentes fundamentais do sistema, são geridas por microprocessador e têm interface de comando do tipo RS 485, podendo ser configuradas em estrela, bus ou misto.

As facilidades disponíveis incluem:
- gravação digital em hard-disk;
- inserção de texto para identificação dos locais monitorados;
- integração com o sistema SSIT - Sistema de Supervisão das Instalações Técnicas (escadas rolantes; saídas de emergência);
- capacidade para futuro comando / monitoração remotos.

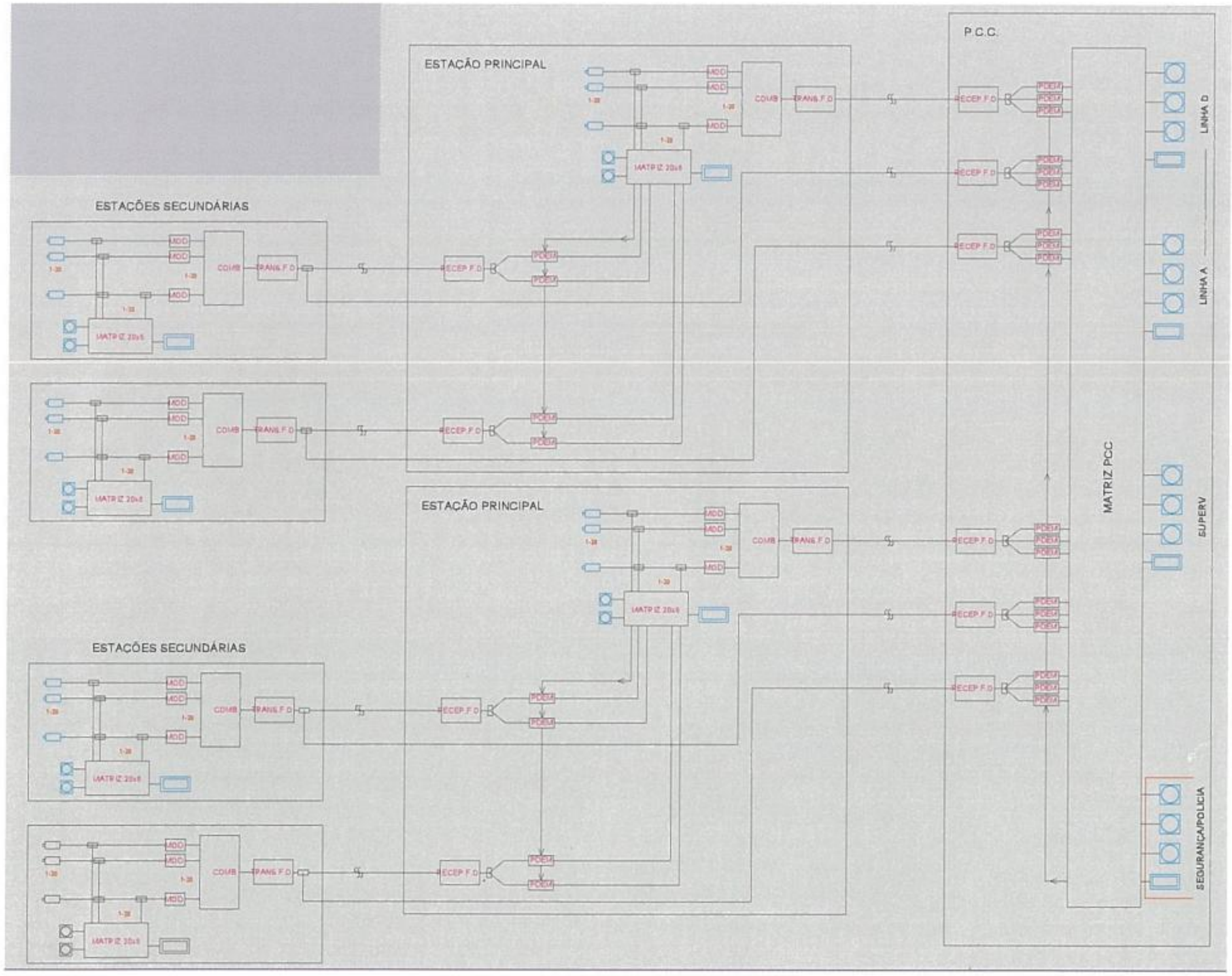
Está em curso um projecto para centralização dessa videovigilância, a implementar até final do ano 2000, que possibilitará a monitoração remota de todos os locais, por selecção das respectivas câmaras, a partir das estações principais (1° nível) e da Central de Operações (2° nível, com desdobramento pelas centrais de circulação e de segurança, e pela esquadra da PSP).

A transmissão dos sinais de vídeo para a centralização, suportada por tecnologias analógicas ou digitais, far-se-á através da actual rede de cabos de fibra óptica, garantindo-se assim imunidade ao ruído electromagnético e reduzida atenuação.

O desenho anexo n.° 2, representa os esquemas bloco dos sistemas base existentes em cada estação e da sua evolução para centralização (em estudo).

## IV – Sistema de Sonorização ("Public Address")

O sistema, essencialmente constituído por um posto centralizado de operação/gestão (na "Régie" de informação, junto




Desenho nº 2 - Televigilância-Esquemas Bloco

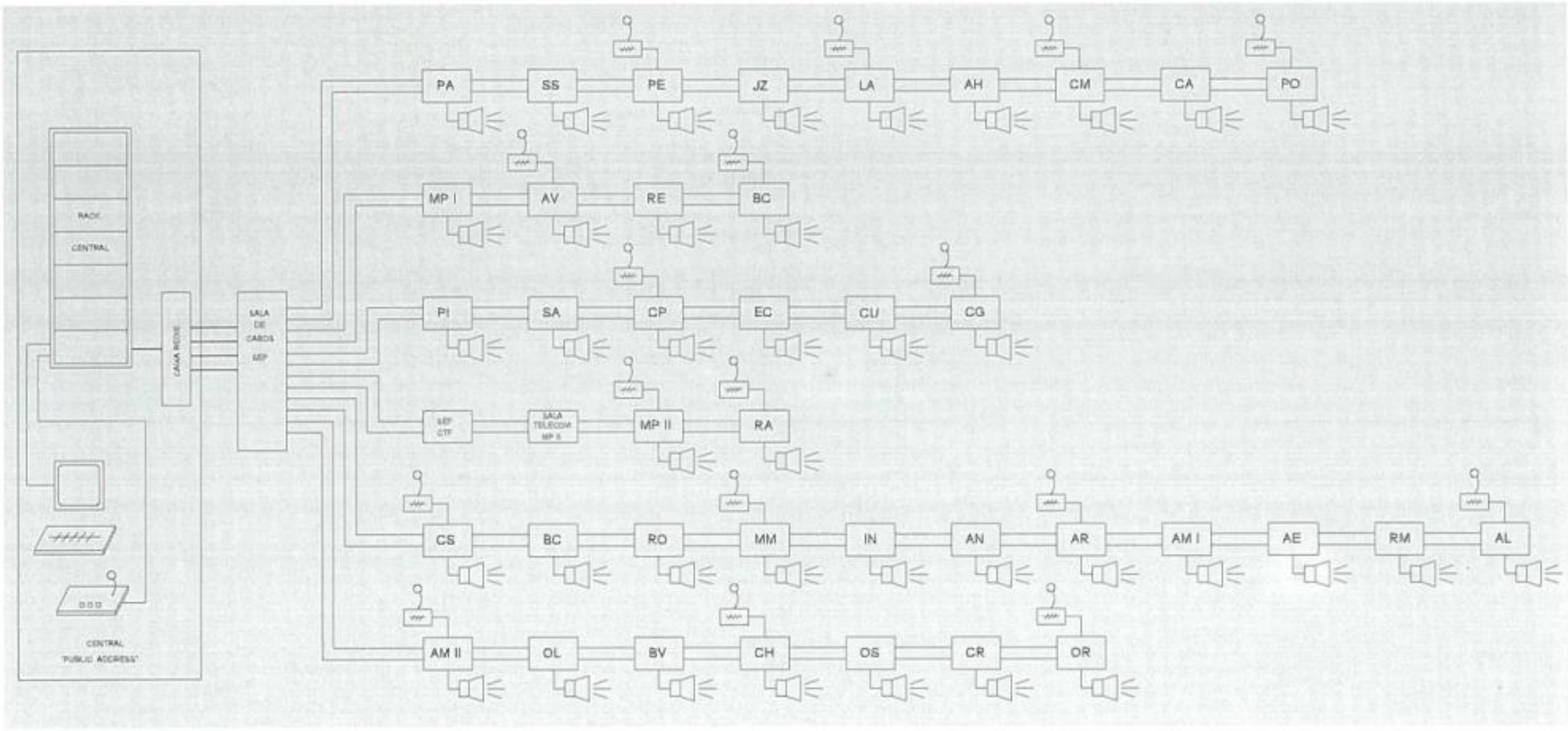
à Central de Operações), por postos descentralizados de operação nas estações principais (as estações secundárias funcionam como "escravas" das principais), e por altifalantes distribuídos ao longo das estações (acessos, átrios, cais), destina-se a difundir mensagens directas ou pré-gravadas (em EPROM ou hard-disk), em caso de ocorrência ou para simples informação, ou música ambiente (CD ou telefonia).
A difusão pode ser geral ou selectiva (toda uma linha; um grupo ou apenas uma estação; zonas dentro das estações), existindo um dispositivo de amplificação de som nos cais de cada estação, para ajuste automático do nível sonoro local em função do ruído ambiente (rolamento de um comboio na via junto aos cais, por exemplo).
As facilidades existentes no posto central, equipado com um PC de operação/gestão (touchscreen ou mouse), incluem:

- prioridade de operação em relação ás estações principais;
- possibilidade de intercomunicação com os operadores das estações principais;
- monitoração em tempo real, da difusão (mensagem; música) em curso em determinado local;
- controlo e registo de todas as falhas / avarias verificadas no sistema.

O desenho n.º 3 representa o esquema bloco e de distribuição do sistema actualmente implementado, cobrindo as 4 linhas da rede ML.

## V – Sistema de Teleinformações

O sistema, essencialmente constituído por um posto centralizado de operação / gestão (na "Régie" de informação, junto à Central de Operações), por postos descentralizados de operação nas estações principais, e por painéis electrónicos de informação, de tecnologia "LED", instalados nos cais e átrios das estações (os painéis das estações secundárias são comandados a partir do posto de operação da respectiva estação principal), destina-se a afixar mensagens editadas "on line" ou previamente programadas e armazenadas em base de dados, em caso de ocorrência ou para simples informação ao cliente.




Desenho nº 3 - Sistema de Sonorização - Esquema Bloco

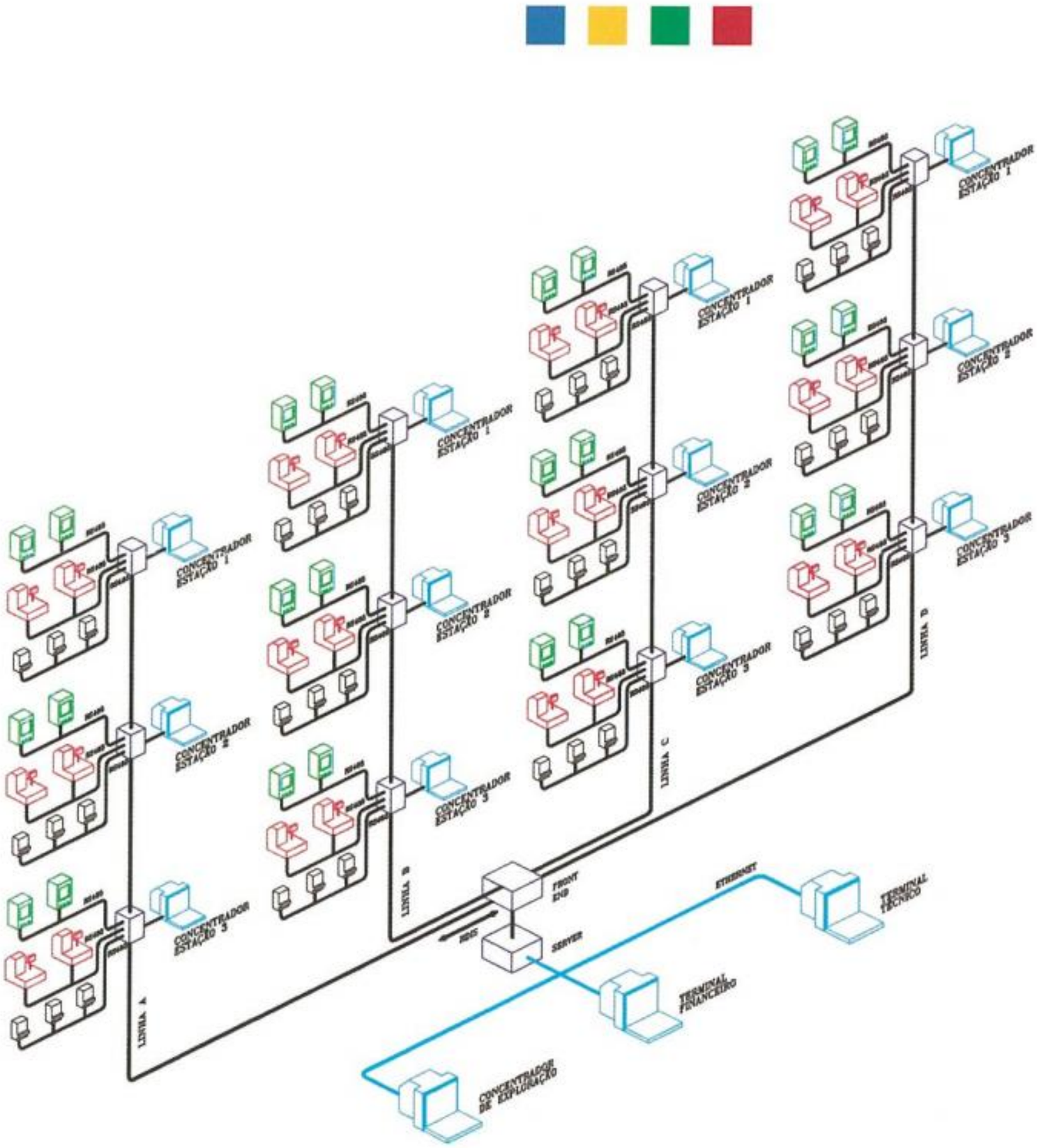



Desenho nº 4 - Sistemas de Teleinformação - Diagrama de Rede

Complementarmente, e por meio de interface adequada (RS485) com os sistemas de sinalização e de informação horária interna, são visualizados o destino do próximo comboio (nos painéis de cais, sempre que o comboio sai da estação anterior) e a hora ML (HH.MM, com sincronização dos relógios locais pelo relógio central).

A afixação pode ser geral ou selectiva (toda uma linha ou uma estação; apenas os painéis de cais ou os de átrio).

As facilidades existentes no posto central, equipado com um PC de gestão / operação (com interface gráfico Microsoft Windows) e com um servidor de comuni-




Desenho nº 5 - Sistema de Bilhética - Esquema Bloco

cações (barramento RS485 para cada linha, com velocidade de 62,5 Kbits), incluem:

- prioridade de operação em relação ás estações principais;
- bidireccionalidade das comunicações com os painéis locais, permitindo comprovação em tempo real das mensagens efectivamente afixadas;
- diagnóstico e registo centralizados de todas as falhas/avarias verificadas no sistema.

O desenho n.º 4 representa o esquema bloco e de distribuição do sistema actualmente implementado, cobrindo as 4 linhas da rede ML.

## VI - Novo Sistema de Bilhética

Trata-se de um sistema integrado, composto pelos seguintes equipamentos:

- máquinas de venda automática (com pagamento por moedas ou cartão PMB, e reciclagem / devolução de trocos);
- máquinas de venda manual (na cabina do agente do tráfego);
- obliteradores / validadores de bilhetes;
- concentradores de estação;
- sistema central de operação / gestão.

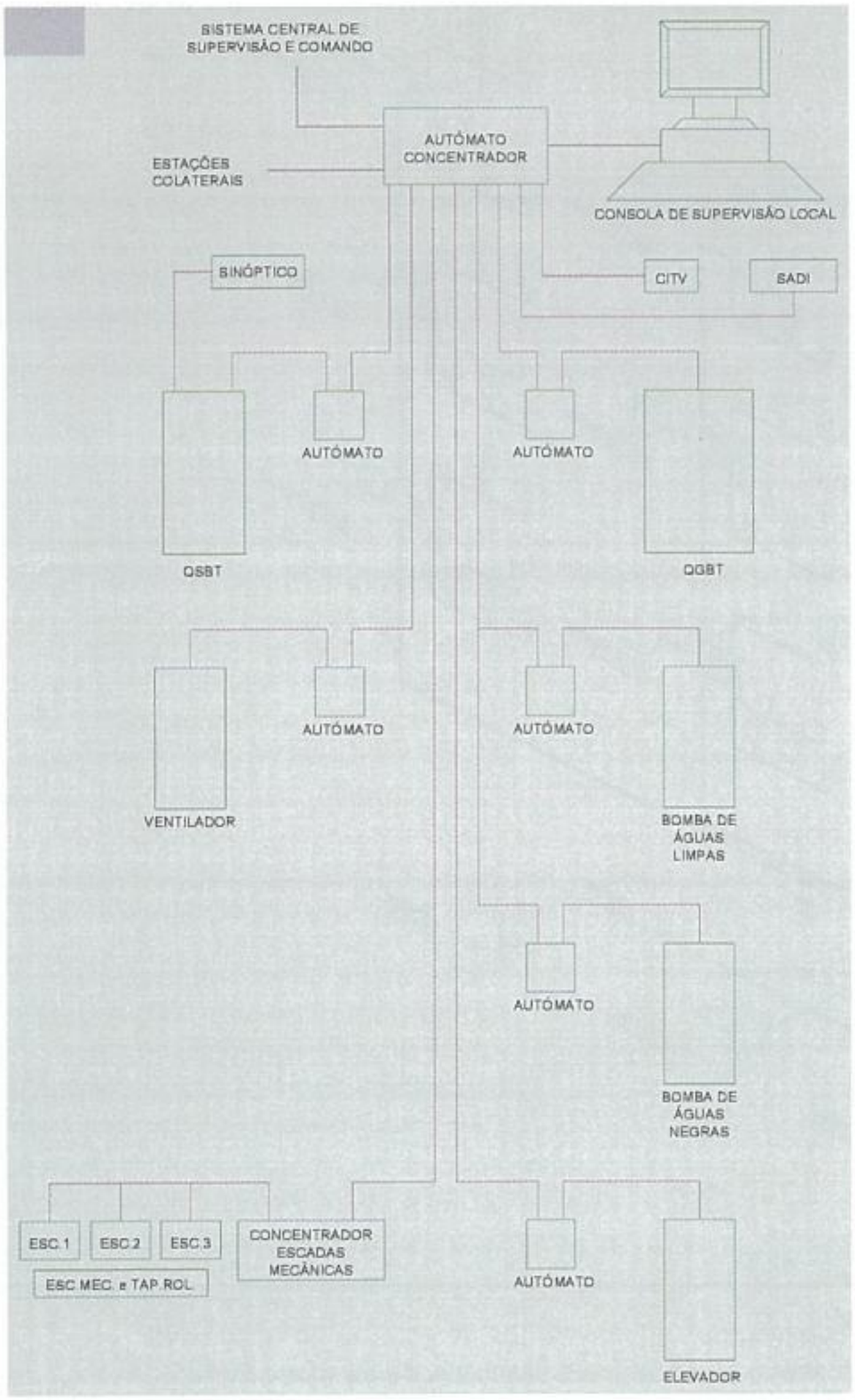
A ligação dos equipamentos de estação ao respectivo concentrador é efectuada através de interface RS485. Por sua vez os concentradores de estação, que se destinam a monitorar e controlar localmente os equipamentos a eles ligados, transmitem ao sistema central os dados recolhidos, através de ligação com interface Frame Relay.

O sistema central é por sua vez constituído por "front-end" de comunicações e servidor central, e por três terminais remotos (em rede Ethernet) com distintos perfis da utilização : operação / supervisão; contabilidade / estatística; assistência / manutenção.

Na sua configuração actual, o sistema permite ganhos significativos de produtividade ao nível das vendas e da contabilidade, estando ainda garantidas as seguintes facilidades:

- informação estatística centralizada; bilhetes vendidos; receitas, ocorrências;
- tratamento comercial das transações com cartão PMB, através de ligação RDIS do sistema central à SIBS;
- telemanutenção centralizada, possibilitando maior rapidez de intervenção / correcção.

O desenho n.º 5, representa o esquema bloco e de distribuição do sistema.




Desenho nº 6 - SSIT - Arquitectura Tipo de uma Estação

## VII - Sistema de Supervisão das Instalações Técnicas (SSIT)

O sistema permite efectuar a supervisão remota (comando, controlo, atendimento de alarmes) de todos os equipamentos de estação, incluindo os dos troços adjacentes: QGBT e QSBT, ventilação e bombagem, acessos mecânicos, etc..

Essa supervisão pode ser efectuada na própria estação (no gabinete do agente de tráfego) ou a nível central (estação principal; central de operações).

A rede local em cada estação é constituída por:

- autómatos (PLC) distribuídos, com processamento multi-tarefa, directamente associados (com topologia mod-bus RS-485) aos equipamentos a controlar;
- autómato concentrador, actuando como master, e que também assegura a comunicação entre estações, e destas com a central de operações);
- PC de operação, com interface gráfica.

As interligações entre estações secundárias e principais, e entre estas últimas e a central de operações, são suportadas pela rede de dados PDH em fibra óptica, de alta velocidade, a qual disponibiliza uma interface X21 em cada estação.

Na Central de Operações, o "front-end" de comunicações assegura a interligação entre a rede PDH e a rede local Ethernet, constituída por uma estrutura servidor/cliente com interfaces e postos de operação, para supervisão da rede eléctrica e dos restantes equipamentos eléctricos/electromecânicos de estação, e para administração do sistema.

Os desenhos nºs 6 e 7, representam respectivamente a arquitectura SSIT tipo de uma estação, e a arquitectura geral da rede SSIT de comunicações.

## VIII - Sistema de Transmissão de Dados em Rede em Fibra Óptica

O sistema serve de suporte de comunicações, com a capacidade e a velocidade necessárias, aos diversos sistemas de telecomunicações e de dados do ML, utilizando a fibra óptica como meio físico de transmissão.

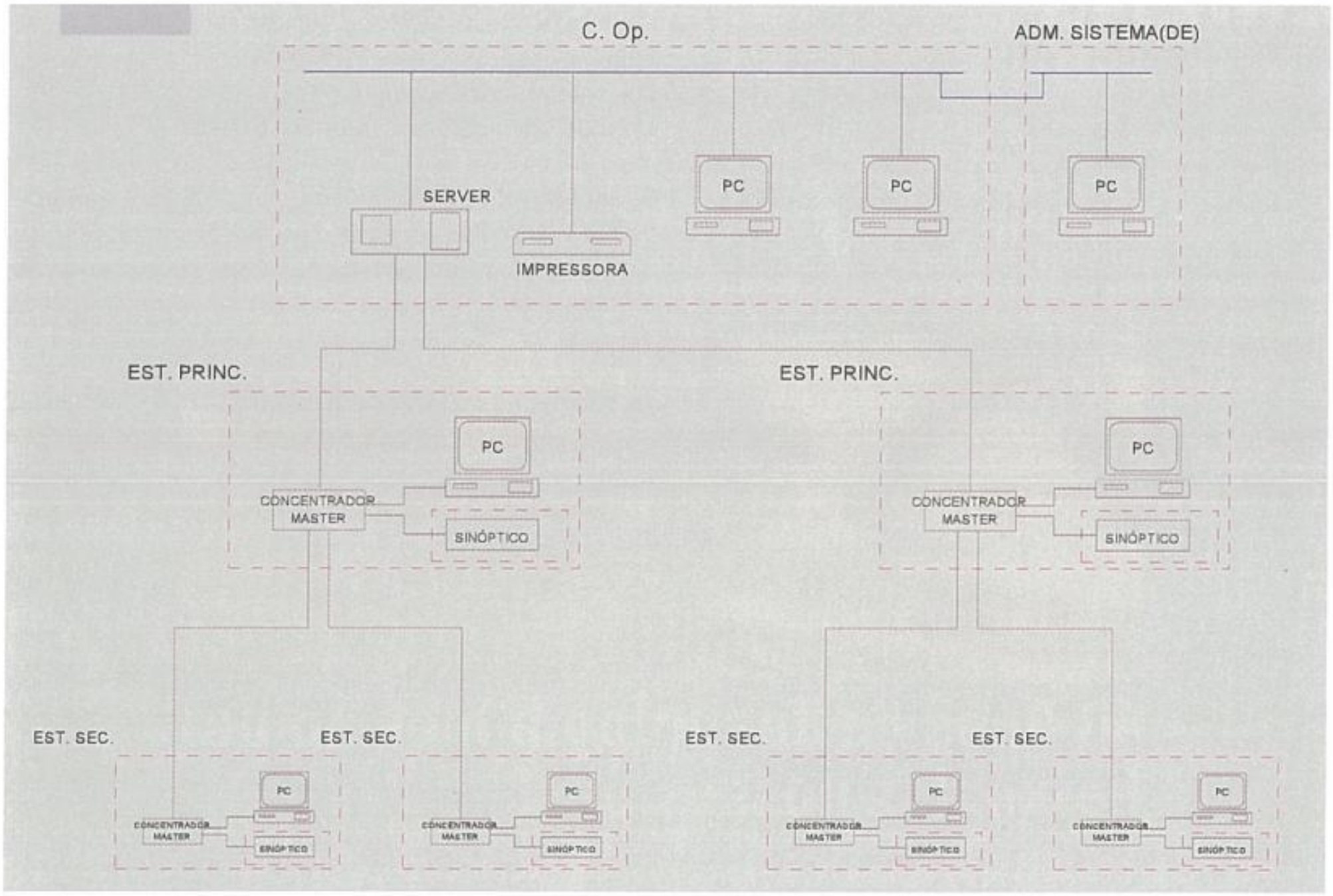
Estão instalados dois cabos de fibra óptica, um em cada lado da galeria, com 48 fibras monomodo por cabo, dispostas em 6 tubos em redor de um tensor central em varão de fibra de vidro. Os dois cabos têm abertura em cada estação, em repartidores apropriados.

Estão disponíveis duas redes distintas (PDH e SDH), com finalidades e capacidades diferentes, em função das exigências de transmissão dos diversos tipos de dados a transmitir.

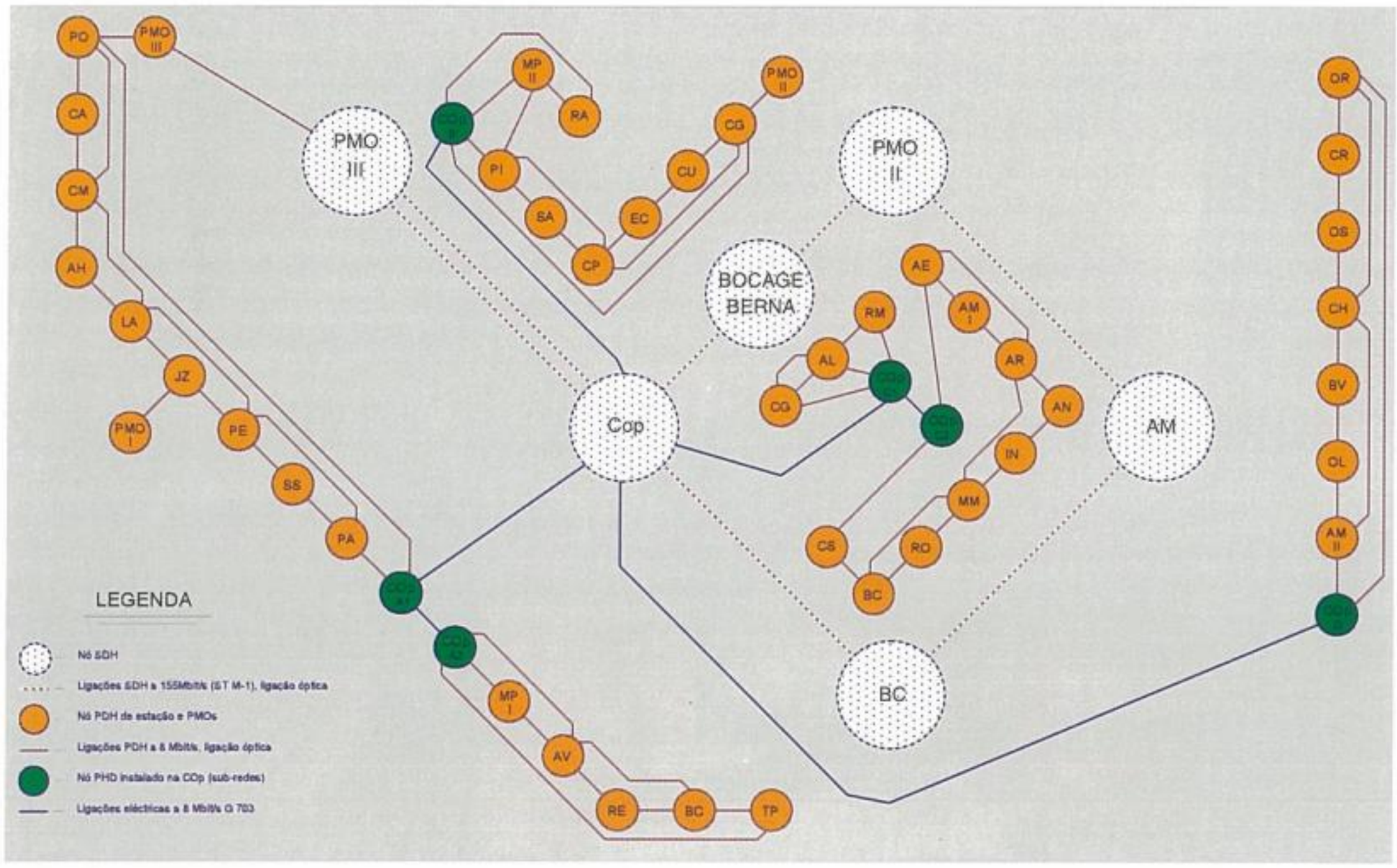
Os nós de ambas essas redes são controlados através de um sistema de gestão único.

A rede PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy), com nós interligados a 8 MBits/s, destinam-se a transmitir os dados relativos aos sistemas ligados à operação / exploração da rede ML, utilizando uma tecnologia digital de multiplexagem por divisão de tempo (TDM).
Esta rede tem uma arquitectura em anel, constituída por 4 sub-redes completamente independentes, uma para cada linha do ML.

A rede SDH (Synchronous Digital Hierarchy), com nós interligados a 155 MBits/s, destina-se a interligar os sistemas informáticos da Empresa e as suas centrais telefónicas, servindo ainda de "backbone" da rede PDH.




Desenho nº 7 - SSIT - Arquitectura Geral




Desenho nº 8 - Redes (PDH e SDH) de Transmissão de Dados

O sistema de gestão da rede de dados (NMS-Network Management System) permite, a partir de uma única workstation:

- monitorar, configurar e testar as redes: nós, circuitos, canais;
- recuperar circuitos ou canais, em caso de falha;
- analisar estatísticas e performances de circuitos e nós;

O desenho n.º 8, apresenta o esquema de ligações físicas das redes PDH e SDH.

SIEMENS



# 40 Anos de Tecnologia mesmo por baixo dos nossos pés!



# Parabéns Metro de Lisboa.



Comboios



Simulador



Quadros Eléctricos



PMO III

40º aniversário do Metro de Lisboa. Um percurso de sucesso partilhado com a equipa Siemens.
A nossa tecnologia de topo percorre diariamente milhares de quilómetros nas melhores... mãos.

EMPRESA CERTIFICADA

APCER
CERTIFICADO N.96/CEP.369
SISTEMA PORTUGUÊS DA QUALIDADE
NP EN ISO 9001

Na via certa
Sistemas de Transportes Siemens

Siemens, S.A. - Unidade de Negócio Tecnologia de Transportes
http://www.siemens.pt



Eng. Fernando Santos e Silva
*Chefe do Departamento de Sinalização*



Eng. Luís Arega Lopes
*Técnico Superior do Departamento de Estudos da Direcção de Equipamentos*

A Linha Vermelha foi escolhida para a primeira instalação no Metropolitano de Lisboa (ML) dos sistemas ATP (Automatic Train Protection) e ATO (Automatic Train Operation).

# Os Sistemas ATP / ATO na Linha Vermelha do Metropolitano de Lisboa

Lançado o concurso no princípio de 1996, a adjudicação foi formalizada em Outubro de 1996, com o objectivo de inaugurar a linha com a abertura da EXPO 98.

O contrato envolveu um montante aproximado de 4 milhões de contos e abrangeu a sinalização ferroviária e o ATP/ATO da Linha Vermelha, o ATP/ATO da Linha Amarela, uma instalação de ensaio na via de ensaios do PMO III ( Parque de Material e Oficinas da Pontinha ) e o equipamento de 55 UTE (unidades triplas eléctricas ). Posteriormente foi contratado um adicional para mais 18 unidades triplas.

Não tendo sido possível, após a conclusão das obras de construção civil do túnel da nova linha, dispor de tempo suficiente para a realização dos ensaios de afinação e de "endurance" dos sistemas ATP/ATO, a linha foi inaugurada (com a Exposição Universal) apenas com o sistema de sinalização.

O reduzido tempo de interrupção nocturna da exploração, durante a Exposição, levou a que aqueles ensaios só pudessem ser desenvolvidos depois de Outubro de 1998. Os ensaios finais de "endurance" ( marchas em vazio, sem passageiros ) decorreram em Maio de 1999 para a configuração simples UTE ( 3 carruagens por comboio ), e em Outubro de 1999 para a configuração dupla UTE ( 6 carruagens ) . Prevê-se a colocação em serviço dos sistemas ATP/ATO na Linha Vermelha em Dezembro de 1999.

## Breve caracterização dos sistemas ATP/ATO

Na condução em ATP, o maquinista assegura os comandos de tracção e de travagem do comboio, devendo respeitar os limites de velocidade da curva de controle que lhe são mostrados na consola da cabina de condução. Embora exista uma sinalização lateral, o maquinista não precisa de ter em conta, em condução ATP, o estado dos sinais. Se, em qualquer ponto do percurso, a velocidade do comboio ultrapassar a velocidade máxima admissível nesse ponto (o conjunto destes valores constitui a curva de controle), o sistema ATP desencadeará uma travagem de emergência. Trata-se portanto de um sistema de segurança intrínseca, que provoca também uma travagem de emergência sempre que detecta uma avaria no próprio sistema ou uma incoerência no processamento.

Na condução em ATO, o maquinista autoriza a abertura e fecho das portas do comboio ( segurança dos passageiros ) e comanda a partida do comboio. Os comandos de tracção e de travagem são assegurados pelo ATO, em função do diagrama de marcha seleccionado. Não sendo um sistema de segurança intrínseca, a condução em ATO é sempre vigiada pelo sistema ATP. Este desencadeia uma travagem de emergência sempre que, num qualquer ponto do percurso, a velocidade do comboio ultrapasse a da curva de controle, ou que seja detectada uma avaria ou incoerência de processamento.

## Razões para a instalação de sistemas ATP/ATO

Os objectivos dum sistema ATP são essencialmente :

- optimizar a capacidade de transporte de passageiros por secção de via, permitindo a aproximação dos comboios em condições de segurança e, consequentemente, a minimização do intervalo entre eles e a maximização do número de comboios simultaneamente em circulação na linha ( dependendo do dimensionamento das secções de transmissão via - comboio ao longo das vias );
- libertar o maquinista da responsabilidade ultima de segurança , uma vez que, no caso de ultrapassagem da velocidade máxima admissível em qualquer ponto da via, a segurança é garantida pelo ATP através duma travagem de emergência.

Os objectivos dum sistema ATO são essencialmente :

- garantir, em condições de segurança para os passageiros, a redução da tripulação de um comboio, mesmo que seja longo, a um homem só, com transferencia do factor para o maquinista, das funções de abertura e fecho de portas e de vigilância dos passageiros;
- libertar o maquinista das funções de condução propriamente ditas (controle da velocidade, dos sinais laterais, da aproximação das estações e dos aparelhos de

via), concentrando-o em tarefas de controle da segurança de passageiros;
- uniformizar os diagramas de marcha dos comboios, com possibilidade de economia de energia ( mediante selecção do tipo de marcha económica );
- viabilizar a regulação automática dos comboios , garantindo a distribuição uniforme dos comboios ao longo da linha, mediante actuação nos tempos de paragem nas estações e nos tempos de percurso entre estações.

## Sistemas complementares

### · Sinalização Ferroviária

No caso da Linha Vermelha, o sistema ATP recolhe informações provenientes dum sistema de sinalização lateral convencional , com encravamentos electrónicos constituídos por monoprocessadores de segurança vital do tipo autómato programável , com circuitos de via de 9,5 a 16 KHz, sem juntas isolantes, e com sinais protegidos por dispositivos de travagem automática em caso de ultrapassagem de sinal proibitivo. Essas informações são :
- estado de ocupação dos circuitos de via
- detecção da posição das agulhas
- estado dos itinerários
- estado do sinal de bloqueio de saída da estação (sinal telecomandado a partir da Central de Circulações)
- autorização de partida em ATP
- sinal de alarme do cais (dispositivo que permitirá aos passageiros na estação parar o comboio que se aproxima no caso de queda à via)
- eventual limitação de velocidade entre estações

O sistema de sinalização tem carácter de recurso, isto é, foi dimensionado para utilização no caso de não disponibilidade do sistema ATP, existindo apenas sinais de saída e de manobra. Em condução ATP o comboio pode ultrapassar em condições de segurança sinais de cantonamento que estejam proibitivos, o que não acontece com os sinais de manobra, por razões de distancia de travagem antes dos aparelhos de via.

### · Sistema ATS (Automatic Train Supervision)

A Linha Vermelha está equipada com um sistema ATS, para a sua supervisão centralizada na Central de Circulações, junto do Marquês de Pombal, e incluindo :

- o sistema CTC ( Comando de Tráfico Centralizado ), com uma rede de transmissão por fibra óptica e canais de 64 KB/s ligando a rede Ethernet dos postos de comando central e computadores de gestão central, aos computadores locais (funcionando como unidades remotas de transmissão, e interligando em cada zona de encravamentos, o respectivo encravamento electrónico e o posto de comando local). Permite ao operador central visualizar o estado de todas as vias (ocupação dos circuitos de via), dos sinais, dos itinerários, da posição das agulhas e, em sentido inverso, enviar comandos de estabelecimento de itinerários ou movimentação de agulhas;
- o sistema PTI (Positiv Train Identification ), baseado em interrogadores localizados nas extremidades da linha, do tipo dos utilizados na Via Verde ( 4,7 GHz / 2W / 250 KB/s ) e que lêem os dados registados em "badges" instalados em cada automotora. Os "badges" contêm, mediante introdução de dados na respectiva consola, ou por registo automático :
- o numero de exploração do comboio
- o numero do maquinista
- o numero de carruagens do comboio
- a distancia percorrida desde a ultima leitura
- o numero de travagens de emergência desde a ultima leitura
- o numero de passagens por zonas de activação do ATP estando este activo, desde a ultima leitura

Os interrogadores estão ligados às unidades remotas do CTC e transmitem, para os computadores centrais, as informações recolhidas a cada passagem do comboio. Será ainda possível transmitir, através do "badge" e do interrogador, nos dois sentidos, 8 informações do tipo "sim ou não";
- o sistema DAM (Dispositivo de Ajuda à Manutenção), associado ao PTI, recolhe das cartas de processamento do equipamento ATP/ATO embarcado, e do próprio "bus" de controle da automotora, informações para fins de manutenção do sistema , susceptíveis de serem extraídas por ligação a um PC portátil, no fim do serviço de exploração;
- programas de regulação automática da circulação dos comboios, por horário e por intervalo entre comboios, com envio através do CTC das ordens de regulação do tempo de paragem nas estações e de selecção do tipo de marcha (económica, normal ou tensa)

**Parâmetros-base para o dimensionamento das curvas de controle ATP/ATO**

| | |
|---|---|
| · desaceleração de travagem de emergência nominal | 1,4 m/s² |
| · desaceleração mínima garantida de travagem de emergência | 0,85 m/s² |
| · carga do comboio | 1,25 da carga máxima |
| · velocidade máxima de exploração | 70 km/h |
| · distancia de segurança (overlap) | 165 m |
| · intervalo mínimo entre comboios | 90 seg |
| · velocidade máxima de entrada e saída nas estações | 45 km/h |

## Princípio de funcionamento

O sistema ATP instalado deriva do sistema SACEM desenvolvido pela Alstom, Matra e CSEET (equipamentos de via) e do sistema TVM430 (equipamentos de bordo) desenvolvido pela CSEET para o TGV e o Eurotunel.
O princípio básico consiste em ter memorizadas, a bordo, todas as curvas de controle de velocidade admissíveis, tendo os processadores de bordo capacidade para determinar o local exacto em que o comboio se encontra. O equipamento de via, tendo processado as informações sobre o estado de ocupação da via a jusante do comboio, transmite a este o código da curva a que deve sujeitar-se.

## Localização do comboio

Para que um comboio se consiga localizar em ATP, é necessário que comece por inicializar o sistema, através da passagem do comboio por uma baliza de diedros. Essas balizas situam-se à saída das garagens, à entrada das estações, nas vias de ligação entre linhas e nas zonas de inversão.
Cada baliza é constituída por 15 diedros situados em 23 posições possíveis ao longo de 9,20 m, permitindo assim a constituição de perto de 100 000 mensagens binárias. Dessas, apenas cerca de 3 200 é que são utilizadas de forma a garantir uma distância de Hamming de 4 entre as diferentes mensagens.
Um diedro é um pequeno reflector metálico, passivo, com cobertura de plástico anti - choque. Os diedros estão colocados no meio de cada via, ao longo da linha, a uma distância média de 10 m uns dos outros, e nas balizas atrás descritas. A presença de um diedro é captada por um radar embarcado.
A passagem do comboio sobre uma baliza, permite abrir um ficheiro informático embarcado, que contem a localização exacta dos diedros que se encontram entre esta e a próxima baliza e, também os limites de velocidade sobre a mesma zona.
A localização do comboio é mantida através da comparação entre a localização dos diedros reais e a sua imagem situada no ficheiro informático embarcado.
O espaço entre diedros é contado por 2 rodas polares, colocadas em eixos motores do comboio, cujo diâmetro é medido a cada passagem do comboio por uma baliza de diedros (uma vez que o comprimento desta é conhecido). Uma pequena calibragem das rodas polares é ainda efectuada a cada passagem do comboio por um diedro.

## Transmissão SACEM via - comboio

Ao nível da via, o equipamento activo ATP reduz-se às caixas de interface e aos laços SACEM, com cerca de 15 m, um por cada circuito de via. Os laços SACEM injectam nos carris uma mensagem de transmissão contínua, modulada em FSK de 35 a 45 KHz, com um comprimento de 84 bits, dos quais apenas 8 bits correspondem à informação enviada ao comboio, sendo os restantes utilizados na redundância, codificação e segurança da mensagem.
A mensagem é detectada, ao nível do comboio, por dois receptores colocados poucos centímetros acima dos carris, e é descodificada pelo equipamento de bordo. A informação transmitida consiste em:
- 5 bits: Curvas de controlo a adoptar pelo comboio (códigos de paragem no fim do cantão, paragem no fim do cantão seguinte ou via livre).
- 1 bit: Sinal de bloqueio em estação.
- 2 bits: Tipo de marcha (económica; SMRT ou tensa; CMRT ou normal).

## Pontos de paragem

Em ATP, o espaçamento dos comboios é assegurado por pontos de paragem, que estão situados a uma adequada distância de segurança (Overlap), do ponto a proteger.
Existem pontos de paragem em todas as saídas de cais das estações, e pelo menos um por interestação. Existem dois pontos de paragem em algumas interestações, que se destinam a proteger as saídas das zonas de garagem em Chelas e Belavista.
O ATP garante a paragem do comboio, em situação nominal, no ponto de paragem e, em caso de degradação das performances de travagem do comboio, garante a sua imobilização antes do ponto a proteger.
Os pontos de paragem em estação são materializados por placas metálicas, passivas, situadas ao nível da via, que se distribuem ao longo da estação, consoante o comprimento do comboio.
Os pontos de paragem em interestação são representados por placas metálicas, passivas, situadas no meio de cada via.







Estação da Pontinha



Estação das Olaias



Estação da Alameda



Estação da Pontinha

Optimização
Design
Modernidade
Qualidade

Metropolitano de Lisboa - Linha do Oriente - Olaias

R · A · R · I

REPARAÇÕES INDUSTRIAIS E AERONAVES, LDA.

**Construções Metálicas e Tubagens**
**Montagens e Manutenção Industrial**
**Projectos/Soluções Industriais**
**Mobiliário Urbano**

Zona Industrial da Moita, Lt-43
Rua dos Tanoeiros - Arroteias
2860-193 Alhos Vedros - Portugal
Tel.: (Geral) 351.21 280 81 10
Fax: 351.21 280 81 19
URL.: http://www.guianet.pt/rari/
E-mail: montalverca@mail.telepac.ptt



Eng. Francisco Sécio
*Director das Infraestruturas do ML*

# Uma nova abordagem para a Manutenção de Via

## A via férrea

A rede actual do Metropolitano de Lisboa (ML), inclui dois tipos de via ( balastrada - VCB e betonada - VSB ).

A quilometragem em vias principais, términos, ramais e resguardos, é de 34 km de via dupla e de 22 km de via simples em parques ( PMO I - Sete Rios; PMO II - Calvanas e PMO III - Pontinha).Ao longo dos anos e na sequência da expansão da rede, particularmente a partir dos anos oitenta optou-se pela construção em via betonada acompanhando os avanços tecnológicos da via férrea a nível mundial.

A adopção de via betonada (VSB) tanto na via corrente como nos aparelhos de via teve como base:

- A diminuição de transmissão de vibrações à estrutura envolvente, produzidas pela circulação dos comboios;
- Aumento da segurança de circulação pela adopção quer de materiais quer de fixações tecnologicamente mais evoluídas ;
- Redução das acções de manutenção de via, sem necessidade de correcções de alinhamento e nivelamento.

## A manutençao de via até ao presente

A política que vigorou no ML até à actualidade foi a da utilização de meios próprios, quer humanos quer de equipamentos ligeiros e pesados para efectuar a manu-

**Tipos de Instalação de Via no Metropolitano de Lisboa**

| | Linhas | | | | PMO I | PMO II | PMO III | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Amarela | Azul | Verde | Vermelha | | | | |
| Via Balastrada com Travessas de Madeira e Fixação RN | 2.280645 | 3.265,063 | 4.545,388 | | 1.817,00 | | | 12.268,096 |
| Via Betonada com Travessas de Madeira e Fixação RN (Estações) | 528,225 | 737,075 | 805,000 | | | | | 2.070,300 |
| Via Balastrada com Travessas de Betão e Fixação CIL | | | | | | 2.907,000 | 6.260,000 | 9.167,000 |
| Via Betonada com Travessas Bibloco de Betão e Fixação CIL | 2.634,000 | 2.098,945 | 1.786,908 | | | | | 6.520,640 |
| Via Betonada com Travessas Bibloco de Betão e Fixação NABLA | 2.552,209 | 3.876,140 | 1.820,052 | 7.156,564 | | | | 15.404,965 |
| **TOTAL** | 7.995,866 | 10.337,223 | 8.957,348 | 7.156,564 | 1.817,000 | 2.907,000 | 6.260,000 | **45.431,001** |

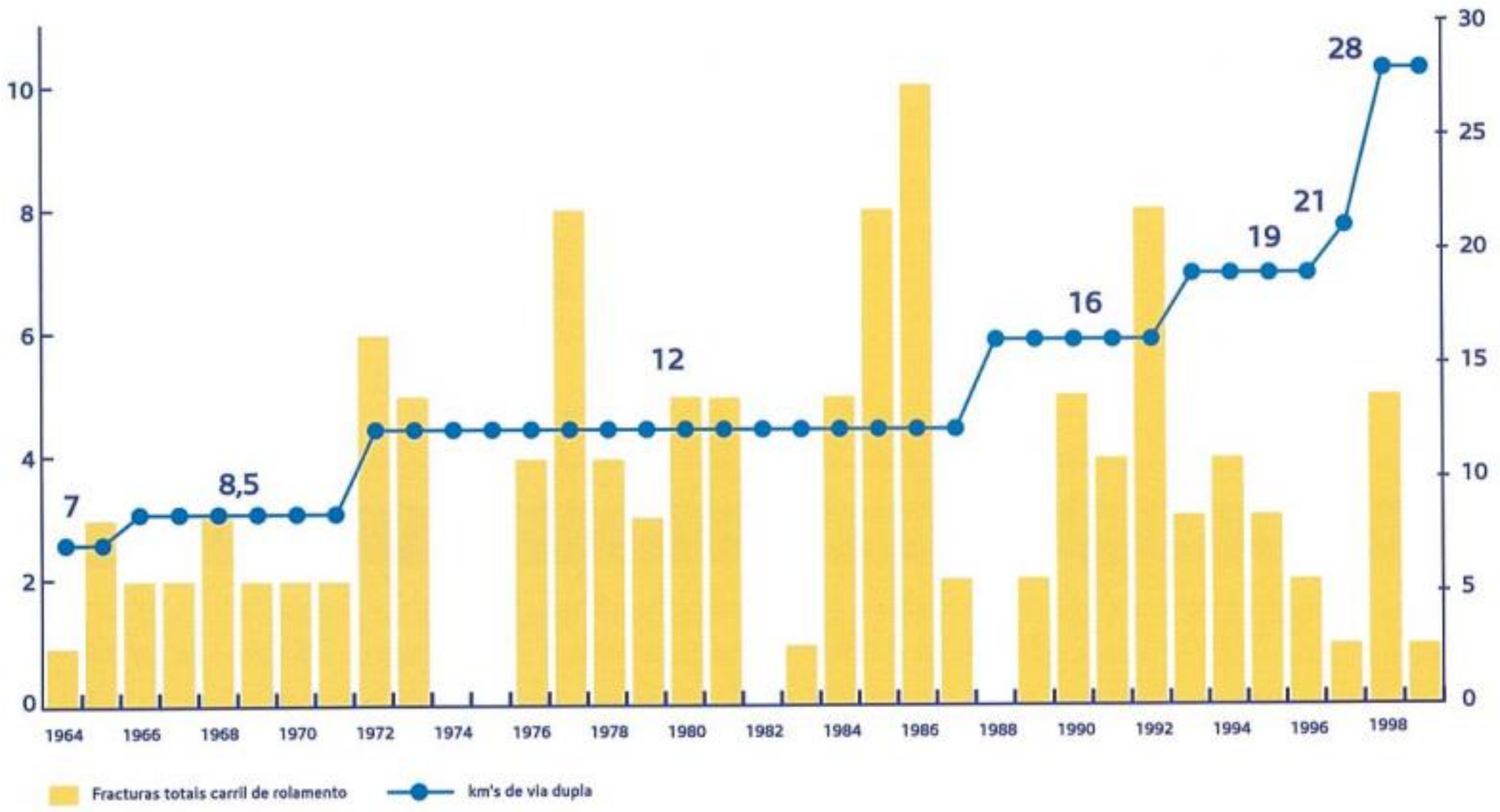
Nota: Total de km's de Via Dupla em exploração + Términos + Resguardos + PMO's

tenção de via. A actividade contratada desde o início foi a da soldadura de carris, seguindo-se-lhe a partir de 1990 a lavagem da via/galerias.

A aquisição de veículos ferroviários a partir do ano de 1975, tais como esmerilador de carris, draisine / grua e outros, permitiu uma significativa melhoria de rendimento das operações de manutenção de via, libertando recursos humanos que foram utilizados no reforço de rotinas de diversas actividades.

Apesar de se utilizarem somente meios próprios a disponibilidade da via férrea tem sido muito boa, verificando-se um reduzido número de avarias com origem na mesma e atingindo-se elevados índices de cumprimento nas principais actividades de manutenção.

**Fracturas em carril de rolamento**






1970 – Draisine SOCOFER



1975 – Unidade Esmeriladora de carris de rolamento SPENO RR18E



1980 - Draisine Grua DONELI D 721 GRM



1989 - Unidade atacadeira UNIMA 3

## A nova política de manutenção de via

Na última metade da década de 90, o ML sofreu diversas alterações as quais vieram a reflectir-se em todas as suas estruturas de manutenção e igualmente na organização da manutenção da via. De entre elas salienta-se:

- O crescimento exponencial da via férrea a manter em relação a anos anteriores (construção de 19,7 km de via dupla desde 1995 dos quais 6,26 km v.d. em parques a acrescentar aos 25,8 km existentes naquela data);
- A separação da linha única em 4 linhas independentes ;
- A reorganização dos serviços no sentido de lhes conferirem maior eficácia;
- A política de contenção na admissão de recursos humanos.

Esta nova realidade implicou uma reanálise dos conceitos anteriormente definidos por forma ao ML poder continuar a garantir a eficaz manutenção da sua via férrea, factor imprescindível a este tipo de meio de transporte.



1996 - Veículo grua MATISA VM 480 B

No início do próximo ano a contratação exterior das operações de manutenção de via para as linhas Azul (Pontinha / Baixa-Chiado) e Vermelha ( Alameda / Oriente), está associada á nova política de manutenção de via, já perfeitamente assimilada no seio da área de manutenção de via do ML.
A sua concretização torna-se fundamental não só para suprir algumas pequenas carências actuais, mas principalmente para garantir uma manutenção fiável e bem estruturada quando das novas extensões do ML previstas para o início do século XXI.

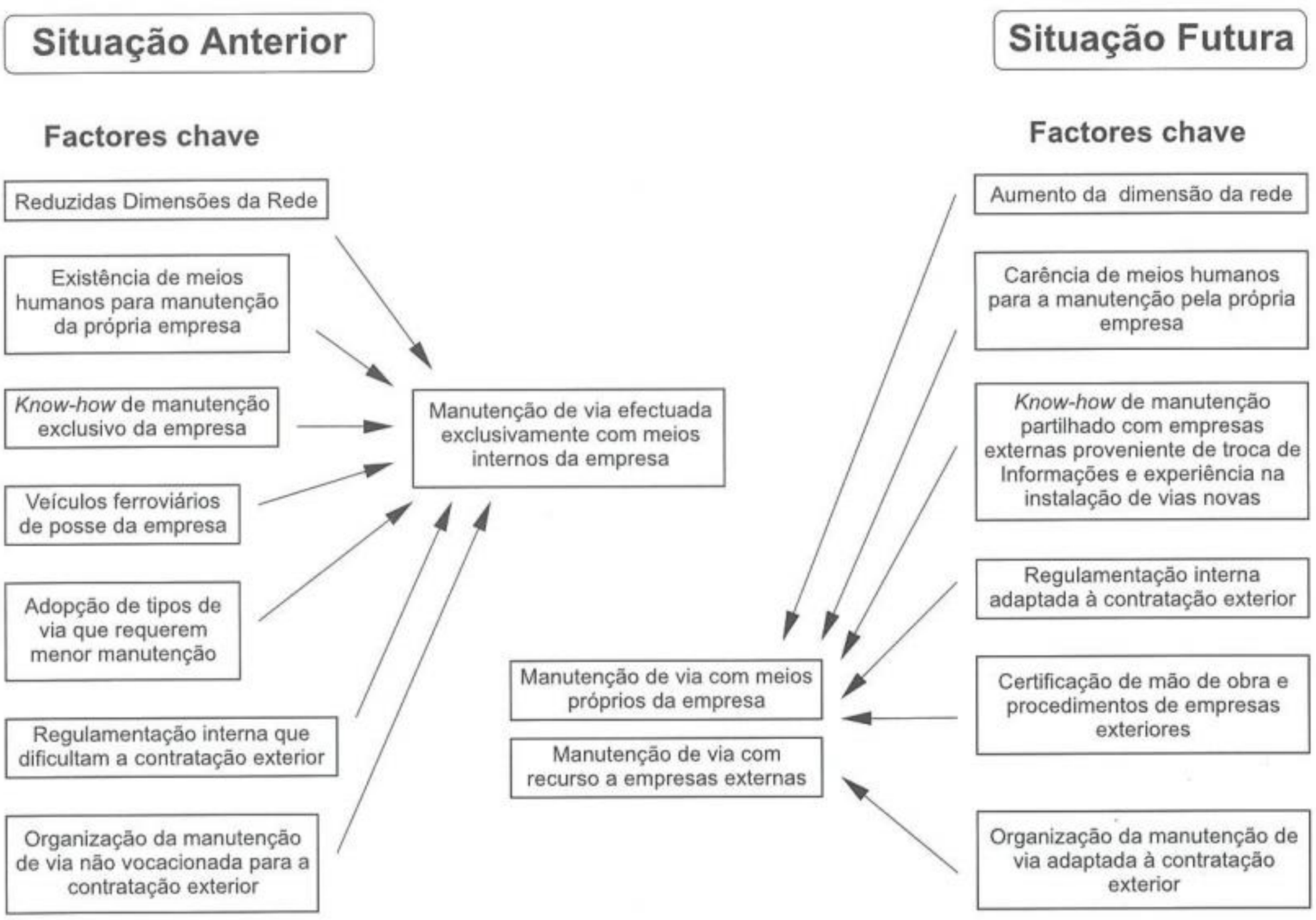
Trata-se ainda de estabelecer um processo de conhecimento mútuo uma vez que até à data não existe relação de trabalhos de manutenção efectuados por empresas exteriores ao ML, sob a óptica de prestação de serviço, em que a empresa é integralmente responsável por diversas acções de manutenção de via. Espera-se igualmente com estas contratações exteriores optimizar as acções de manutenção através da transferência de experiências e métodos de trabalho das equipas externas e do ML.
Excluem-se das contratações atrás referidas as operações de esmerilagem dos carris de rolamento e a substituição de carris, que continuam a ser efectuadas por meios internos do ML bem como a soldadura aluminotérmica de carris, actividade que já é presentemente contratada ao exterior.

A opção de manter as operações de esmerilagem e substituição de carris no âmbito dos meios ML tem genericamente a ver com a dificuldade dos empreiteiros de via de disponibilizarem equipamentos pesados com bitola e gabarito do ML para a execução destes trabalhos.
A entrega ao exterior das actividades de manutenção de via das linhas Azul e Vermelha, originará uma libertação de mão de obra directa, implicando no entanto uma necessidade de preparação de efectivos, através de formação específica, que permitam efectuar o controlo das actividades a desenvolver pelas empresas externas.

Integradas igualmente nesta nova política de manutenção de via do ML, estão já em curso diversas acções referentes à gestão e controle da informação.

Assim os dados recolhidos das acções de manutenção permitem um controlo diário do grau de realização e custos associados da manutenção programada , bem como do registo de ocorrências. O objectivo a curto prazo será que todas estas acções estejam completamente integradas no sistema informático SAP, por forma a obter-se uma informação que permita a tomada de decisões em tempo real.

O século XXI será certamente uma data de viragem no que respeita à manutenção da via no ML, devendo a tomada de decisões relativas a novos alargamento de contratos de manutenção ao exterior, só ser concretizada após um razoável período de experiência e reflexão sobre as opções agora tomadas, sob pena de se criar um vazio de conhecimento nesta área, dificilmente preenchível.



## Campo Grande

**Movimento Diário de Passageiros 149.100**

### Rede:

**Nº Total de Estações 36**
**Movimento Diário de Passageiros 1.300.000**
**Nº Total de Mupis 1.200**
**Nº Total de Lojas 181**




Nº DE MUPIS 32

# Metropolitano de Lisboa
# Um Mundo a Descobrir




Nº DE LOJAS NA ESTAÇÃO 16

Loja Sical; Salão de Chá; Bijutaria; Restauração; Charcutaria; Discoteca; Fotografia; Candeeiros; Pronto-a-Vestir; Cristais e Porcelanas; Tabacaria; Oculista; Florista; Perfumaria; Roupa Íntima; Banco.

**METROCOM** Lojas
Tel. 798 06 64; Fax. 798 06 63

**PUBLIMETRO/TCS** Publicidade
Tel. 722 20 50 ; Fax. 727 36 83





Dr. Fausto Sá-Marques
*Chefe do Departamento de Clientes*
*da Direcção Comercial do ML*

Na última década, com a concretização dos seus planos de expansão da rede (PER I e II), o Metropolitano de Lisboa (ML) conheceu um crescimento sem paralelo na sua história de quarenta anos. No ano transacto, com a conclusão e entrada ao serviço da Linha Vermelha - Alameda / Oriente - passou a contar com quatro linhas independentes, quarenta estações, numa extensão de cerca de trinta quilómetros.

## De uma cultura de transporte a uma cultura de serviço; Do passageiro de ontem ao cliente de hoje

O Metropolitano expandiu-se, e prossegue essa expansão, assumindo-se definitivamente como a espinha dorsal dos transportes de Lisboa.

As actuais quatro estações de interface, Cais do Sodré, Pontinha, Campo Grande e Oriente são as portas de entrada na cidade para as populações dos concelhos adjacentes.

E a estas pessoas o Metropolitano tem de apresentar argumentos para que deixem os automóveis em casa ou nos parques de estacionamento periféricos, não os trazendo para o interior de uma cidade congestionada, demonstrando que lhes oferece um meio de transporte rápido, seguro, confortável, fiável e amigo do ambiente.

Mas se há que saber conquistar novos utilizadores, igualmente e tanto ou mais importante, há que saber manter os actuais.

A fidelização e a conquista de novos clientes são os desafios que se colocam.

Se o Metropolitano soube crescer geograficamente, a aposta é agora crescer qualitativamente.

Se o desafio é estimulante, a tarefa não é fácil.
Dois factores determinantes têm de estar sempre presentes:

- o primeiro, de carácter objectivo, externo, de natureza social e que tem a ver com o cada vez maior peso do automóvel particular como índice de progresso social e um *status* incontornável;
- o segundo, de carácter subjectivo, atinente ao nível de exigência da qualidade do transporte.

Actualmente, mais importante que o transporte é a qualidade do serviço de transporte.
E é aqui, no factor qualidade que deve ser feito o devido investimento.
Para conquistar e fidelizar clientela a cultura da empresa tem de estar orientada para uma cultura de serviço.

O amadurecimento do passageiro acompanhou o crescimento da rede do Metropolitano.

O aumento da qualidade de vida dos cidadãos nesta última década, em geral, e o investimento da empresa, designadamente na qualidade das suas estações, material circulante e sinalética, em particular, modificaram significativamente o destinatário do transporte.

Aquele que transportámos durante anos, o sujeito passivo da relação contratual de transporte, a quem era fornecida a deslocação, mediante o pagamento de um preço, reagindo unicamente em função de aumentos tarifários, e que sempre conhecemos como o Passageiro, transformou-se num sujeito activo, atento, informado, exigente, pronto a protestar, ou seja, num consumidor, o Cliente do serviço transporte.

- O passageiro tem direito a ser transportado, pelo preço que pagou.

- O cliente para além deste direito, exige um serviço de transporte de qualidade.

É, assim, nesta perspectiva de qualidade que o transporte tem de evoluir.

Para tal, e antes de mais, é necessário o desenvolvimento da cultura de empresa de transporte orientada para o cliente, através da motivação do pessoal e da adaptação estrutural a esta realidade.

Neste sentido, em Janeiro de 1998, foi criada a Direcção Comercial do ML, tendo precisamente por finalidade *estudar, propor medidas e assegurar no dia a dia todos os aspectos da relação comercial entre o ML e os seus clientes.*
Integra na sua estrutura, três Departamentos:

- DCE - Estudos;
- DCM - Marketing;
- DCC - Clientes.

Através da implementação de uma estrutura orgânica dentro da empresa, exclusivamente dedicada ao cliente, foi assim expressamente consagrada esta filosofia de qualidade de serviço.





A qualidade como resposta às necessidades sentidas pelo cliente, ou como alguém já definiu, a qualidade resumida à frase *tornar a voz do cliente escutada na empresa.*

Ouvir esta voz tem sido o instrumento utilizado. No âmbito das atribuições do Departamento de Clientes (DCC), dois aspectos se revelam particularmente relevante e elucidativos do que vem sido afirmado, pelo que tomamos a liberdade de os transcrever:

Compete ao DCC, entre outras funções,
Garantir e promover a melhoria dos parâmetros de qualidade mais relevantes para os clientes - regularidade do serviço, informação, comunicação, sinalética, limpeza e conservação das estações e comboios - concretizando, com a colaboração de outros órgãos do ML, as acções necessárias para a correcção das insuficiências detectadas e, garantir o atendimento, informação e acompanhamento do cliente, tratando as suas reclamações e sugestões, numa nova atitude de adequado relacionamento com os seus clientes.

A apresentação de reclamações / sugestões é uma das formas que o cliente do ML tem de comunicar com a empresa, manifestando o seu desagrado, o seu contentamento e/ou as suas propostas para a melhoria do serviço. É um contacto directo, personalizado, em que a Sra. A ou o Sr. B, expressam a sua opinião perante a empresa.

Actualmente estão ao dispor dos clientes do ML vários instrumentos de comunicação:

- por telefone, correio, fax ou E-Mail para o serviço de Relações Públicas.
- Através de impressos próprios, especialmente criados para o efeito, ao dispor em todos os postos de venda de títulos de transporte da rede.

Estas reclamações / sugestões poderão ser entregues em qualquer posto de venda, nos serviços do Departamento de Clientes - na sede executiva da empresa - ou directamente no Gabinete do Provedor Arbitral, órgão autónomo, com estatuto próprio, que lhe assegura plena independência relativamente ao Conselho de Gerência, instituído na empresa desde 1988, e que em Dezembro de 1998 viu substancialmente reforçadas as suas atribuições, cabendo-lhe a apreciação de todas as reclamações / sugestões entradas na empresa.

Como atrás se referiu, o conceito de qualidade, tal como o entendemos, tem subjacente a condução das decisões pelas necessidades do cliente. E tem sido essa a prática seguida na empresa; um exemplo prático e elucidativo tem a ver com a medida recentemente implementada para a alteração do processo de distribuição, tratamento e recolha de trocos dos postos de venda da rede. Sendo a falta de trocos um dos problemas mais referenciados nas reclamações - não obstante a última alteração tarifária com incidência directa no preço do bilhete simples ter determinado o valor de 100$00 para este tipo de título de transporte - e após uma análise da situação, e ponderadas as várias possibilidades de abordagem do assunto, foi adjudicada a prestação deste serviço a uma empresa externa, por se entender ser a solução mais eficaz a todos os termos para a resolução desta questão.
No que concerne ao outro dos aspectos citados no âmbito das atribuições do Departamento de Clientes, uma segunda via de comunicação com o cliente aqui se enquadra - um instrumento que permite, agora de uma forma global, aferir o grau de satisfação do cliente face à qualidade do serviço que lhe é prestado - referimo-nos, naturalmente aos estudos de satisfação.
Não cabendo aqui a apresentação detalhada e análise do último estudo realizado, não queríamos, todavia, concluindo desta forma o tema abordado, de deixar de apresentar o quadro referente ao Índice de satisfação do Cliente.

Duas breves notas explicativas:
- o índice de satisfação do cliente com valores a oscilar entre o mínimo de 0 e o máximo de 100, revelam a satisfação obtida em cada aspecto, ponderado pela importância que lhe foi atribuída;
- os indicadores de serviço utilizados sofreram alterações para o ano de 1999, que não impedem, todavia comparações. De ressalvar, contudo o modo como foram formulados, sendo que, nos anos anteriores, cada indicador era lido na sua forma positiva, por exemplo: "Boa ventilação / circulação de ar nas carruagens"; para 1999, cada indicador de serviço foi formulado na sua forma neutra: "Ventilação / circulação de ar nas carruagens"

| ÍNDICE DE SATISFAÇÃO DO CLIENTE | 1995 | 1996 | 1999 | Var. 96/99 |
|---|---|---|---|---|
| Iluminação das estações e corredores | | | 73 | 2 |
| Iluminação intensa | 64 | 71 | | |
| Informação sobre avarias e paragens | | | 66 | 4 |
| Informação sobre interrupções | 51 | 62 | | |
| Tempo de chegada ao destino | | | 76 | 1 |
| Rapidez de chegada | 67 | 75 | | |
| Limpeza das estações e carruagens | | | 70 | -1 |
| Carruagens limpas | 64 | 71 | | 1 |
| Limpeza das estações | 62 | 69 | | |
| Sinalização direccional | | | 71 | 2 |
| Boa sinalização | 64 | 69 | | |
| Tempo de espera pelo metro | | | 73 | 3 |
| Ausência de espera | 61 | 70 | | |
| Funcionamento das escadas rolantes | | | 67 | -2 |
| Existência de escadas rolantes | 63 | 69 | | |
| Presença de funcionários do metro | | | 64 | 9 |
| Empregados que vigiem | 49 | 55 | | |
| Remodelação das estações mais antigas | | | 72 | 6 |
| Comodidade nas estações | 60 | 66 | | |
| Ventilação/circulação de ar nas carruagens | | | 66 | 8 |
| Circulação de ar | 50 | 58 | | |
| Presença de polícias/forças da ordem | | | 62 | -3 |
| Ausência de agressão/roubo | 50 | 65 | | |
| Funcionamento de venda de título de transporte | | | 68 | -1 |
| Fácil aquisição de bilhetes | 69 | 69 | | |



fernave

Ensino Superior e
Investigação Científica
Aplicada

Prevenção,
Aconselhamento
e Tratamento de
Toxicodependência

Formação e
Desenvolvimento de
Pessoas e Equipas

Medicina Curativa
e
Acidentes

**FERNAVE**

LOGÍSTICA

TRANSPORTES

COMUNICAÇÕES

SAÚDE

AMBIENTE

Recrutamento, Selecção
e Avaliação de Pessoal

Condições de Trabalho,
Segurança no Trabalho,
Higiene, Ergonomia,
Ambiente e Saúde no Trabalho

Executive Search

Sistemas de Gestão de
Qualidade e Ambiente
ISO 9000 e ISO 14000

Consultoria

## CONSULTE-NOS

Rua Castilho, nº. 3
1269-074 Lisboa
*Telefone*: 21 315 10 53 / 8
*Fax*: 21 354 48 70
*e-mail*: fernave.castilho@istp.pt
Homepage: www.istp.pt/fernave



Eng.ª Guilhermina Mendes
*Chefe do Departamento de Estudos da Direcção Comercial do ML*

O método logístico actual, do controlo de acessos, da gestão de vendas de títulos, do apuramento de receitas, do cálculo do número de passageiros transportados, da caracterização das deslocações etc., tem que evoluir para um sistema centralizado de dados que dê à Empresa a capacidade de, quase em tempo real, caracterizar, analisar e gerir o seu Cliente.

# A Bilhética e o Fecho da Rede

O Metropolitano, que diariamente transporta mais de meio milhão de passageiros, terá a curto prazo montado **um novo sistema de pagamento e controlo de títulos de transporte** em todas as suas estações, baseado essencialmente na utilização do cartão sem contacto.

A distribuição da utilização será de 20% dos clientes para o **bilhete magnético**, representando as actuais viagens de bilhete simples, e os restantes 80% caberão ao **cartão sem contacto**.

O custo associado ao cartão, não o generaliza ao cliente ocasional, utilizador do bilhete simples. Para ele a solução ainda é o bilhete magnético. O cartão sem contacto, (contactless), utilizar-se-á nos passes próprios e combinados com as outras empresas; será personalizado com fotografia, nome, numeração e com espaço para colagem de vinheta, que não inviabilizará o seu carregamento em ambientes de leitor mecanizado.

Assim, para cada átrio, será definida uma **linha de controlo**, onde serão instalados **canais de acesso**, cuja abertura será comandada, pela validação dos títulos de transporte à entrada e à saída

No bloco divisório de cada canal serão instalados **validadores**, um validador de cartão sem contacto e um validador magnético. A análise da venda de bilhetes por estação / átrio definirá o número de validadores magnéticos a instalar, porque só cerca de 20% dos nossos clientes são portadores desse tipo de título.

As **vendas** continuarão a fazer-se nas bilheteiras e em máquinas automáticas quer para os bilhetes magnéticos quer para o carregamento dos cartões sem contacto. Prevê-se também a possibilidade do carregamento destes últimos ser feito em ATM ou outros ambientes bancários.

A **fiscalização** disporá de leitores portáteis, que permitirão não só, controlar a validade do título mas também informar o cliente sobre o estado e o conteúdo do seu cartão sem contacto.

## Objectivos do sistema

O equipamento instalado integrar-se-á num sistema que continuamente recolherá os elementos provenientes de cada um deles e os centralizará num banco de dados, conforme se apresenta na figura.

Assim temos, ao nível de:

### • Emissão de cartões

Este ponto destina-se apenas a cartões sem contacto em que é necessário definir um serviço de emissão, personalização e entrega de cartões que disponibilizará para a base de dados os elementos de identificação do novo cliente.
Este sistema dará alta segurança quer no que diz respeito à inviolabilidade dos dados quer à diminuição de fraude tecnológica porque a contrafacção é muito difícil.

### • Venda de títulos

Neste caso o banco de dados receberá a data e hora, o código do posto de venda ou máquina automática e do agente, o tipo de título e o montante da transacção. Se se tratar do carregamento do cartão sem contacto fornecerá também o seu número.

Estes valores serão utilizados para fins estatísticos - por exemplo, o de quantificar por tipo de título os que andam em circulação - e para apuramento de receitas.
Refira-se que, no caso do cartão sem contacto, se houver furto ou perca, no acto da declaração o cliente verá transferido o montante existente no anterior cartão, para o novo. O antigo entrará de imediato na lista negra, inviabilizado a sua utilização, o que transmite um sentimento de confiança ao cliente.

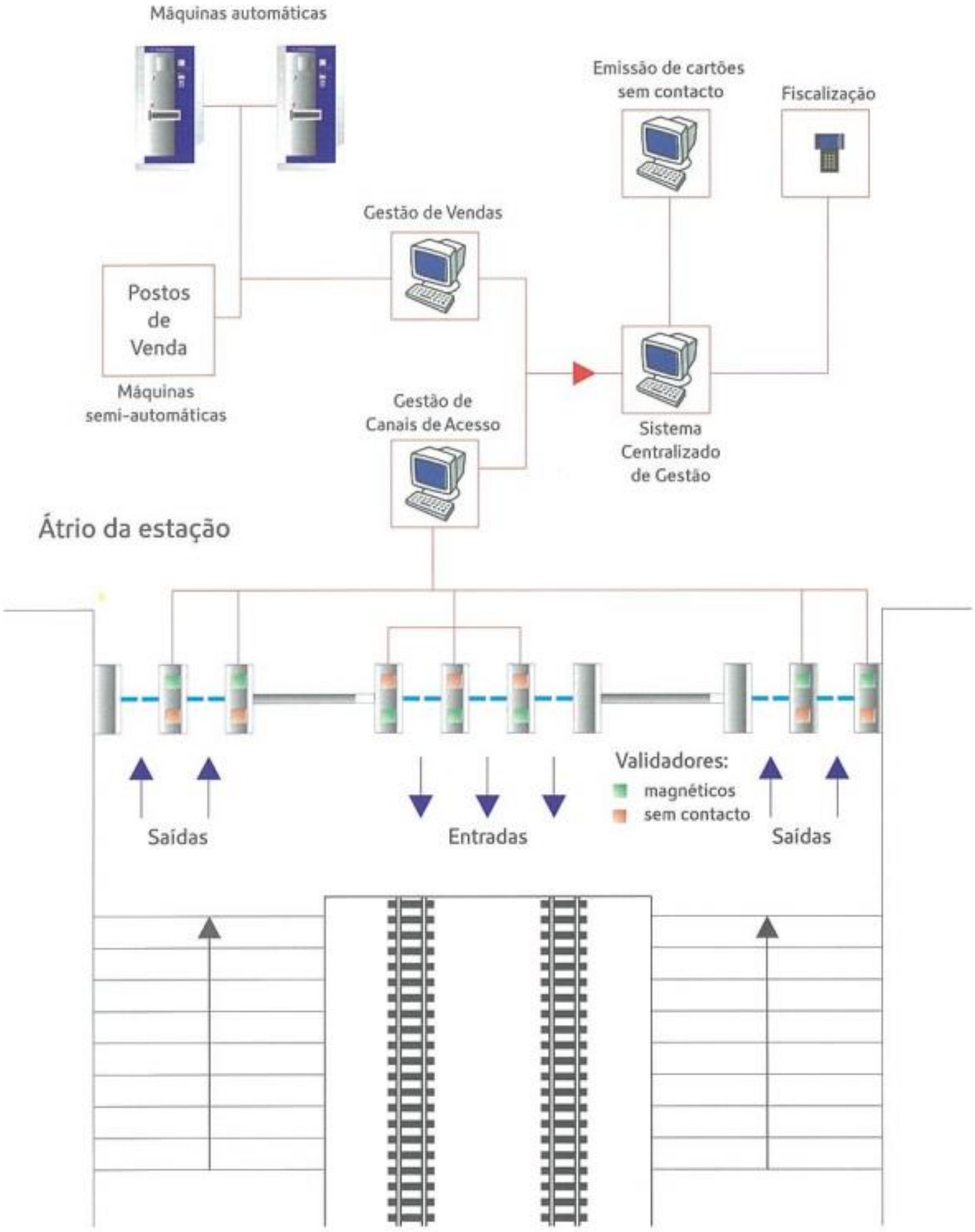
### • Validação dos títulos

Serão conhecidos, em tempo útil predefinido, nomeadamente o código da estação/átrio, a data e hora, o código do validador, o número e o tipo do título, a validade do título, o tipo de movimento (entrada ou saída), a transacção efectuada.

Caberá aos validadores através das suas tabelas de informação testar a credibilidade dos elementos recebidos, permitindo ou não a entrada na rede.
Análises detalhadas baseadas no tratamento dos dados recolhidos, levam-nos a conhecer, por exemplo, o número de clientes que utilizam determinado título, a frequência de utilização da rede por tipo de título e por cliente, a matriz origem/destino da rede durante qualquer período temporal que seja definido.
A disponibilização de dados reais e recentes permitem à empresa pôr em prática novas estruturas tarifárias ajustando a oferta de transporte e o preço, às necessidades do cliente, conhecidos que forem os seus hábitos de consumo.

Tudo isto concorrerá para concretizar objectivos essenciais aplicados à gestão do transporte:
- **Identificação do cliente**
- **Caracterização das deslocações**
- **Análise da procura**
- **Diminuição da fraude**
- **Implementação de novas estruturas tarifárias**

Pela facilidade conforto e polivalência que o cartão inteligente pode oferecer ao cliente, tudo leva a crer que num futuro bastante próximo a sua utilização se generalize a todos os tipos de título.




Esquema de implementação do sistema



Arq. Câncio Martins
*Membro do Conselho de Gerência*
*do Metropolitano de Lisboa, E.P.*

# Das Interfaces aos Polos Urbanos Intermodais

## Introdução

**1** • No princípio deste ano realizou-se no Canadá o Congresso da UITP subordinado à temática geral "libertar a cidade da congestão dos transportes". O Congresso tinha como ambição examinar esta questão, considerada como um dos desafios do Século XXI, procurando identificar qual o contributo dos transportes em geral e dos transportes públicos em particular para que as nossas cidades sejam mais "habitáveis". Esta perspectiva da UITP aparece como resposta das empresas e dos operadores de transportes aos problemas causados pelo processo de concentração / desintegração urbana, que resulta da globalização da economia e da sociedade.

**2** • Os trabalhos do Congresso abriram uma nova perspectiva para as modalidades de intervenção que os transportes públicos devem e podem desenvolver para contribuírem para o **desenvolvimento de cidades sustentáveis**. Inspirado na linha da política de transportes da actual administração americana (TEA 21), o Congresso acentuou a necessidade dos transportes em geral e dos transporte públicos em particular passarem a responder de **forma integrada** à crescente **mobilidade dos cidadãos**, bem como a importância de colocarem os **clientes no centro dos seus interesse e dos seus objectivos**. Esta nova orientação representa uma fractura importante na cultura dominante dos transportes, circunscrita ao conflito transporte individual (TI) / transporte colectivo (TC) e do transporte privado / transporte público (TP), dominada por uma visão arcaica do serviço público.

**3** • Dois conceitos essenciais a desenvolver:

- A **intermodalidade**, como elemento integrador dos diversos modos de transporte, desde o modo mais pesado ao pedonal, e como princípio da organização do sistema, que assegura simultaneamente um melhor desempenho económico e de serviço.
- Uma nova tipologia para as infra-estrutura, de serviços e de organização, o **Polo Urbano Intermodal - PUI.** ("Pôle d'echange").

## A integração dos transportes

**4** • A ideia geral do Polo Urbano Intermodal assenta numa concentração de actividades e de infra-estruturas constituindo uma **unidade de vida urbana.** Dependendo da escala em que se situa, os PUI têm por objectivo principal contribuir para estruturar os tecido urbano, nomeadamente o das Áreas Metropolitanas.

- em termos de cidade, significa concentrar serviços e actividades terciárias para aumentar os níveis de **acessibilidade** dos cidadãos, obtidos pela maior concentração de actividades (geradoras de fluxos) e de uma melhor articulação com a rede de transportes e comunicações
- em termos de transporte, os PUI vêm **"facilitar" a intermodalidade**, concentrando todos os modos de transporte, ou pelo menos os TP pesados e dessa forma proporcionar um **mínimo de percursos** (em tempo e em distância) entre os diversos modos de transporte, incluindo o pedonal, e disponibilizar a informação, associada à utilização do sistema de transportes e o acesso aos serviços correntes.

**5** • Embora as experiências referidas no Congresso reflectissem mais os problemas do que as soluções são possíveis algumas conclusões em relação aos termos de referência que devem informar os PUI, a saber:

- uma melhor **articulação do transporte com o desenvolvimento urbano**, hoje pouco consistente, na medida em que a gestão dos transportes é de uma maneira geral está atomizada, apoiando-se na lógica empresarial e sectorial, o que impede uma gestão integrada do sistemas transportes urbanos ou de proximidade (ausência de entidades metropolitanas de transporte e/ou de uma regulação de mercado).
- um **novo objectivo estratégico para orientar o desenvolvimento das cidades.** Os conceitos das entidades que concessionam e/ou operam os transportes urbanos alternaram nesta matéria entre uma estratégia de servir áreas urbanas com uma procura significativa, indiferenciada e a do apoio ao desenvolvimento de novas áreas de urbanização, privilegiando um modo de transporte.
- uma **densidade significativa em termos urbanos de actividades e serviços no interface e na sua área adjacente.** Nesse sentido o número de Polos de uma Área Metropolitana não é arbitrário dependendo a sua viabilidade dessa concentração. Os PUI para serem



Interface do Campo Grande

eficazes têm de estar no centro das lógicas da organização do território e no das lógicas das redes de transporte, assegurando a polarização do desenvolvimento urbano. Só nesse sentido podem ser factores de revitalização dos centros das cidades em declínio, factor de animação e de centralidade desde as pequenas freguesias até às zonas das periferias urbanas.

## Os polos urbanos intermodais – o conceito

**6 • A escala** dos PUI apresentados é bastante diferenciada, variando de acordo com a sua inserção no tecido urbano e o leque de funções e serviços que asseguram. Nesse sentido existem PUI de nível nacional, regional / área metropolitanas - contendo um terminal de aeroporto, grandes gares de caminho de ferro - ou de nível local - junto de uma estação de Metro ou de Caminho de Ferro, de um simples término de linha de autocarros, etc.. Como característica geral estruturam o **espaço urbano**, com uma adequada integração no tecido económico e urbano.

**7 • A integração urbana** dos novos interfaces está associada à **qualidade dos espaços**, em particular a do espaço público de transição entre o "espaço transporte" e a rua, a praça, a galeria ou o edifício. A integração no local, a "arquitectura" como conceito, a comodidade dos percursos, o conforto e a conviavibilidade são os valores predominantes que se pretende concretizar.

### 8 • As funções e os serviços dos PUI

Os serviços e funções dos PUI agrupam-se em dois tipos, os que estão directamente ligados à operação do interface e ao serviço das empresas de transporte, e os que são induzidos pela sua acessibilidade e a densidade dos fluxos do espaço urbano em que se situam.

### 8.1 Os serviços directamente ligadas ao transporte.

A **informação (sinalética), o acolhimento e a venda de títulos** devem ser comuns a todos os operadores que utilizam o PUI.

- A **informação** deve começar a montante, na cidade, nos suportes da comunicação dos transportadores, incluindo a informação dos horários, em tempo real. Os novos suportes técnicos e uma gestão unitária dos sistemas de informação transversais (abrangendo todos os modos de transporte), hoje técnica e economicamente possíveis, são necessários se tivermos como objectivo servir os clientes.
- Dentro do conceito de informação cabe também à entidade gestora do PUI a **gestão das perturbações** e das situações de **urgência**, no qual se inclui o de assegurar os transportes de substituição e as "emergências" que ultrapassem a capacidade de serem resolvidas ao nível elementar de cada um dos operadores. (desencadeia os mecanismos incluídos nos planos de emergência)
- O acolhimento e a informação personalizada dos clientes sobre os transportes, o espaço urbano e os serviços, através de uma comunicação e assistência directa com presença física de pessoal especializado.

### 8.2 Os serviços complementares dos PUI

Os serviços complementares dependem da organização e da fase do desenvolvimento do espaço urbano em que se insere. Como princípio interessa localizar no

PUI para além do apoio aos clientes de passagem os apoios que estes podem utilizar, nomeadamente:

- os **espaços comerciais** que beneficiam da articulação com a função de transporte (arranjos do espaço em relação aos fluxos, formas de gestão)
- **outros serviços ou "novos serviços"**, nomeadamente agências bancárias, telecomunicações, centros comerciais, serviços públicos ou administrativos, incluindo em determinadas situações a possibilidade de serviços culturais e de recreio, etc. A alteração do tempo e do espaço social transformaram o perfil e a sazonalidade dos clientes dos TP, como podemos verificar na GIL e no espaço da Expo.
- **elementos de conforto e de espera**, tais como espaços de descanso, "lounges", sanitários, animação ou espectáculos, exposição de obras de arte, etc, distinguindo nestes serviços o que é pago; o que é "gratuito" (ou integrado nos serviços de transporte); o que é automatizado (distribuidores, caixas) e personalizado.

### 8.3 Estrutura espacial, arquitectura e equipamento dos PUI

A organização espacial destas diversas funções (transporte, serviços) e dos diversos modos de transporte num PUI tem como consequência um aumento dos percursos de correspondência e de acesso, que têm de estar dentro de valores relativamente reduzidos em tempo e em espaço.

A facilidade de identificação e a eliminação do "aspecto labiríntico", em particular para os passageiros ocasionais deve ser assegurada, o que requer soluções de arquitectura originais; uma homogeneidade ou coerência da sinalética, uma qualidade nas linhas de acessibilidade (acesso e correspondências) em geral e, em particular, para as pessoas com uma mobilidade reduzida (incluindo cegos e surdos).
A qualidade dos espaços a sua dimensão, a iluminação, o ambiente e a legibilidade são características que devem ser asseguradas.

### 9 • A segurança e manutenção dos PUI

A 1ª geração dos Interfaces, Campo Grande, Colégio Militar, Entrecampos, Pontinha etc., correspondeu a uma simples acumulação de modos de transporte, competindo entre eles para obterem a sua melhor colocação em relação ao fluxo de passageiros (menos distância a percorrer e a venda de títulos).
Apesar das tentativas de se criarem ACEs (Campo Grande), para organizar e gerir os Interfaces existentes, nunca foi possível construir:

- quer os sistemas de segurança física (incêndio, evacuação, controlo dos equipamentos técnicos) e uma segurança pública eficaz, apesar da multiplicidade de meios que cada empresa utiliza;
- quer os sistemas de vigilância e televigilância que possam contribuir para o domínio dos comportamentos aberrantes;
- ou ainda uma fiscalização que evite a fraude.

Sem um serviço profissionalizado e uma gestão integrada não nos parece ser possível assegurar as condições necessárias para se criar um sentimento de segurança de todos os clientes e um ambiente correcto.

### 10 • A gestão e a experiência recente dos PUI.

Na ausência de uma estrutura de gestão autónoma e economicamente viável não foi possível organizar as operações de conservação tais como uma rotina para a limpeza pública e ainda menos, as da manutenção de instalações e equipamentos. Estas actividades podiam ser executadas com menores custos e mais elevados desempenhos se fossem fornecidas por entidade especializada, e com a utilização de tecnologias mais modernas e uma melhor organização já hoje disponíveis no mercado.



Interface do Colégio Militar/Luz



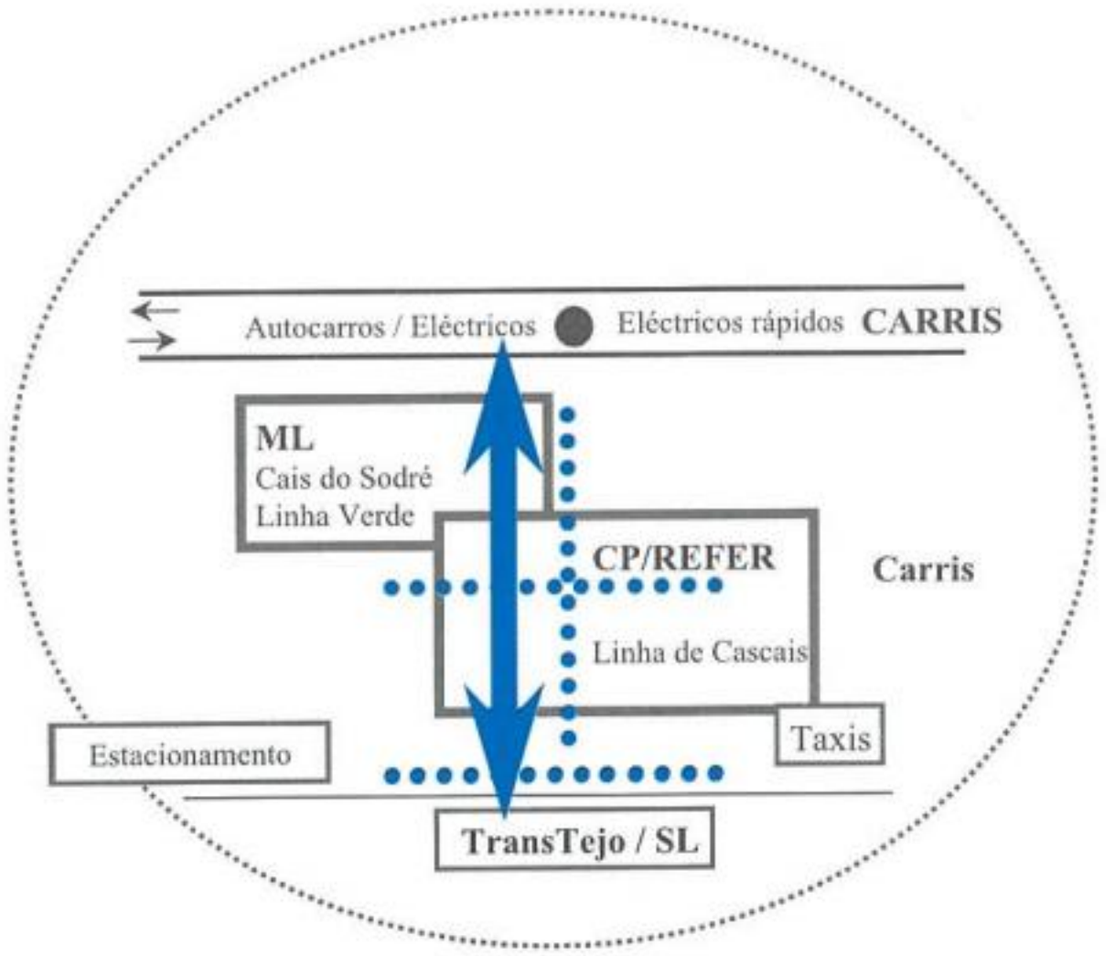
Interface da Pontinha



Interface Gare do Oriente

Entre nós começam algumas tentativas para se passar para um estádio mais evoluído na organização dos PUI. A experiência actual da GIL e as propostas para o Cais do Sodré são os exemplos da procura de nova solução para a gestão dos Interfaces.

- A Gare Intermodal de Lisboa – GIL – iniciou uma experiência de gestão integrada interessando os operadores de transportes, a Câmara Municipal de Lisboa e o promotor da Expo 98. A forma como surgiu a GIL, integrada no projecto da Expo, foi um factor determinante na sua constituição. No entanto a sua experiência é demasiada recente para se poder tirar conclusões.




Interface Cais do Sodré – Esquema de Organização

- Interface do Cais do Sodré. O "PUI" do Cais do Sodré encontra-se ainda na sua maior parte em projecto. Neste momento só está em funcionamento a plataforma Metro, parte da CP, estando em estudo o Terminal Fluvial, e a Remodelação da Estação da CP onde se vão desenvolver os espaços de serviço comuns. O projecto do espaço urbano envolvente está quase consolidado e tal como se encontra concebido integra todos os modos de transporte, rodoviário (Carris, taxis, transporte privado), ferroviário (Metro, CP e Carris) e fluvial (Transtejo e Soflusa). A sua inserção no espaço urbano da frente ribeirinha de Lisboa, para além da qualidade do espaço, permite uma acessibilidade pedonal assinalável. O modelo de gestão encontra-se ainda em estudo, embora a sua complexidade aponte para que esta se realize por entidade autónoma dos operadores.

**Bibliografia:**
1. Projecto "Pirate", UK e NL mais 6 países, design e percepção de clientes (Victoria Butterell);
2. UITP, Toronto;
3. Stuttgart, Thomas Porombka. A coordenação de horários entre comboios eléctricos, metro ligeiro e autocarros; a informação dos clientes; a difusão da informação pelos operadores (condutores de autocarros para ajustarem horários) e utilizadores (individuais e colectivos, serviços, hotéis, hospitais, estádios, informações municipais);
4. UITP, Londres, estudo comparativo;
5. UITP, Observatório da Intermodalidade; Jean Claude Degand, Comité do Transporte Regional.



Eng. Eduardo Zúquete
*Autoridade de Segurança de Exploração do ML*

O dispositivo de segurança do Metropolitano de Lisboa (ML), articula-se em três vertentes:

- Os níveis de intervenção;
- A regulamentação de segurança; e
- A formação.

# Sobre a segurança no Metropolitano de Lisboa

## Níveis de Intervenção

Os níveis de intervenção ou **graus**, definidos na Ordem de Serviço interna n.º 29/98, de 14 de Dezembro, são quatro. Na sua concepção procurou-se não só abranger todo o universo de situações possíveis mas também a totalidade dos trabalhadores de empresa ou contratados.

Classifica-se como **grau zero** toda a ocorrência de carácter local que se presume possa ser resolvida satisfatoriamente por aquilo que se define como o agente local, no sítio e na ocasião; por **agente local**, segundo a definição constante do mesmo diploma, entende-se todo o agente da empresa com a jurisdição efectiva na área de ocorrência do incidente e que dispõe de competência, procedimentos normalizados e meios para fazer face a uma ocorrência de grau zero com probabilidade elevada de a resolver.

Se a solução de uma ocorrência requerer um maior envolvimento dos meios da empresa ou até o recurso eventual a meios a ela estranhos, classifica-se como sendo de **grau um** e a sua resolução passa pela Direcção de Operações **(Central de Circulações)**, no caso de uma ocorrência na rede, pelo **Responsável Territorial**, no caso das restantes instalações permanentes, ou pelo **Director de Empreendimento**, no caso de estaleiros de obras em curso.

Esta definição permite que todo o agente que detecte uma ocorrência para cuja resolução não tenha meios ou capacidade saiba exactamente a quem deva recorrer.

Por **grau dois** entende-se a ocorrência ou acidente que requer, fundamentalmente, a intervenção de meios estranhos à empresa e a sua gestão cabe ao **Presidente do Conselho de Gerência**, que, por seu turno, determinará quais as medidas a tomar e os agentes que as realizarão.

Finalmente, a ocorrência grave de grandes proporções, de caracter exterior à empresa (sismo, maremoto, inundação, etc.) é classificada com o **grau três**, sendo a sua gestão interna igualmente confiada ao **Presidente do Conselho de Gerência** que estabelecerá as ligações com as entidades mandatadas legalmente para a gestão de ocorrência desta magnitude, nomeadamente, o Serviço Nacional de Protecção Civil e o Serviço Municipal de Protecção Civil.

Esta discretização dos níveis de intervenção e a definição antecipada dos respectivos gestores facilita a intervenção em altura de crise, quando é preciso, em regra, tomar decisões importantes em pouco tempo.

## Regulamentação de Segurança

Por deliberação do Conselho de Gerência de 1 de Julho de 1999, foi determinado que os diversos regulamentos da empresa respeitantes à segurança fossem reunidos num único volume, denominado **Regulamentação Geral de Segurança**, subdividido em sete livros.

O **Livro 1** denomina-se **Regulamento de Circulação de Comboios** e é ele que rege todos o complexo mecanismo de circulação dos comboios na rede do ML. Como todos os regulamentos de circulação ferroviária, a sua base conceptual é garantir que a circulação dos comboios se faça no quadro da mais exigente segurança e nele estão inseridos numerosos procedimentos de segurança. A revisão do Regulamento de Circulação de Comboios foi já concluída.

O **Regulamento de Sinalização** constitui o **Livro 2** e é um regulamento complementar do anterior, um pouco à semelhança do que acontece com o Código da Estrada. A sinalização ferroviária é, todavia, muito mais complexa que a sua homóloga rodoviária e tem um carácter mais exigente e imperativo, sendo um instrumento poderoso do processo de segurança. A revisão do Regulamento de Sinalização está em curso.

O **Livro 3** é designado por **Regulamento de Segurança do Pessoal em Vias Electrificadas** e decorre do facto de a alimentação das unidades motoras do ML ser feita por intermédio de terceiro carril, junto à via, e não por catenária. Porque a tensão de serviço (750 Vcc) pode originar acidentes mortais, é necessário regulamentar minuciosamente as condições de descida do pessoal à via, não só em situações de emergência como também na manutenção normal de instalações e equipamentos. Além disso, a galeria onde circulam os comboios é um espaço muito restrito e torna-se indispensável definir e sinalizar muito rigorosamente os locais e as condições em que o pessoal se pode deslocar à galeria. Tal como acontece com o Livro 1, a revisão do Livro 3 está concluída nesta data (Outubro de 1999), mereceu aprovação de princípio do Conselho de Gerência e o respectivo projecto aguarda os comentários e pareceres de um grupo restrito de quadros da empresa a que foi distribuído para o efeito.

O **Livro 4**, intitulado **Regulamento de Utilização das Redes de Telecomunicações**, será o próximo regulamento a merecer o mesmo processo de revisão e actualização. A sua inclusão neste conjunto de regulamentos justifica-se dado que, actualmente, todos os procedimentos de segurança têm uma componente importante de telecomunicação e a sua actualização terá de ser quase permanente.

O **Livro 5**, que será designado por **Regulamento de Polícia e Exploração**, visa contemplar as relações da empresa com o público e com os agentes exteriores que interferem na manutenção ou conservação das instalações ou equipamentos do metropolitano.

O espaço do metropolitano modificou-se profundamente nos últimos anos. Primitivamente, as estações eram predominantemente instalações ferroviárias, com muito pessoal ligado à circulação e ao processo de transporte e reduzidas áreas complementares - entendendo-se como tais os átrios, os corredores, os acessos. Hoje em dia, a arquitectura das novas estações e os procedimentos de redução de pessoal conduziram à existência de estações onde o espaço envolvente é muito maior que o espaço reservado à estrita circulação ferroviária e o pessoal que as guarnece é em muito menor número. Além disso, a expansão da rede e a entrada em serviço das correspondências com a Linha de Cascais, com as linhas de Sintra e da Azambuja e, mais recentemente, com a linha da Margem Sul aumentaram de forma muito significativa a acessibilidade dos residentes na área da Grande Lisboa, estabelecendo diferentes condições de utilização e, naturalmente, de segurança, pelo que parece da maior conveniência fixar doutrina sobre a matéria.

Ainda nesta área, há que ter em conta que, de harmonia com as modernas regras de gestão, a limpeza, a revisão, a manutenção e a conservação das instalações e dos equipamentos nelas instalados irão progressivamente ser entregues a empresas exteriores ao ML. Este facto recomenda que se definam antecipadamente as regras de acesso e de controlo da utilização dos locais, factor que tem influência, em particular, na elaboração ou revisão dos Livros 3 e 5.

Tendo em atenção que os agentes locais, tal como acima foram definidos, podem ter uma intervenção decisiva na detecção e resolução dos incidentes de grau zero, torna-se conveniente regulamentar um conjunto de procedimentos com o propósito de normalizar e sistematizar as respostas desses mesmos agentes. É esse o objectivo do **Regulamento de Procedimentos de Segurança**, que constitui o **Livro 6**, e que visa reunir, num diploma único, todos os procedimentos de segurança cujo conhecimento por todos os agentes do Metropolitano, bem como pelos agentes de empresas contratadas, seja considerado indispensável para o capaz desempenho da sua missão e para uma boa gestão de eventuais incidentes, e que não figurem nos regulamentos precedentes.
A rede do metropolitano, porque, na maior parte da sua extensão, se desenvolve em subterrâneo, pode ser considerada como um meio limitado em ambiente hostil, como acontece com os navios ou os aviões; o rigor e a prontidão da resposta exigem a prévia codificação dos procedimentos.

Finalmente, o **Livro 7** tem em atenção uma vertente importante da actividade do Metropolitano e que são as obras de construção - obras que podem ser de construção nova, de reabilitação ou de conservação - e será designado, quando concluído, por **Regulamento de Segurança em Obras e Estaleiros**.

Na sua maior parte, este regulamento reúne normas e disposições que decorrem da boa prática das várias disciplinas ou da legislação já existente mas terá contemplar, de forma muito precisa e exigente, a frequente ocorrência, em simultâneo, dos processos construtivos e do funcionamento da exploração comercial da rede, em harmonia com as disposições já vertidas nos diplomas anteriores. Daí e porque este campo é da específica responsabilidade do ML, resulta a necessidade de se considerar este diploma.
A elaboração ou revisão destes regulamentos e a sua edição em bloco requer uma coordenação muito cuidadosa com vista a evitar lacunas, repetições desnecessárias ou contradições mas, em nosso entender, constitui, sem dúvida, a peça fundamental de partida para todas as restantes actividades no domínio, nas quais ocupa uma posição fundamental a formação contínua do pessoal na área da segurança.

## Formação em Segurança

A estrutura da formação em segurança decorre dos normativos anteriores e pode considerar-se dividida em quatro grupos:

a) A formação técnica dos agentes das diferentes categorias, que é feita de harmonia com os procedimentos institucionalizados e que tem em consideração os regulamentos referidos;

b) A formação acelerada dos agentes locais, com uma duração de um dia, que visa conferir o conhecimento mínimo de prontos-socorros, regras de segurança, conhecimento do dispositivo de segurança e prática de ataque a incêndios (em estudo);

c) A formação especializada de um corpo de agentes voluntários que estarão distribuídos por toda a empresa e que, em caso de emergência de graus dois ou três, constituirão uma força de intervenção qualificada, espécie de piquete de emergência, às ordens da entidade gestora do incidente, se for o caso disso (igualmente em estudo).

d) Enfim, embora não seja objecto de instrução específica, a criação de uma cultura de segurança na instituição que, pelos hábitos de prevenção e de atenção ao perigo que incute e pela educação que transmite, constitui sempre a melhor defesa contra o acidente.



Dr Rui Gomes
*Membro do Conselho de Gerência do Metropolitano de Lisboa, E.P.*



Dr Luís Melo Almeida
*Economista, Técnico Superior do ML*

# Expansão da Rede: Programas de Investimento e Financiamento

## Introdução

O ML é uma empresa de transportes que serve a cidade de Lisboa, a qual se caracteriza por ser o núcleo central de uma aglomeração que se estende por cerca de 2 800 km2 e uma população de cerca de 2,5 mi-lhões de habitantes. Trata-se de um vasto território fortemente compactado, assimétrico e caracterizado por enormes fluxos de tráfego, de tipo pendular, que diariamente se estabelecem, nos períodos de ponta da manhã e da tarde, entre as zonas - dormitório que envolvem a cidade de Lisboa, e se situam nas respectivas coroas suburbanas, e a cidade - capital onde estão sediados os centros de decisão, os serviços da Administração, as grandes instituições, os atractivos pólos do sector terciário e o grande comércio, geradores de cerca de 600 000 postos de trabalho.

Há que ter a consciência, no entanto, que os fenómenos de massificação e congestão e o deficiente ordenamento da região da "Grande Lisboa", tornam difícil a mobilidade dos cidadãos e exigem do sistema de transportes respostas adequadas, com vista à minorização dos constrangimentos existentes, permitindo a continuidade do desenvolvimento económico e a sua compatibilização com a qualidade de vida da cidade.

Um sistema de transportes eficaz contribui de forma decisiva para a redução dos desequilíbrios, orientando o crescimento das grandes aglomerações e reduzindo as diferenças de custos não quantificáveis que agravam as desigualdades existentes.

Neste contexto, ciente que o transporte público deve desempenhar um papel importante no sistema de transporte da aglomeração, o ML, assumiu o enorme desafio de ampliação e modernização da sua rede assegurando interfaces eficazes com os restantes modos de transporte.

O ML encontra-se, desde o início da década de 90, numa fase particularmente importante da sua existência, em virtude de, desde então, estarem em curso de desenvolvimento múltiplas acções inseridas no Plano de Expansão da Rede (PER), o qual, ao completar a sua primeira fase, neste final de milénio, conferirá ao metropolitano uma dimensão estratégico - estruturante susceptível de, no futuro, permitir um desenvolvimento harmonioso da sua rede visando a integral cobertura da cidade e assim alcançar níveis de acessibilidade e de mobilidade à altura dos anseios dos cidadãos que habitam neste vasto território.
A linha inicial, com uma extensão de 19 km e 25 estações, deu lugar a uma verdadeira rede constituída por 4 linhas distintas, constituindo-se deste modo como a "espinha dorsal" do sistema de transportes da área metropolitana de Lisboa, como meio de transporte urbano e periurbano.

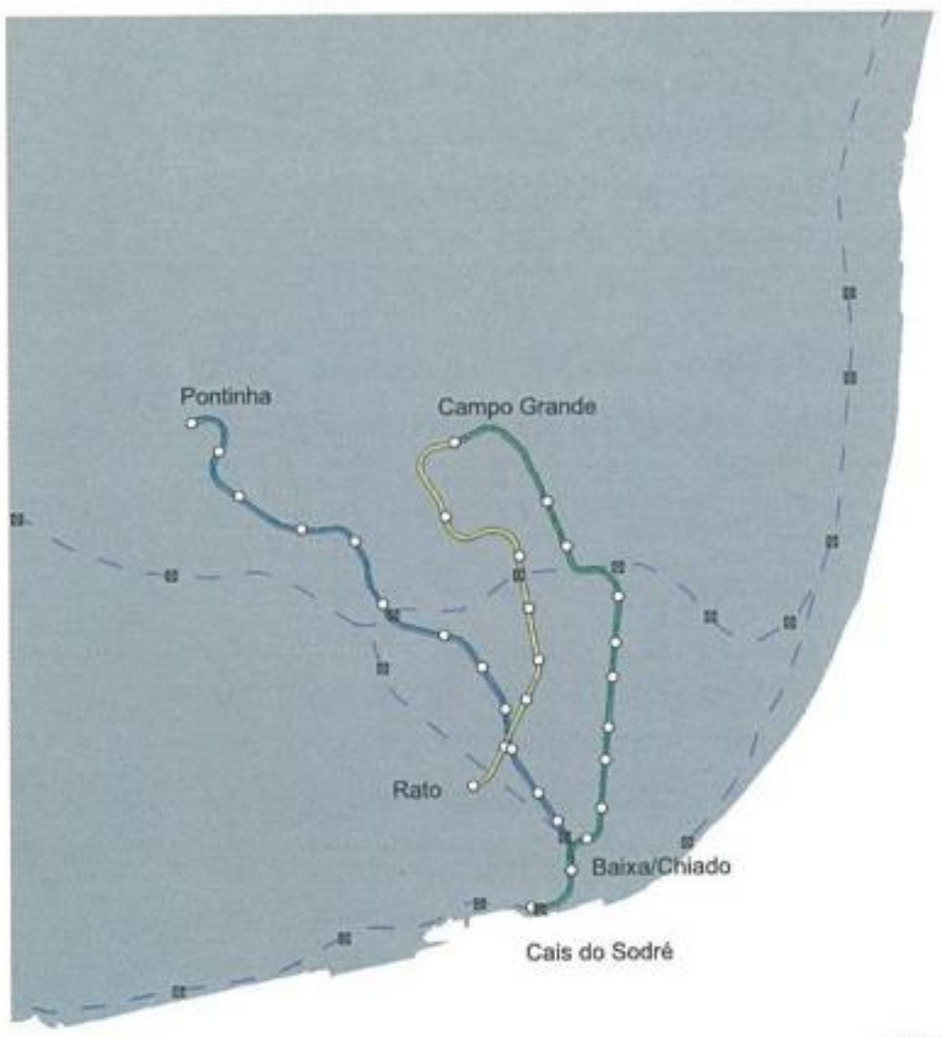
## A Expansão da Rede

A rede de Metro iniciou-se com a configuração em Y, que durante a década de 60 respondeu cabalmente às necessidades da procura, dado o tronco comum se situar à data, no centro da cidade.

No entanto, o desenvolvimento da procura nos anos 70, levou a que a forma da rede fosse um entrave à sua performance, não permitindo um aumento da oferta ajustado às necessidades, nem uma melhor integração do Metropolitano no conjunto do sistema de transportes.

Aliando este facto às necessidades, anteriormente referidas aprovou-se em Setembro de 1990 o Plano de Expansão da Rede (PER I - 93/96), constituído por:

- Desconexão do nó da Rotunda (Marquês de Pombal) dando origem a 2 linhas independentes A e B, cruzadas em níveis diferentes, e prolongamento ao Rato.
- Empreendimentos da Baixa (Rossio - Cais do Sodré)
- Empreendimento Colégio Militar - Pontinha
- Parque de Material e Oficinas (PMO III).




PER I




PER: 2ª Fase

Com o evento da Exposição Internacional de Lisboa em 1998, foi aprovado o alargamento do âmbito do Plano de Expansão da Rede até 1999 dando-se início à construção de uma nova linha a servir a Expo 98 e a zona oriental da Cidade.

O PER passou a incluir os seguintes empreendimentos:

- Empreendimento Alameda - Oriente
- Empreendimento estação Baixa - Terreiro do Paço (em construção)
- Empreendimento Campo Grande - Telheiras (em construção)

Concluindo esta 2ª fase do PER, em Julho de 1997 e na sequência dos resultados de avaliação multimodal, o MEPAT anunciou a decisão de construir a linha de Odivelas. Finalmente, perspectiva-se agora a concretização de um novo ciclo de expansão da rede, que mais à frente se apresenta com algum detalhe.

## A realização do PER da década de 90 (1989-2000)

**· Plano de Investimentos**

O esforço de investimento acumulado a preços correntes, no período compreendido entre 1989 até 2000, representa de cerca de 395,6 milhões de contos.

**· Financiamento do PER**

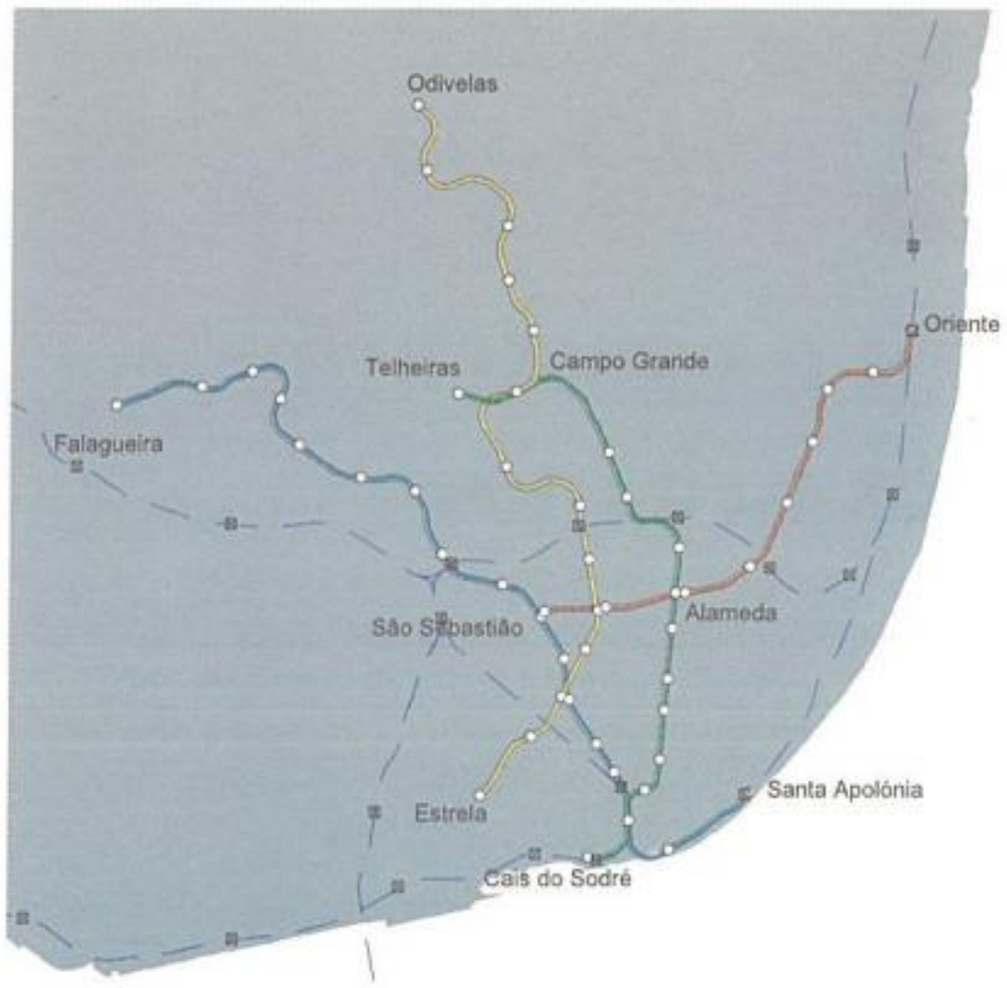
O financiamento deste enorme esforço de investimento teve a comparticipação de fundos comunitários, do PIDDAC, BEI, Dotações de Capital e o recurso ao Mercado Financeiro.

### Evolução Financeira do Plano de Expansão e Modernização da Rede (1989-2000)

| | (Milhões de Contos) |
|---|---|
| · NÓ FERRÓVIÁRIO CAMPO GRANDE | 22,7 |
| · INTERFACES | 13,1 |
| · EMPREENDIMENTOS | |
| - Linhas da Baixa | 74,1 |
| - Baixa / Chiado - Santa Apolónia | 36,5 |
| - Desconexão da Rotunda e Rotunda II - Rato | 26,9 |
| - Colégio Militar - Pontinha e Ramal de Acesso ao PMO III | 17,3 |
| - PMO III | 36,6 |
| - Linha Alameda - Oriente | 88,8 |
| · MATERIAL CIRCULANTE | 79,6 |
| **Total** | **395,6** |

### Financiamento do Investimento (1989-2000)

| | (Milhões de Contos) |
|---|---|
| · Fundos comunitários | |
| Prodac/Feder | 5,2 |
| QCA II/Feder | 32,2 |
| Espaço Económico Europeu | 5,0 |
| · DGTT | 0,2 |
| · PIDDAC | 9,3 |
| · Mercado Financeiro | |
| BEI | 179,0 |
| · Outros | 164,6 |
| **Total** | **395,5** |




PER: Novos Empreendimentos

## Mapa Investimentos (2000-2006)

(Milhões de Contos)

| | |
|---|---|
| Rede Actual | |
| - Remodelação de Estações | 11,0 |
| Extensões Futuras | |
| - Linha Azul | |
| • Baixa / Chiado - Santa Apolónia | 17,6 |
| • Pontinha - Falagueira | 15,8 |
| - Linha Amarela | |
| • Rato - Estrela | 9,9 |
| • Campo Grande - Odivelas | 48,0 |
| - Linha Verde | |
| • Campo Grande - Telheiras | 7,6 |
| - Linha Vermelha | |
| • Alameda - S. Sebastião | 24,8 |
| Material Circulante | 26,4 |
| **Total** | **161,1** |

## O Novo Ciclo de Expansão da Rede (2000-2006)

Perspectiva-se agora a concretização do novo programa de expansão e modernização da rede, que no tocante à Expansão se encontra definido no Despacho MEPAT de 1999-09-22 (publicado no Diário da República de 1999-10-26, n.º 250, 2ª Série, inserto em anexo ao artigo do Senhor Engenheiro António Martins, publicado neste número da FER XXI) e que envolve ainda os programas de remodelação/ampliação das estações da Linha Verde e da frota de material circulante, para que de uma forma sustentada se garanta o principio da intermodalidade dos diferentes modos de transporte, procurando melhorar a sua articulação com a localização das actividades económicas emergentes.
Neste contexto, o ML continuará nos próximos anos a política de desenvolvimento da sua actual rede, de forma coerente e integrada no sistema de Transportes, apoiando as perspectivas de desenvolvimento e organização territorial, tendo em atenção os aspectos demográficos, urbanísticos, sociais e ambientais e todas as condicionantes que permitam tornar a rede do metro mais eficiente e equilibrada em termos de acessibilidade urbana, qualidade do serviço aos clientes, funcionalidade e rendibilidade.

**• Plano de Investimentos associado ao Novo Ciclo de Expansão**

Na concretização destes empreendimentos o montante global de investimento a realizar é de cerca de 161,1 milhões de contos, a preços constantes de 1999.

**• Financiamento**

Este significativo esforço de investimento será apoiado em diversas formas de financiamento, nomeadamente fundos comunitários, o QCA III (Quadro Comunitário de Apoio III) para o período 2000 - 2006, onde estão previstas a afectação de verbas do fundo de coesão no valor de 60 Milhões de Contos, para além do BEI e outros, incluindo este o PIDDAC, Dotações de Capital e Mercado Financeiro.

## Financiamento do Investimento (2000-2006)

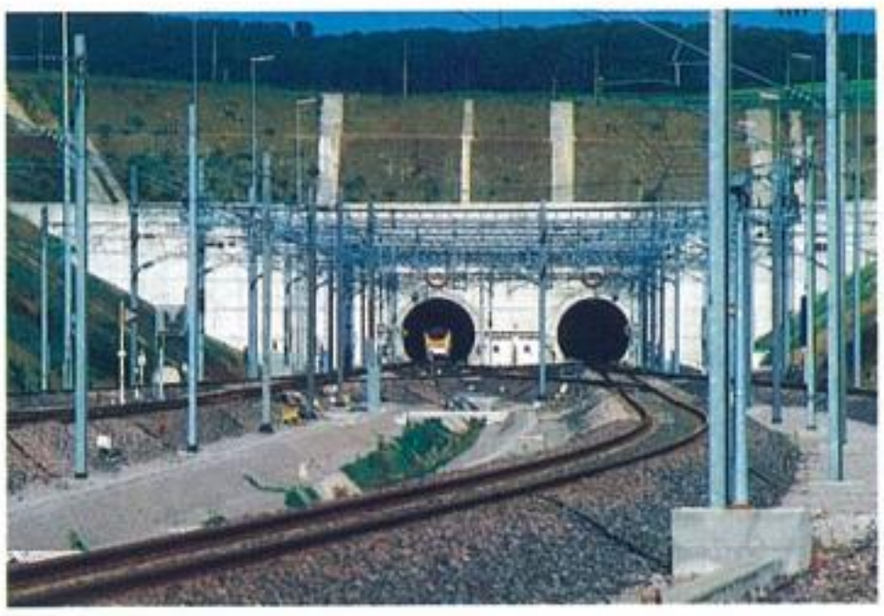
(Milhões de Contos)

| | |
|---|---|
| 1. Fundos comunitários - QCA III | 60 |
| 2. BEI | 72 |
| 3. Outros | 29 |

SPIE

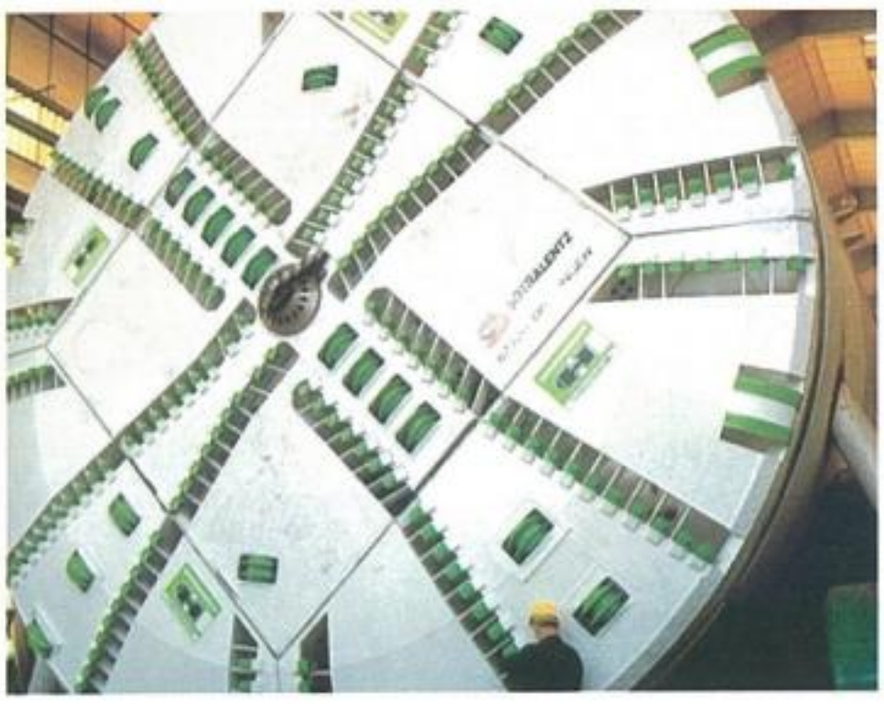
Spie Batignolles T.P.

# SPIE – O seu parceiro para a construção de metros e transportes urbanos



Referências do Grupo **SPIE** em Projectos e Obras de Metropolitano e Transporte urbano:

- Paris
- Lisboa
- Lyon
- Marselha
- Toulouse
- Caen
- Strasbourg
- Atenas
- Charleroi
- Berlim
- Cairo
- Caracas
- México
- Rio de Janeiro
- São Paulo
- Belo Horizonte
- São Tiago do Chile
- Nova Iorque
- Montreal
- Singapura
- Hong Kong



O Grupo **SPIE** está presente em Portugal desde 1956, tendo realizado várias obras para o Metropolitano de Lisboa, E.P.:

- ➤ Projecto e Construção do troço Colégio Militar/Pontinha;
- ➤ Projecto e Construção do troço Vale de Chelas/Oriente;
- ➤ Instalação eléctrica do troço Colégio Militar/Pontinha e o do troço Alameda/Vale de Chelas;
- ➤ Instalação das vias férreas do troço







Sede: Parc Saint-Christophe • Pôle Magellin •
95862 Cergy-Pontoise, França
Tel.: 01 34 24 36 53 • Fax: 01 34 24 39 23
E-mail: michel.rumi@spie.betignollesp.fr
http://www.spie.fr

Sucursal: Av. Marechal Craveiro Lopes, nº 8-B-7º
1700 Lisboa – Portugal
Tel.: 2 757 81 01 – Fax: 21 757 80 79
E-mail: spielisboa@cicpac.pt

Andrew Sharp
*Director Geral da IARO*



Mesa da Sessão da Adfer em que interveio Andrew Sharp

O que vem a ser uma *ligação ferroviária para um aeroporto?*

Estamos perante uma definição muito difícil, mas tratar-se-á, provavelmente, de um caminho de ferro permitindo um bom serviço de intercâmbio com um aeroporto.

## Aeroportos e Transporte Ferroviário

A dificuldade com esta definição é motivada porque muitas soluções foram criadas ao encontro das necessidades próprias e dos requisitos da situação local. Estas diferentes soluções que encontramos um pouco por todo o mundo mostram provavelmente que há espaço para encontrar uma solução que nos resolverá o problema de acesso ao aeroporto, qualquer que ele seja.

Eu acredito que há muitas vantagens com a existência de uma ligação ferroviária servindo um aeroporto – aparentemente todos ganharemos. Os únicos lesados serão os condutores de taxi locais – tanto em Oslo como em Hong Kong, a parte do tráfego do aeroporto correspondente aos táxis baixou de 45% para cerca de 5% com a abertura simultânea de um novo aeroporto e de uma linha de caminho de ferro para o servir.

Há muitos que ficam a ganhar.

- O cliente consegue uma ligação calma e digna de confiança no que pode ser uma viagem fatigante. Na nossa conferência de Berlim, levada a cabo no início deste ano, juntámos o máximo possível de exemplos dos nove ramais de caminho de ferro de ligação a aeroportos, que abriram no ano passado. Uma coisa que discutimos foi no que respeita aos seus planos de contingência para levar os passageiros ao aeroporto na eventualidade de haver problemas no serviço de comboios. Todos os caminhos de ferro representados tinham bons projectos para esta eventualidade. Eu não acredito que as autoridades que superintendem nas auto-estradas tenham planos similares para os utentes de aeroportos deslocando-se por estrada e confrontados com um congestionamento.

- O caminho de ferro consegue mais passageiros. Estes passageiros viajam muitas vezes perto ou fora das horas de ponta. Os passageiros são clientes valiosos para a rede, aumentando o possível comércio nas estações e as vendas nos comboios. Eles podem ser os catalisadores de melhorias para benefício de todos. Por exemplo, a linha de Metro Picadilly Line para o aeroporto de Londres-Heathrow, planeia transformar as estações de Metro de Heathrow em centros de excelência e o Expresso de Malpensa para o novo aeroporto principal de Milão tem comboios que são um passo em frente no que concerne ao conforto dos passageiros e desenho de concepção exterior, estimulando progressos na totalidade da rede.

- Os aeroportos intensificam as suas credenciais de "amigos do ambiente". Um caminho de ferro é mais económico no que concerne a ocupação de terrenos, polui menos e produz menor ruído do que outros meios alternativos de transporte para o aeroporto excepto os meios aquáticos – mas relativamente poucos aeroportos (São Francisco, Boston, Londres-City, Copenhaga, Macau e Nova Iorque-La Guardia) têm acesso fácil através da água. Nesta relação, chamaria a vossa atenção para o expresso que serve o aeroporto de Oslo – os seus comboios são os mais silenciosos do mundo, que são mais silenciosos a 200 km/h do que os outros comboios a 120.

- Os aeroportos ganham, devido à menor necessidade de espaço para parques de estacionamento. Qualquer funcionário de um aeroporto pode contradizer esta afirmação, mas o facto é que os aeroportos podem



ganhar e ganham consideravelmente mais com o desenvolvimento do comércio do que com as taxas de parqueamento nos parques de estacionamento de passageiros – e, claro, significativamente mais que nos parques para os empregados. A BAA, operador dos sete maiores aeroportos da Grã Bretanha, ganha cerca de £10 (3 200$00) no retalho e rendimento comercial por cada passageiro internacional que parte do aeroporto, mas apenas £1,60 (500$00) por cada carro guardado no parque. O aeroporto de Manchester tem espaços de parqueamento para os empregados que dão para quatro mil e duzentos carros: o que não rende nada para o aeroporto. Como realça o seu recente Plano de Impacto Ambiental é razoável supor que o número de passageiros e de empregados duplicará nos próximos anos: não é de supor que o espaço do parque para os empregados também duplique.

- As companhias aéreas e os aeroportos podem melhorar a sua posição competitiva. Por exemplo, o Arlanda Express auxiliará a SAS na sua competição com a Braathens nos voos domésticos. Tal conseguir-se-á com a redução de 45 minutos para 25 no tempo que se gasta para ir do centro de Estocolmo até Arlanda, o aeroporto utilizado pela SAS. Este tempo será inferior ao de acesso ao aeroporto de Bromma, utilizado pela concorrência. Desta forma, se ajuda a SAS a manter o tráfego e se ajuda igualmente Arlanda a retê-lo. O mesmo se passa com o Heathrow Express – ajuda-se a Air Lingus a competir com a CityJet nas ligações Londres – Dublin. A Air Lingus utiliza Heathrow enquanto a CityJet usa o aeroporto de Londres-City. Este aeroporto era muito mais fácil de atingir a partir do centro de Londres até que a abertura do Heathrow Express reduziu o tempo de viagem de 50 para 15 minutos.

- Várias companhias aéreas reconhecem a comodidade e a atracção do caminho de ferro. A Virgin Atlantic e a Emirates oferecem aos seus passageiros preferenciais bilhetes gratuitos de primeira classe no Gatwick Express e no Heathrow Express. A Jersey European Airlines, Ryanair, KLM UK, EasyJet e GO, todos vendem bilhetes de caminho de ferro com descontos, ou oferecem aos passageiros vales de desconto para viajarem no Stansted Express e no Thameslink. A Alitalia oferece aos passageiros a viagem no Malpensa Express.

- Indubitavelmente, existem ganhos para os aeroportos se há uma boa ligação ferroviária. Esta é a razão pela qual um bom número de aeroportos colaborou na construção de um ramal de caminho de ferro para o servir ou, em alguns casos, é mesmo o seu proprietário. Ambos os aeroportos de Milão-Malpensa e Munique pagaram a estação e a linha nos seus terrenos, deixando a companhia ferroviária construir o caminho de ferro até ao seu limite. Isto passa-se também em Osaka Kansai – ainda que o aeroporto tivesse sido construído numa ilha artificial poder-se-ia argumentar que tinham muito pouca hipótese de escolha! O aeroporto de Roissy-Charles de Gaulle é uma espécie de empreendimento partilhado – a SNCF (Caminhos de Ferro Franceses) possui os níveis inferiores do interface, enquanto a ADP, a autoridade que superintende nos aeroportos de Paris, possui os níveis superiores. A BAA, proprietária de Heathrow, e de outros aeroportos importantes do Reino Unido, pagou por inteiro o Heathrow Express. Enquanto inicialmente havia uma "joint venture" com os Caminhos de Ferro Britânicos (BR), como parte do processo da privatização dos caminhos de ferro, a BAA comprou a quota da BR pelo seu justo preço.

- Os residentes locais beneficiam de menor ruído, menos poluição, menor densidade de trânsito e de congestionamento. Previu-se que o Heathrow Express desviasse das estradas três mil carros por dia – e como teve um menor efeito do que o esperado na linha Picadilly Line, poderá ter tido um efeito melhor do que o previsto no que concerne o tráfego rodoviário. O Airtrain CityLink, em Brisbane, espera desviar das suas estradas dez mil carros por dia; a ligação ferroviária ao aeroporto de Londres-City roubará meio milhão de carros por ano às estradas do leste de Londres. E o Heathrow Express criou o West London Rail Welcome com a Railtrack, outras companhias de exploração de caminhos de ferro e as Londres-Boroughs – uma sociedade cujo objectivo é melhorar a linha e a sua inserção paisagística a caminho de Londres, para benefício de todos.

- O ambiente beneficia de muitos destes factores – ruído baixo, emissões fracas (em parte através da eficiência, em parte através de vida do fraco congestionamento), baixa ocupação de terreno e grande vantagem na conservação de infra-estruturas em comparação com as estradas.

- E pode ser que até os táxis também possam beneficiar. No terminal de Londres do Heathrow Express foi criado um esquema de utilização partilhada de táxis. Pessoas indo para destinos próximos uns dos outros podem partilhar o mesmo táxi. Os passageiros chegam mais rapidamente aos seus destinos e também pagam um pouco menos do que pagariam individualmente. Os táxis garantem mais fretes.

Existe um argumento que diz que as companhias operando os caminhos de ferro de ligação a aeroportos estão a proteger os seus concorrentes aéreos. Provavelmente. Mas é do interesse de todos aperfeiçoar os serviços para os passageiros e a competição estimula isso. Daqui, na linha Londres – Manchester, a Virgin Trains está a investir grandemente em comboios pendulares de alta velocidade a fim de conseguir a viagem de centro a centro das cidades em duas horas. Ao mesmo tempo, por iniciativa do aeroporto de Manchester e do Heathrow Express, as companhias aéreas estão a melhorar igualmente o produto oferecido. Os passageiros beneficiam com isto – eles terão mais modalidades de escolha e um melhor serviço. E serão também tentados a utilizar o transporte público – aéreo, aéreo mais ferroviário, ou ferroviário – para a totalidade da sua viagem em vez dos seus próprios carros, que é o verdadeiro inimigo.

Um local onde este tipo de actuação trouxe desvantagens, é Edimburgo. Há muitos anos, os caminhos de ferro recusaram construir uma estação para servir o aeroporto, muito embora a linha principal entre Edimburgo e o norte e leste da Escócia passe perto da cerca do aeroporto. Mais tarde, a direcção do aeroporto mandou construir um novo terminal num local que não pode ser eficientemente servido por caminho de ferro e em consequência existe actualmente um projecto para a construção de uma linha de autocarros em corredor próprio destinada a fazer a ligação ao centro da cidade. Trata-se de uma solução inferior ao caminho de ferro, que deveria ter sido estabelecido. Servirá a zona central de Edimburgo e uma nova estação da linha Edimburgo – Glasgow, o que é pior que a linha de Edimburgo para o norte da Escócia. E os autocarros, ainda que bons, são menos atractivos para os passageiros executivos do que o caminho de ferro. Assim, muito poucos passageiros usarão este serviço e muitos mais preferirão utilizar carros ou taxis.



Voltando à questão inicial, "O que vem a ser uma ligação ferroviária a um aeroporto?", eu penso que existem seis tipos. Há uma sobreposição considerável entre eles: não há fronteiras claras ou definições.

- Um dos tipos é um ramal de caminho de ferro para o aeroporto, integrado na rede de alta velocidade. Exemplos (alguns dos quais ainda em construção): Sydney e Camberra, na Austrália; Frankfurt, Dusseldorf, Colónia/Bona e Leipzig/Halle, na Alemanha. Comboios de alta velocidade garantirão a ligação ao aeroporto, de serviço nacional ou internacional.

Estes casos podem ter particular interesse se um aeroporto está congestionado – as oportunidades são escassas. Um exemplo do que acabamos de dizer é o caso representado pela Estratégia de Cooperação assinada em Julho do ano passado entre o aeroporto de Frankfurt, a Lufthansa e a Deutsche Bahn (Caminhos de Ferro Alemães). Segundo o acordo, a Lufthansa abandonará progressivamente os voos domésticos conforme a rede ICE (InterCity Express) se for expandindo. Por volta do ano de 2002, será possível cobrir os 200 km compreendidos entre Colónia e Frankfurt em 58 minutos, três vezes por hora – qualquer coisa de impossível no espaço aéreo actualmente congestionado. Será necessário uma qualidade de serviço tão boa como a aérea, incluindo bilhetes integrados, "check-in" directo das bagagens até ao destino, e crédito de milhas aéreas voadas de forma que os passageiros não se preocupem com o meio de transporte utilizado.

Estamos já vendo algumas destas ideias a ser experimentadas. É hoje possível viajar de Saarbrucken para o Porto com um bilhte de avião, utilizando o caminho de ferro entre Saarbrucken e Frankfurt e o avião daí para o Porto. Pode-se registar a bagagem directamente da estação de Saarbrucken para o Porto.

Se voamos pela Lufthansa de Frankfurt para Tours, vamos de avião para o aeroporto de Roissy-Charles de Gaule e depois de TGV (Train à Grande Vitesse) para Tours – e temos crédito de milhas aéreas no comboio. Outros membros da Star Alliance – particularmente a United Airlines – tais como a Air France procedem de modo semelhante.

- A alta velocidade aplicada aos ramais de caminhos de ferro para aeroportos é um fenómeno em crescimento – Heathrow Express, Airport Express em Oslo, Malpensa Express em Milão e Airport Express Line em Hong Kong juntaram-se aos Gatwick Express, Narita Express e Stansted Express. Arlanda Express juntar-se-á ao grupo muito em breve.

Tal como o Primeiro Ministro britânico disse quando inaugurou o Heathrow Express, trata-se de um excelente "cartão de boas vindas" para o País.

Estes comboios, projectados para os passageiros executivos com elevados padrões de frequência, projecto de concepção, arrumação de bagagens e serviço a bordo são realmente muito populares entre a comunidade de negócios. Cerca de metade dos passageiros do Heathrow Express viajam em negócios: e nalgumas circulações do Oslo's Airport Express, 95% dos passageriros deslocam-se pelos mesmos motivos.

É possível estabelecer uma sobretaxa para estes serviços. O duplo significado da divisa do Heathrow Express "It's about time" não será facilmente tradusível para português mas a sugestão é de que poupando tempo compensa-se o maior preço do bilhete. Com efeito, as principais companhias norueguesas estabelecem como parte da sua política de viagens que os seus empregados devem usar o Airport Express Train – porque é digno de confiança, seguro, rápido e permite trabalhar durante o trajecto.

Estabelecendo uma sobretaxa, as ligações ferroviárias com os aeroporto podem operar com lucro, sem necessidade de subsídios. Algumas já se incluem neste caso.

- As estações de caminhos de ferro dos aeroportos integradas na rede regional também são muito úteis – tornam possível uma expansão da área de captação do aeroporto.

Como exemplo podemos citar Southampton, Inglaterra; Schonefeld, o local do futuro aeroporto de Berlim; e Copenhaga.

Neste caso, é mais difícil ir ao encontro das necessidades dos pasageiros aéreos dado que a maioria dos passageiros transportados poderá não ter como destino o aeroporto.

- Passa-se o mesmo com outros tipos de ligação – suburbano, metro e metro ligeiro.

- Numa extensão de suburbano para um aeroporto pode haver uma identidade de interesses entre o explorador e a companhia aérea. Ambos querem um serviço rápido para a cidade, ambos querem igualmente serviços nocturnos até tarde, ou mesmo a noite toda. Os passageiros para o aeroporto viajam muitas vezes perto ou fora das horas de ponta e portanto utilizam a capacidade disponível inerente a este tipo de serviços. Podem-se levantar problemas dada a diferente natureza dos passageiros – o suburbano, que viaja diariamente com pouca bagagem, e o passageiro aéreo, que viaja raramente, mas acompanhado de bagagens em quantidade.

- Discrepâncias deste tipo ocorrem igualmente nas extensões de metro para servir aeroportos. A habilidade parece estar em usar circulações extraordinárias como um estímulo, como um catalisador para melhoramentos que beneficiem todos.

Por exemplo, áreas espaçosas com um ou outro banco de topo, ou mesmo sem bancos, é benéfico para as bagagens dos passageiros aéreos – e também para bicicletas, pequenos veículos, cadeiras de rodas e passageiros de pé nas horas de ponta.

Realmente um metro, com custos relativamente baixos e uma excelente implantação na cidade, é mais útil para os empregados do aeroporto do que para os pssageiros aéreos. Mas este aspecto não deverá ser desvalorizado. Num aeroporto há normalmente cerca de mil empregados por cada milhão de passageiros anuais. E os empregados fazem dez viagens por semana, muitas vezes fora das horas de ponta.

- Os metros ligeiros (LRT) são igualmente úteis para os empregados – e também para os patrões.

Dois bons exemplo são Manchester e Copenhaga. Em qualquer dos casos a rede local de metro ligeiro está a ser expandida para servir o aeroporto atravessando áreas de grande falta de emprego. Isto provocará consideráveis benefícios sociais pela diminuição do desemprego e pelo crescimento de oportunidades de empregos acessíveis.

A propósito, é digno de nota que nos Estados Unidos predominam os três últimos tipos de ligações ferroviárias para servir aeroportos – e os inquéritos da IATA (International Air Transport Association) sobre contentamento dos clientes indicam claramente menores níveis de satisfação com os acessos de superfície nos Estados Unidos, comparado com a Europa.

Concluo daqui, e de outras experiências realizadas um pouco por todo o mundo, que uma boa ligação ferroviária servindo um aeroporto conduz à satisfação do cliente. Essas ligações constituem um bom "cartão de visita" para uma cidade e para um país.



Eng.º Arménio Matias
*Fundador da ADFER*

# Contributo para a história e relance sobre o futuro dos caminhos de ferro (1)

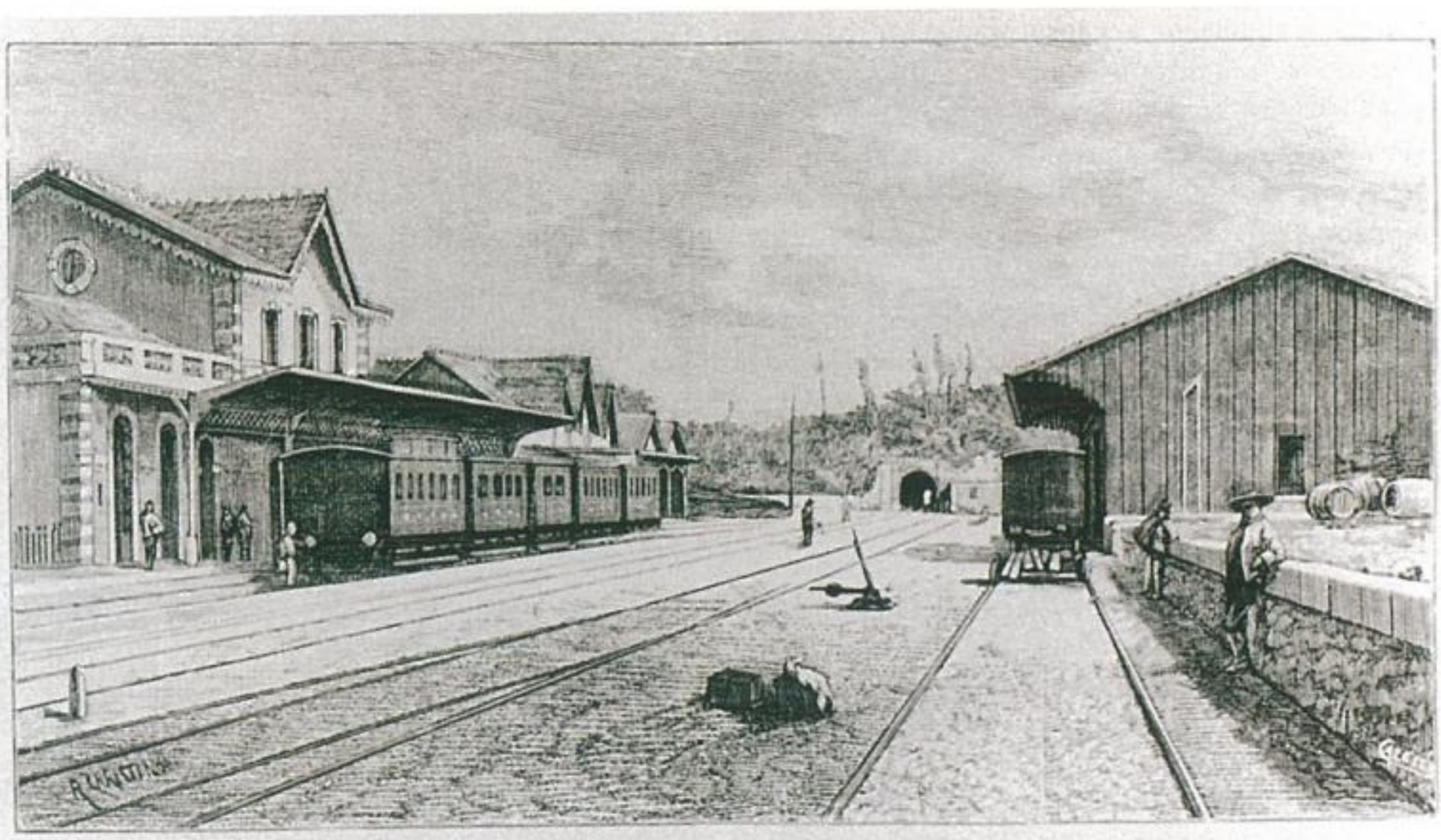
## Nascimento do Transporte Ferroviário

O conceito de transporte ferroviário está associado à ideia de circulação sobre um caminho guiado, bem como à existência de tracção própria. Se considerarmos apenas o conceito de caminho guiado para indagar sobre o nascimento deste tipo de transporte temos que remontar à antiguidade. Nos tempos da Babilónia, cerca de 2245 AC, já existiam caminhos constituídos por duas fiadas de pedras que formavam dois sulcos contínuos distando cerca de 1,5 m (bitola) sobre os quais circulavam, com segurança, os veículos . Na civilização Grega encontra-se o mesmo tipo de transporte, agora com uma bitola de 1,626 m, nomeadamente entre Atenas e Pireo.

No segundo milénio da nossa era há muitas referências à existência de caminhos guiados, geralmente relacionados com a exploração de minas, utilizando carris, vagões e rodados geralmente em madeira. Num museu em Berlim (Verkehrs und Baumuseum ) pode ver-se um vagão das minas de ouro da Transilvânia ( Roménia ) ,datado do século XVI , sobre uma rede com a bitola de 0,48 m. O vagão, os carris e os rodados , dotados de aros de guiamento, são em madeira. Uma obra publicada em 1550 em Bâle « La Cosmographie Universelle de Munster » descreve o equipamento de transporte em minas da Alsácia.

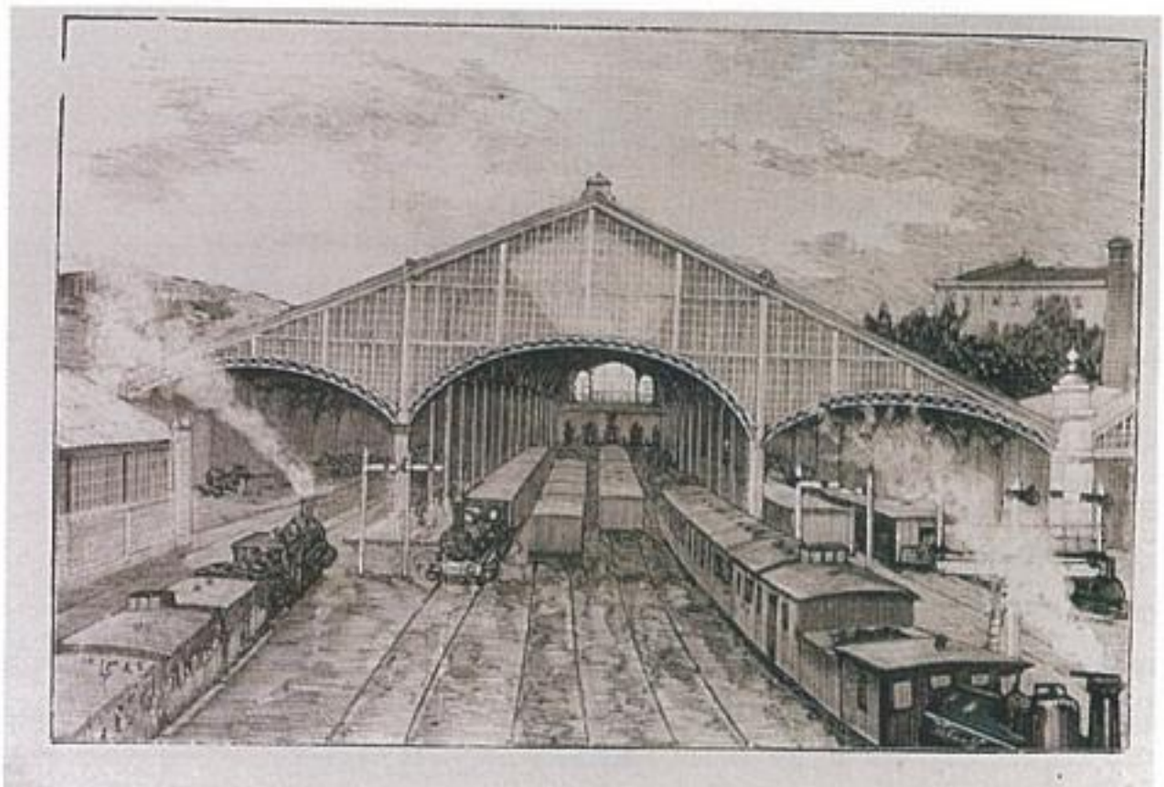
O transporte ferroviário, com a concepção global que hoje temos dele, nasceu na Grã Bretanha. A primeira autorização do Parlamento Britânico para a construção de um caminho de ferro data de 1758-06-09. Tratava-se ainda de uma linha mineira em Middleton, Leeds, com carris de ferro, distando 1,254 m, explorada com as primeiras locomotivas conhecidas. Mathew Murray construiu 4 pequenas locomotivas que aí circularam durante vinte anos.

O primeiro caminho de ferro, concebido como modo de transporte de pessoas e de bens, no qual circulou a primeira autêntica locomotiva a vapor, existiu entre Penydarran e Abercynon, no País de Gales. Richard Trevithick, em 1804, fez circular a sua locomotiva a vapor sobre uma linha férrea com 15 km que percorreu em 4 h e 10 m e rebocou vagões com uma carga de 10 toneladas de ferro e 70 pessoas.



CAMINHO DE FERRO DE LISBOA A CINTRA—Estação de Cintra (Segundo uma photographia do photographo amador sr. Augusto

(1) Texto base para o « Notícias do Milénio » publicado pelas edições do Grupo Lusomundo.



VISTA INTERIOR DA ESTAÇAO CENTRAL

George Stephenson e o seu filho Robert foram os principais promotores do caminho de ferro na sua génese. Construiram a primeira linha com um comprimento significativo (40 km) entre Stockton e Darlington que foi inaugurado em 1825. Uma locomotiva a vapor rebocou 38 carruagens e fez uma velocidade média de 7 km /h, com velocidade máxima de 24 km/h. Assim nasceu o primeiro serviço ferroviário regular de transporte de passageiros e de mercadorias . Porém as suas performance e fiabilidade eram muito baixas. As locomotivas a vapor até então construídas na Grã-Bretanha não tinham dado provas suficientes e a tracção desta linha acabou por ser hipomóvel. Por outro lado a linha era utilizada por muitos particulares, com os seus muares e as suas próprias carruagens, gerando anarquia no sistema.

A primeira locomotiva a vapor, capaz de criar um caminho de ferro moderno e perfomante, nasceu em 1829 em Rainhill, com uma caldeira tubular que multiplicava por 4 a produção de vapor e consequentemente a sua potência. Foi concebida por Robert Stephenson.

No dia 15 de Setembro de 1830 foi solenemente inaugurada a linha Manchester-Liverpool. Oito comboios partiram consecutivamente, em apenas alguns minutos, da estação de Liverpool transportando 1000 convidados. O primeiro comboio levou o Primeiro Ministro, e foi rebocado por uma Locomotiva conduzida pelo próprio George Stephenson.

O dia 15 de Setembro de 1830 é realmente a data da inauguração do transporte ferroviário, na sua concepção triunfante nos séculos XIX e XX, não só para a Grã Bretanha como para o Mundo.

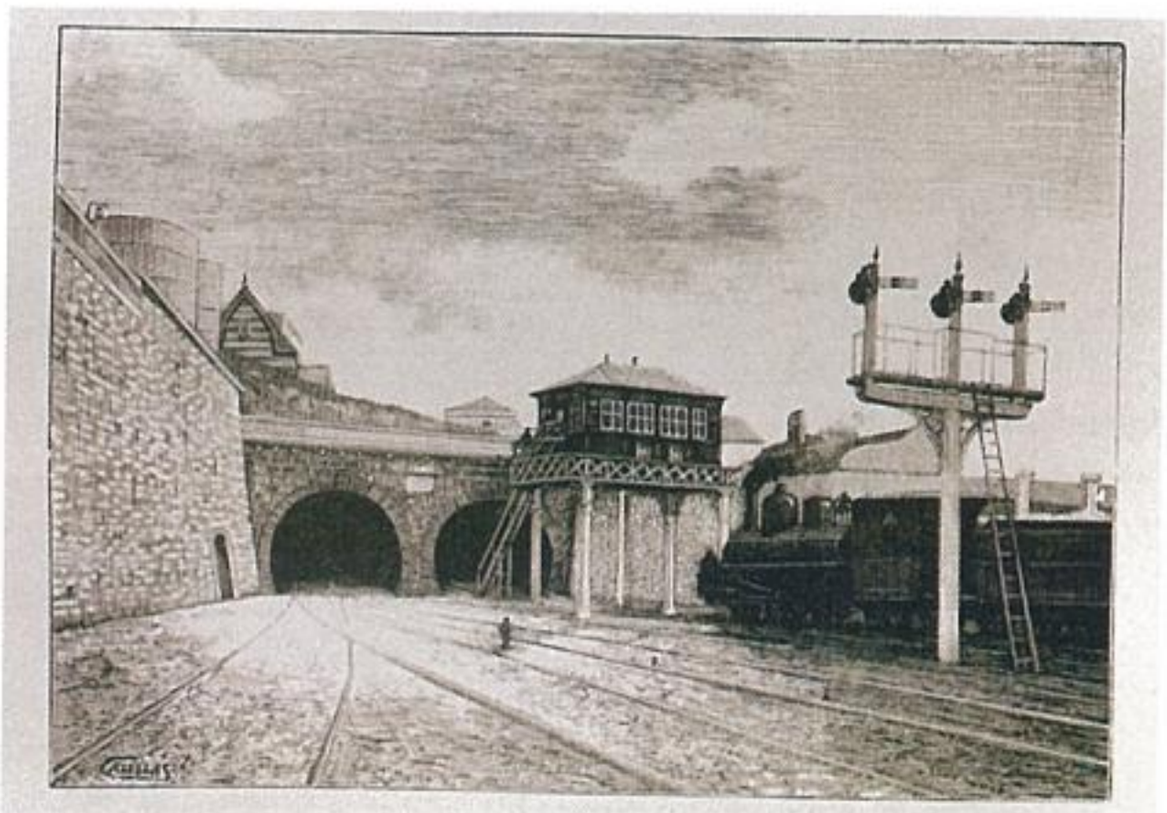
Em 1835, ainda na linha Manchester-Liverpool, é atingida a máxima velocidade dos transportes no Mundo : 100 Km/h.

Nos anos seguintes outras linhas ( sempre de pequena extensão ) ligando duas cidades dinâmicas, com ofertas de horários regulares, carruagens com várias classes para passageiros e vagões para transporte de mercadorias foram sendo inauguradas em vários Países:

- Em Maio de 1835 de Bruxelles a Malines ;
- Em Dezembro de 1835 de Nuremberg a Furth ;
- Em Agosto de 1837 de Paris a Saint Germain ;
- Em Outubro de 1837 de Saint Petersbourg a Tsarskoïe-Selo ;
- Em Janeiro de 1838 de Viena a Florisdorf ;
- Em Setembro de 1839 de Amesterdam a Harlem ;
- Em Outubro de 1839 de Nápoles a Portici.

Todos estes caminhos de ferro resultaram da iniciativa privada com o objectivo de resolver problemas de transporte locais. Experiências anteriores, como a de Stockton-Darling, já citada, e Saint-Ètiene-Lyon (1827/1833) constituiram «afluentes» aos transportes marítimos ou fluviais da época.

George Stephenson adoptou a distância entre carris da linha férrea (bitola) tanto na linha Stockton-Darling como na linha Manchester-Liverpool de 1,435 m. Como ele veio a construir outras linhas e a fornecer locomotivas, para vários Países da Europa essa bitola acabou por se impor e generalizar , sem que se lhe conheça nenhum suporte científico. Muitos grandes engenheiros ferroviários bateram-se por bitolas maiores. Brunel, o grande engenheiro de pontes e de túneis, construiu a rede do Great Western, com a bitola de 2,134 m. Os Estados Unidos, por sua vez começaram por construir as suas linhas com a bitola de 1,829 m. Em ambos os casos essas bitolas foram abandonadas. Pelo contrário a ex- URSS, a Finlândia e a Mongólia conservaram a sua bitola de 1,524 m, a Península Ibérica, a Argentina e o Chile de 1,672 m, a Irlanda, em parte a Austrália e o Brasil as suas vias de 1,600 m e o Indostão a sua bitola de 1,676 m.



ENTRADA DO GRANDE TUNNEL E APPARELHOS SAXBY



COMMENCEMENT OF THE LISBON RAILWAY, BY THE QUEEN OF PORTUGAL.

Portugal construiu as suas primeiras linhas - Lisboa-Ponte da Asseca e Barreiro-Vendas Novas (num total de 136 Km) - em bitola standard ( 1,435 m ) mas teve que a alterar por força da opção tomada pela Espanha.

O primeiro troço - Lisboa-Carregado - foi inaugurado em 28 de Outubro de 1856. Quatro anos de decisões controversas e precipitadas precederam essa data. O Diário do Governo publicou na sua edição de 1852-08-12 a adjudicação provisória do troço Lisboa-Santarém a um subdito inglês Hardy Hislop que se revelou não dispor de recursos financeiros ou técnicos mínimos. Com a situação num impasse o Governo organizou em 1853-05-07 um simulacro da inauguração dos trabalhos com a presença da Rainha. O contrato definitivo para a construção da linha internacional (chamada do Leste), a que fora conferida prioridade, foi assinado em 1853-05-11 entre o Governo e uma Companhia presidida pelo Conde de Farrobo. A construção do primeiro troço foi entregue aos empreiteiros Shaw e Warring de Londres. Em Setembro de 1855 os trabalhos foram suspensos por falta de pagamento e despedidos mais de dois mil trabalhadores. Fontes Pereira de Melo, a mais marcante Figura Pública Portuguesa no domínio do transporte terrestre, recorreu a Londres e a Paris para sanar dificuldades financeiras e empresariais do nosso caminho de ferro, mas a Câmara dos Pares do Reino não aceitou a sua ousadia. E foi outro Governo que, numa cerimónia também atribulada, com avarias e carruagens largadas pelo caminho, organizou a inauguração presidida pelo rei D. Pedro V.

O nascimento do transporte ferroviário no século XIX operou uma das maiores revoluções económico-sociais deste milénio. Hoje poucos de nós têm a noção de como as populações viviam no seu habitat normal, quase completamente isoladas do mundo. Desde o Império Romano que quase não havia evolução das vias de comunicação terrestres. Até ao nascimento do caminho de ferro, sempre que não se podia utilizar um rio navegável ou uma orla costeira, as relações sociais, comerciais e económicas eram asseguradas por lentas viagens a pé, a cavalo ou em viatura puxada por muares, como sucedeu durante milénios.
Em 1830 demoravam-se duas semanas de Paris a Marselha.
Ir de Paris a Toulouse era uma perigosa aventura de três semanas. Uma viagem de Paris para o Médio Oriente demorava meses, e meio-ano para a China, a Índia ou o Japão.
Entre Lisboa e Madrid gastavam-se seis dias em 1830.
Em 1843 demoravam-se 5 dias para chegar de Lisboa ao Porto, 8 dias para ir de Lisboa ao Algarve, 15 dias para ir de Lisboa a Bragança e 3 dias para chegar a Elvas.
As mais rápidas diligências percorriam 7 Km numa hora.



## Breve história da Rede Ferroviária Portuguesa

Inaugurado que foi o primeiro troço, em 1856-10-28, a construção da rede avança, primeiro com dificuldade, depois com maior determinação. Em 1859 (30 de Julho) foi assinado um contrato provisório de construção e concessão da exploração da linha do Leste (Lisboa a Badajoz) e do Caminho de Ferro do Norte (Barquinha ao Porto) com o Marquês de Salamanca, o que permitiu que em 4 anos fossem construídos 434 Km de vias férreas.

Em 1861 abriram à circulação as ligações Barreiro-Vendas Novas e Pinhal Novo-Setúbal. Em 1863 a Linha do Sul avançou até Évora e a Linha do Leste ficou concluída. Quando os portugueses chegaram a Badajoz ainda os espanhois vinham em Zamora. Em 1864 estava concluído o Caminho de Ferro do Norte até Gaia e a linha do Sul chegava a Beja.

Em 1873 o comboio chegava a Estremoz. Em 1875 a Braga e à Póvoa do Varzim. Em 1877 a Campanhã. Em 1880 a Cáceres por Valência de Alcântara. Em 1882 à Guarda, a Vilar Formoso e a Valença. Em 1884 a Guimarães e a Salamanca pela Linha da Beira Alta. Em 1886 a Vigo pela Linha do Minho. Em 1887 a Leiria, a Sintra e a Espanha pela Linha do Douro. Em 1888 à Figueira da Foz pela Linha do Oeste. Em 1889 à Figueira pelo ramal de Alfarelos e a Faro pela Linha do Sul. Em 1890 a Viseu pela Linha do Dão. Em 1891 à Covilhã e ao Rossio pelo novo Túnel. Em 1893 à Guarda pela Linha da Beira Baixa e a Leixões. Em 1895 a Cascais (duplicação da via concluída em 1897). Em 1904 do Setil a Vendas Novas. Em 1905 a Vila Viçosa. Em 1906 a Vila Real de Santo António e a Bragança. Em 1907 a Vila Real. Em 1916 a São Bento. Em 1922 a Lagos. Em 1930 em via dupla entre Lisboa e o Porto. Em 1936 o comboio chegava a Sines.

Não é possível falar da História dos Caminhos de Ferro Portugueses e das Vias de Comunicação terrestre, em geral, sem destacar o seu principal impulsionador Fontes Pereira de Melo, Ministro da Fazenda e das Obras Públicas e por quatro vezes Presidente do Conselho de Ministros.

Em 1852 Portugal possuia 218 Km de estradas em macadame. Em 1900 já se atingiam 14 230 Km.

Em 1890 já estavam em funcionamento 2 130 Km de vias férreas. Até 1911 esse número subiu para 3 000 Km.

Durante a primeira República e no início do Estado Novo prossegue a construção de algumas linhas e ramais.

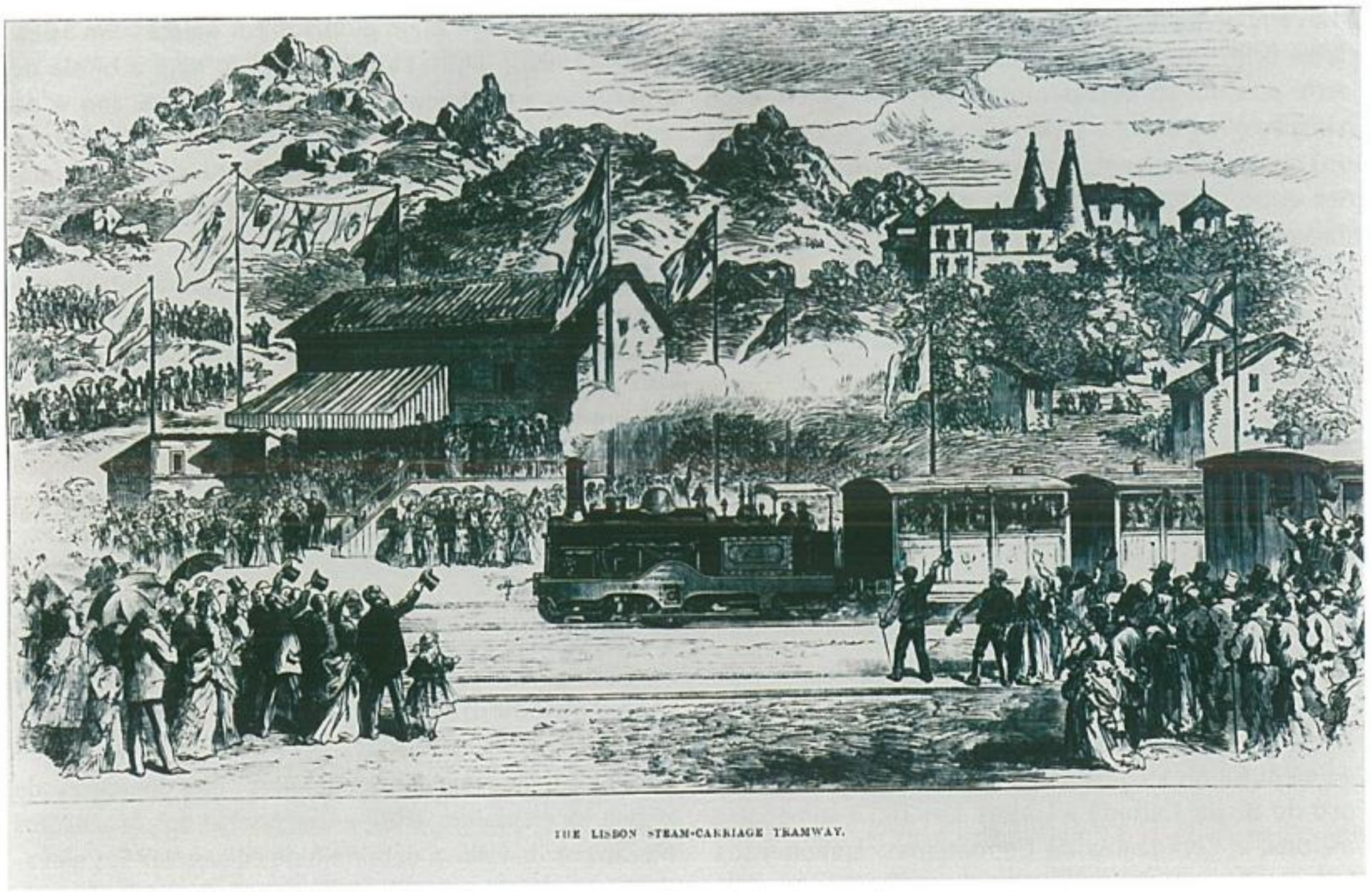
Porém o ambicioso Plano de Expansão dos Caminhos de Ferro de 1927 quase não teve aplicabilidade prática. O transporte automóvel começara a minar o monopólio do comboio e a rede ferroviária quedara-se pelos 3 600 Km.

Durante as 6 décadas que se lhe seguiram o caminho de ferro continuou a prestar relevantes serviços ao País, designadamente durante a 2ª. Grande Guerra, mas a sua modernização não mereceu prioridade do Poder. Ainda assim devem ser destacados :

- A electrificação da Linha de Sintra inaugurada em 1957 (A linha de Cascais concessionada à iniciativa privada possuia um sistema de tracção eléctrica em corrente contínua desde 1926);
- A consagração no II Plano de Fomento (1958) de uma verba de 800.000 contos para a electrificação da Linha do Norte;
- A inauguração da tracção eléctrica na ligação Lisboa-Porto no dia 3 de Novembro de 1963;
- A electrificação dos ramais de Tomar e Alfarelos;
- A dieselização progressiva da rede, iniciada há 50 anos e concluída já na década de 70, em substituição da tracção a vapor;
- A renovação integral da via das linhas de Sintra e do Norte no início dos anos 70.

Com a aprovação pelo Conselho de Ministros, em 8 de Fevereiro de 1988, de um Plano de Modernização e Reconversão dos Caminhos de Ferro, iniciou-se um novo ciclo para o transporte ferroviário em Portugal. As obras entretanto realizadas ou em curso estão, na sua maior parte, contempladas nesse Plano. Delas se destacam:

- Modernização e electrificação da Linha da Beira Alta, concluída em 1996;
- Modernização da Linha do Norte e introdução dos comboios de suspensão pendular activa (obra em curso);
- Modernização do sistema ferroviário da região de Lisboa ( Linhas de Sintra, da Azambuja, de Cascais e da Cintura).



THE LISBON STEAM-CARRIAGE TRAMWAY.

- Construção do Eixo Norte Sul, ligando Lisboa ao Pinhal Novo (O Plano contemplava a ligação Pragal-Pinhal Novo, mas em 1990 o Governo decidiu, finalmente, colocar o comboio na Ponte sobre o Tejo).
- Modernização do sistema ferroviário da região do Porto (Nova ponte sobre o Douro, decidida em 1981 e concluída em 1991, duplicação e electrificação da linha do Douro até ao Marco e da Linha do Minho até Nine, electrificação do ramal de Leixões, transformação em bitola larga e electrificação da ligação Lousado-Guimarães).

Em Portugal, como no resto do Mundo, o transporte ferroviário nasceu como um empreendimento privado e assim, de um modo geral, se manteve até finais da década de 40 do século XX. O Estado Português apoiou os empreendimentos ferroviários privados por duas formas distintas :

- subvenção quilométrica (aplicada, por exemplo, na construção da Linha da Beira Alta);
- garantia de juro ao capital investido (aplicada, por exemplo, na Linha da Beira Baixa).

Após a 2ª. Grande Guerra, com os caminhos de ferro mergulhados em graves situações financeiras devido à destruição provocada pela Guerra ou aos serviços públicos que lhe foram impostos e ainda à agressiva e imparável concorrência rodoviária, os Estados europeus constituiram Companhias Nacionais nas quais integraram a generalidade das Empresas ferroviárias privadas até aí existentes.

Por iniciativa dos Estados e/ou por imposição da União Europeia, na década de 80, iniciou-se um movimento de sentido contrário.
A Grã Bretanha foi, de novo, na Europa, o País pioneiro no domínio da reprivatização dos caminhos de ferro.
A Grã Bretanha (1983) e a Suécia (1988) adoptaram medidas pioneiras, diferentes entre si, quanto à reforma dos caminhos de ferro.
Inspirada nesses modelos a União Europeia impôs, aos países membros através da Directiva 440/91 e de outros diplomas subsequentes, a reforma dos seus caminhos de ferro.

Em Portugal, os Decretos-Lei 339/91 e 116/92, criaram o enquadramento legal para a abertura do caminho de ferro à iniciativa privada. A sua concretização aplicou-se na ligação Lisboa-Fogueteiro. Porém, o primeiro cenário escolhido pelo Governo - uma concessão B.O.T., incluindo a construção das infraestruturas, a aquisição do material circulante e a concessão da exploração, não teve sucesso, pelo que, em 1994 foram incumbidos o Gabinete do Nó Ferroviário de Lisboa de construir as infraestruturas e de preparar um concurso para a concessão da exploração e a CP de adquirir o respectivo material circulante.

Desde 1990 que um Gabinete nomeado pelo Governo trabalhava para a colocação do caminho de ferro na Ponte sobre o Tejo.
Em 1998 a referida concessão foi atribuíada à Fertagus que no fim do milénio se transformou no primeiro operador ferroviário privado do País, na actualidade.

O Governo publicou, entretanto, os Decretos Lei 104/97 e 299-B/98 que criaram, respectivamente, a Refer (o gestor público das infraestruturas ferroviárias) e o INTP (o instituto regulador e supervisor do transporte ferroviário) que poderão contribuir para a clarificação das relações entre o Estado e o Sector e para a expansão da intervenção privada no transporte ferroviário.

## O transporte sobre carris na cidade de Lisboa

Em meados do século XIX a cidade de Lisboa tinha os seus limites situados na foz da ribeira de Alcântara, no Arco do Cego, no Largo do Leão, no Alto de São João e na Cruz de Santa Apolónia.

Um Decreto Real de 1834-08-07 deu origem à primeira empresa de transporte público - a Companhia de Carruagens Omnibus - a qual deu prioridade às ligações com os lugarejos provincianos e as quintas saloias de Belém, Benfica, Lumiar, Sintra, Oeiras, Cascais, Mafra, Poço do Bispo, Carnide e Loures. Em 1853 começou a funcionar a Companhia de Carruagens Lisbonenses. Muitas outras pequenas empresas se instalaram e disputaram o mercado. As suas frotas eram constituídas por veículos rodoviários de vários tipos puxados por muares. Anteriormente eram as seges e as traquitanas, constituídas por uma caixa estreita assente sobre duas rodas grandes e puxadas igualmente por muares, o raro meio de transporte disponível.

O primeiro transporte urbano do tipo ferroviário, foi inaugurado em 1870.

Era formado por um veículo com tracção a vapor que se deslocava sobre um mono carril, conhecido por Larmanjat.

O serviço compreendia ligações de Arroios ao Lumiar e do Rego a Sintra e a Torres Vedras. Teve vida efémera e muitas vicissitudes desde o dia da inauguração.

Pela mesma época os irmãos Luciano Cordeiro pressionavam a Câmara de Lisboa no sentido do estabelecimento de um sistema de «viação carril vicinal e urbana à força animal», tendo conseguido a concessão de três linhas em 1873-01-26. Entretanto uma sociedade de capitais estrangeiros, a Companhia Carris de Ferro de Lisboa, passou, em 1872, por Diploma Real, a ter o privilégio da concessão dos chamados «americanos», à qual os irmãos Cordeiro vieram a ceder a concessão. Em Abril de 1873 iniciou-se a construção da primeira linha entre o Cais do Sodré e Santa Apolónia, que veio a ser prolongada até às portas de Alcântara.
A inauguração aconteceu em 17 de Novembro do mesmo ano tendo 32 carruagens (24 fechadas e 8 abertas) feito a ligação entre Santos e Santa Apolónia. Os carros americanos eram veículos apoiados em 4 rodas que circulavam sobre uma via com os carris afastados de 1,42 m e eram puxados por muares. Em 1889 o afastamento entre carris é mudado para a bitola de 0,90 m que ainda hoje se mantém. Nesse ano e no seguinte duas locomotivas a vapor asseguram a tracção das carruagens na ligação Cais do Sodré-Algés, que acabaram por ser retiradas por não trazerem vantagem.

Em 1894 a Carris inicia os estudos para a introdução dos « eléctricos ». Em 1887 ensaiara um carro eléctrico (do tipo Julien) entre Santo Amaro e Algés. Em 1901-08-31 foi inaugurado o serviço de eléctricos entre o Cais do Sodré e Algés, no meio de grande controvérsia e acesas discussões sobre os perigos para a população da energia eléctrica nas catenárias colocadas sobre a via pública.
Na primeira metade do século XX a rede de eléctricos expande-se e presta relevantes serviços à população da cidade de Lisboa. O seu retrocesso inicia-se em meados do século XX com o desenvolvimento do transporte rodoviário motorizado e com a criação do metropolitano.

Entretanto para vencer as ladeiras mais íngremes de Lisboa foi criada em 1882 a Companhia dos Ascensores Mecânicos de Lisboa, detentora da concessão dos elevadores, a qual foi em 1926 adquirida pela Carris. O elevador do Lavra foi inaugurado em 1884-04-19, tendo a electrificação sido iniciada em 1914. O elevador da Glória teve inauguração em 1885-10-24 e o da Bica em 1892-06-28. Já no fim do século XX, início da década de 90, uma dezena de modernissimos eléctricos rápidos do tipo metro ligeiro, foram adquiridos pela Carris à Siemens e introduzidos na ligação Praça da Figueira-Algés.

## O Metropolitano de Lisboa

Remonta a 1888 o primeiro projecto de um sistema ferroviário subterrâneo para a cidade de Lisboa. Foi seu autor o Engº Henrique Lima e Cunha . A construção do metropolitano de Lisboa só se iniciou, porém, em 7 de Agosto de 1955.

Tal como para o caminho de ferro foi a Grã Bretanha o País pioneiro do novo modo de transporte. O metropolitano de Londres arrancou em 1863 concebido com base na ideia de Charles Pearson.

A primeira fase do metropolitano de Lisboa foi concretizada em 4 anos. Uma rede em Y, cujo nó se situava no Marquês de Pombal e os terminais em Sete Rios, Entre Campos e Restauradores foi inaugurada em 59/12/29. Em 1960 transportou 15,3 milhões de passageiros. Pela extensão da sua rede o metropolitano de Lisboa era, nessa época, o décimo quarto da Europa e o vigéssimo quinto no Mundo.
Até 1972 o metropolitano foi-se expandindo :

- Em 1963 entra em exploração o troço Restauradores-Rossio;
- Em 1966 o troço Rossio-Anjos;
- Em 1972 o troço Anjos-Alvalade.

Só em 1988 se inauguraram novas extensões : Sete Rios-Colégio Militar e Entre Campos-Cidade Universitária.

Em 1990 o Governo aprovou um Plano de Expansão do metropolitano de Lisboa que transformou um sistema em Y, funcionalmente estrangulado, numa rede de quatro linhas articuladas com os outros modos de transporte.

Em 1993 entraram em exploração as extensões Cidade Universitária-Campo Grande e Alvalade-Campo Grande.

Em 1995 foi concretizada a desconexão do nó do Y no Marquês de Pombal.

Em 1997 iniciaram o funcionamento as extensões Colégio Militar-Pontinha e Marquês de Pombal-Rato.

Em Abril de 1998 abriu à exploração o troço Rossio-Cais do Sodré.
Em Maio do mesmo ano entrou em actividade uma nova linha, aprovada em 93 e iniciada em 95 - a linha do Oriente : Alameda-Gare do Oriente.

Em Agosto de 1998 abriu à exploração o troço Restauradores-Baixa/Chiado.

Está previsto que em 2002 entre em actividade o troço Baixa/Chiado-Terreiro do Paço-Santa Apolónia. Por essa altura a rede do metropolitano de Lisboa terá 33 Km e 38 estações distribuídas pelas suas quatro linhas:
- Linha Azul (Gaivota) - Pontinha-Santa Apolónia
- Linha Amarela (Girassol) - Campo Grande-Rato
- Linha Verde (Caravela) - Campo Grande - Cais do Sodré
- Linha Vermelha (do Oriente) - Alameda-Gare do Oriente

Entretanto foi já aprovada pelo Governo a extensão da linha Amarela até Odivelas e um novo Plano de Expansão das 4 linhas para cerca de 47 Km e 60 estações.
Em 1998 o metropolitano de Lisboa transportou cerca de 131 milhões de passageiros, quase o décuplo do verificado no primeiro ano da sua exploração (1960).

## Elementos marcantes da história dos Caminhos de Ferro no mundo

O caminho de ferro mais setentrional situa-se na Rússia, em Litsnayamari, Oblask, Pechenga, à latitude de 69° 39' N.
O caminho de ferro mais meridional situa-se na Argentina, em Rio Gallegos, à latitude de 51° 5' S.
O mais alto caminho de ferro do mundo situa-se no Peru, em La Cima, à altitude de 4 818 m.

O mais longo caminho de ferro do mundo é o transiberiano, Moscovo-Vladivastok, com a extensão de 9 297 Km.

A mais alta ponte do mundo tem 198 m acima do solo e situa-se em Kolasin, Sibéria.

A ponte com o maior arco em betão armado situa-se na Áustria entre Pfaffenberg e Zwenberg. A segunda fica em Espanha entre Zamora e Pueblo de Sanabria.

A mais comprida ponte ferroviária do mundo situa-se na China, sobre o Rio Amarelo,entre Heze e Xinxiang e tem um comprimento de 10,3 Km. Uma outra ponte sobre o Rio Missouri, em Huey P. Long, Nova Orleães, tem 7,082 Km.

O mais longo túnel ferroviário do mundo situa-se no Japão, em Seikan, na ligação Honshu-Hokkaido e tem 53,85 Km. Segue-se o túnel sob a Mancha com 49,4 Km.

O primeiro comboio eléctrico do mundo abriu ao público em 1881 em Lichterfelde, próximo de Berlim, tendo apenas 2,5 Km, e transportando 26 passageiros a 48 Km/h.

O primeiro comboio de passageiros totalmente climatizado do mundo funcionou entre Whashington e Nova York em 1931.

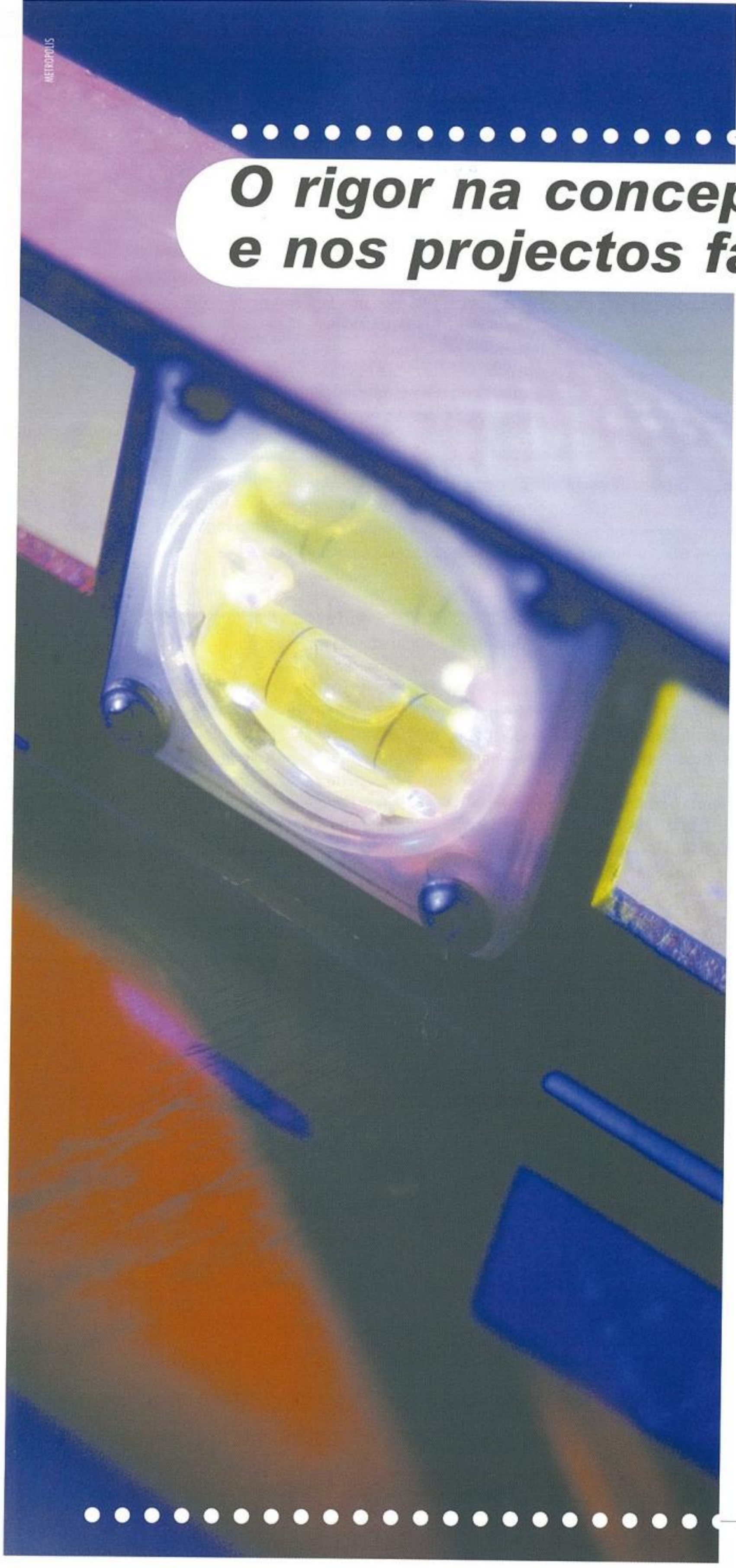
As primeiras carruagens cama do mundo circularam entre Baltimore e Filadélfia em 1838.
A primeira locomotiva diesel foi construída na Alemanha em 1912-13.

A estação com as mais longas plataformas do mundo situa-se em Chicago e estas têm 1066 m.

Eis alguns records de velocidade:

- 1830-09-15 (Liverpool-Manchester) : 58 Km/h
- 1848-05-11 (Great Western, Wiltshire) : 125,5 Km/h
- 1889 (Montereau e Sens) : 144 Km/h
- 1903-10-06 (Marienfeld-Berlim) : 203 Km/h (tracção eléctrica)
- 1931-06-21 (Karstadt-Dergenthin) : 230 Km/h
- 1939-06-23 (Alemanha) : 265,5 Km/h (tracção diesel-eléctrica)
- 1966-07 (New York Railroad) : 295,9 Km/h (turbotrem)
- 1967-12-04 (Gometz-le Châtel e Limours) : 378 Km/h (aerotrem)
- 1974-08-14 (Pueblo, Colorado) : 410 Km/h (veículo de teste)
- 1981-02-26 (S.Florentin e Sathonay) : 380 Km/h (TGV)
- 1988-05-01 (Hannover-Wurzburg) : 406,9 Km/h (ICE)
- 1990-05-18 (Vendôme-Tours) : 515,3 Km/h (TGV)

O mais longo e mais pesado comboio de mercadorias circulou na África do Sul (Sishen-Saldanha) em 1989-08-26/27. O comboio tinha 7,3 Km e pesava 69 393



# O rigor na concepção e nos projectos fala por nós.

***Mais do que areia e cimento uma grande obra assenta numa combinação sólida, num trabalho com nível.***

***Da experiência de duas grandes empresas construimos a Somague Engenharia, dando continuidade a um negócio tradicional: Obras Públicas e Construção Civil.***

***Criamos continuamente os alicerces para pôr de pé novos projectos e poder oferecer um serviço de engenharia global - obras de qualidade que perdurem.***

**SOMAGUE**
ENGENHARIA

***Tradição de Construir o Futuro.***

GRUPO SOMAGUE

toneladas excluindo locomotivas. A tracção era assegurada por nove locomotivas eléctricas e sete diesel eléctricas.

O mais nefasto acidente ferroviário do mundo ocorreu em Saint-Michel-de-Maurienne (França) com um comboio militar italiano em 1917-12-12 tendo provocado 543 mortos.

Recordemos agora alguns dos comboios que fizeram história.

1. O Imperador Napoleão III de França dotou este País de uma boa rede de caminhos de ferro tentando recuperar o atraso que a França tinha em relação ao País pioneiro - a Grã Bretanha. Uma lei de 1842 (11 de Julho), para dinamizar a construção de novas linhas, fixou as tarefas do Estado (infraestruturas, movimentação de terras , obras e estações) e das Companhias (superestruturas, assentamento da via e fornecimento do material circulante).
   Em 1864 o comboio imperial, composto por uma locomotiva «Crampton», um furgão, três carruagens de 1ª. Classe, uma carruagem de luxo, com sofá-cama, para o Imperador, colocada a meio do comboio, seguida de algumas outras carruagens também de 1ª. Classe, todas elas dotadas de toillettes, partiu de Marselha rumo a Paris. Um percurso de 862 Km foi feito à velocidade média de 100 Km/h, tendo a velocidade máxima frequentemente ultrapassado os 120 Km/h. Essa memorável ligação ferroviária só viria a ter os padrões comerciais, então conseguidos, por volta de 1930.

2. A ligação ferroviária entre Londres e Edimburgo foi das mais concorridas e elegantes do fim do século passado. Os comboios «single drivers» da «London and North Eastern Railway» fixeram sucesso. O Expresso da Escócia de 1900 com a sua total harmonia e elegância, desde a locomotiva inclusivé à última carruagem, tudo no tom cor de vinho, era bem o símbolo da opulência ferroviária do fim da era victoriana. A concorrência entre as múltiplas Empresas ferroviárias que operavam contribuiu para o aumento das perfomances conseguidas. A «single driver» é sobretudo uma locomotiva de velocidade da época victoriana dotada de rodas livres movidas por bielas acopladas às rodas motrizes. Todas as tardes partiam de Londres às 20 horas dois comboios para Edimburgo. Um partia de Euston e seguindo pela costa Oeste chegava às 7 h 35 m. O outro, pertencente a outra Companhia, partia de Kings Cross e seguia pela costa Leste chegando às 7 h 50 m. Faziam uma velocidade média de, respectivamente, 97,1 e 96,5 Km/h.

3. O Oriente Expresso foi (e é ainda!) um dos comboios mais famosos do mundo, conhecido como o « rei dos comboios »e « o comboio dos reis ». Foi um comboio de sonho que transportou gente poderosa, famosa, fantástica e de toda a espécie, detentora de recursos lícitos e ilícitos.
   George Pulman, nascido em Nova Yorque , inventou o luxo e o grande conforto sobre carris. Não somente na decoração interior mas também na qualidade do rolamento e da suspensão das carruagens.

   Nagelmackers, um belga, fundou em 1876 a Companhia Internacional dos «Wagons-Lits» que veio a introduzir (e a melhorar) na Europa (e na Ásia) formas e padrões de qualidade que Pulman aplicara na América. As carruagens cama e as carruagens restaurante, luxuosamente equipadas e utilizadas por gente requintada transformaram-se na imagem de marca dos comboios expresso explorados pela «Wagons-Lits».

   O Oriente Expresso inicia-se em 1883 entre Paris e Constantinopla, seguindo por Munique, Viena, Budapeste, Tenesvar, Bucareste e Varna, no mar Negro, e daqui por barco até Constantinopla. Tinha apenas duas carruagens-cama, um restaurante e dois furgões. Demorava 80 horas.

   Em 1889, com a abertura de uma nova linha entre Budapeste e Constantinopla, passando por Nis e Sofia, o Oriente Expresso passou a seguir este itinerário e a viagem passou para 68 horas.
   Entre 1914 e 1919 o Oriente Expresso foi suspenso por causa da Guerra. Em 1919 funcionou como «Comboio de Luxo, Militar».
   Os vencedores da Guerra fizeram com que o velho comboio, rebaptizado de «Simplon-Orient-Express», evitasse as linhas alemãs e tivesse o seguinte itinerário: Londres, Calais, Paris, Vallorbe, Lausanne, le Simplon, Milão, Veneza, Trieste, Ljubljana, Zagrebe e a seguir com dois ramos, um por Bucareste para Odessa, e outro para Atenas e Constantinopla.

   Em 1930 demoravam-se 57 horas de Paris a Constantinopla. Nesse ano foi criado o «Taurus-Express» que fazia a viagem entre Constantinopla e o Cairo, seguindo por Beirute e Damasco. Ulteriormente o «Taurus-Express» seguiu por Tehéram, Bagdad até Bombaim.
   Durante a 2ª. Guerra o Oriente Express é recriado pela Alemanha para as viagens da sua élite entre Berlim e os Balkans.

   Só em 1948 o Oriente Express retomou o seu itinerário, tendo sido suspenso em 1977 e passando na década de 80 a circular diariamente.

   A glória do Oriente-Express foi seguramente antes de 1914 na « Belle Époque ».

4. O Sud-Express foi um dos comboios que mais marcou a história dos caminhos de ferro durante um século. No pensamento do Nagelmakers ele fazia parte de um projecto denominado «Nord-Sud-

Express» que ligaria S. Petersburgo a Lisboa. O Governo da Prússia não o permitiu, porém. Foi em 1886-05-01 que a «Wagons-Lits» assinou com a «Companhia Real dos Caminhos de Ferro Portugueses» um contrato para a criação de um serviço bisemanal Lisboa-Porto (que passou a diário e se tornou no quarto dos grandes expressos da Wagons-Lits) e para a ligação semanal Lisboa-Paris pelo «Sud-Express».

A viagem inaugural partiu de Calais em 1887-10-21, chegou a Madrid a 23 ( perdeu 24 horas na fronteira franco-espanhola) e chegou a Lisboa ainda a 23. No dia 25 verificou-se o regresso de Lisboa, tendo viajado por Sevilha, Granada, Córdova e Madrid, para chegar a Paris em 1887-11-03.

O serviço comercial iniciou-se, em Lisboa, a 4 de Novembro de 1887. Compunham o comboio três carruagens-cama, um restaurante e um furgão em cada extremo da composição. O itinerário era feito pelo ramal de Cáceres.

Só em 1895-05-01 o «Sud» passou a circular pela Beira Alta (apesar de a ligação o permitir desde o início e representar menos 196 Km). Então passou a haver dois «Sud-Express» : o Sud Português que partia de Paris às quartas e sábados e o Sud Espanhol que saia às segundas e sextas feiras. (O Sud-Express passara, seis meses após a sua criação, a bisemanal e em 1890-07-01 a trisemanal). Em Medina del Campo o Sud Português tinha correspondência com Madrid e o Sud Espanhol possuia correspondência com Lisboa (incorporando ou desengatando parte do seu material circulante). O Sud era um comboio luxuoso e foi o primeiro comboio do Continente europeu a incorporar carruagens Pullman (1926) e o último a conservá-las (até 1971). Durante a guerra civil de Espanha a sua circulação foi interrompida e só retomada em 1937 para Lisboa e em 1939 para Madrid.

Durante longo tempo a viagem Lisboa-Paris demorou pouco mais de 24 horas. Na sua época de glória ele foi o veículo que alimentou a inspiração cultural e política das elites portuguesas. No início, ao assegurar a correspondência com os Vapores das carreiras de África, transportava homens de negócios a caminho do Continente Negro. Durante todo o tempo foi meio de turismo e de lazer. Na última fase apoiou o transporte dos emigrantes portugueses ( e de suas famílias ) com a França e o centro da Europa.

5. O comboio azul « Le Train Bleu », assim apelidado pela cor exterior das suas carruagens, ostentada a partir de 1922, foi criado em 1883 com a designação de «Calais-Nice-Rome-Express». Era um comboio luxuoso que beneficiava dos serviços da «Wagons-Lits» e estabelecia a ligação com a «Côte d´Azur».

Em 1889 foi desdobrado no « Calais-Rome-Express» e no «Calais-Méditerranée-Express». Foi deste último que nasceu « Le Train Bleu ». Outros comboios requintados transportaram a burguesia para o paraíso turístico do Sul da França. Entre eles o «Riviera-Express» ligando Berlim a Nice e Cannes durante a noite e o «Saint-Pétersbourg-Vienne-Nice-Cannes-Express» que percorria 3 400 Km à velocidade média de 55 Km/h ligando a Rússia à «Côte d´Azur».

Foi o comboio azul quem mais incrementou o sucesso da Riviera francesa e lhe mudou o nome para «Côte d´Azur».

Entre os «habitués» do comboio azul contam-se Leopoldo III da Bélgica, a rainha Victória de Inglaterra, o rei Gustavo VI da Suécia, Eduardo VII da Inglaterra, o presidente da França Poincaré, Winston Churchill, Ernest Hemingway, Arthur Rubinstein, Andres Segovia, Coco Chanel , André Citroen, Brigitte Bardot, Gary Cooper, etc.

A partir de 1929, além das normais carruagens cama de luxo, das carruagens salão Pullman e das sumptuosas carruagens restaurante o comboio azul passou a incorporar uma carraugem designada por LX que passou a oferecer o maior espaço individual por cada passageiro da história dos caminhos de ferro.
Por volta do fim do século XIX a viagem Calais-Nice demorava 24 h e Paris-Nice 15 h e 30 m. Por essa época a velocidade média era de cerca de 90 Km/h e a velocidade máxima ultrapassava os 120 Km/h.

6. Os caminhos de ferro americanos viveram o seu período de ouro na primeira metade do século XX. Uma forte concorrência e uma enorme procura geraram serviços de excepcional qualidade. A ligação Nova Iorque-Chicago foi das mais notáveis. O comboio «Broadway Limited» e o comboio «Twentieth Century Limited» pertencentes a duas Companhias concorrentes disputaram essa ligação. O «Century», o que fez maior sucesso, comportava um furgão para bagagens e correio, uma carruagem bar, duas carruagens com 17 compartimentos-cama, espaçosos como os quartos de um hotel, duas carruagens salão, duas carruagens cama de 10 «roomettes», uma com 13 pequenos compartimentos cama duplos e por fim uma carruagem salão oval de observação da via/paisagem.

Os dois comboios partiam à mesma hora, percorriam inicialmente longos troços, lado a lado, em via quádrupla, para depois se separarem seguindo o «Broadway» 907 milhas pelas montanhas e o «Century» 961,2 milhas pela linha de água contornando os grandes lagos americanos.

As locomotivas a vapor «J3a», que rebocavam a «Century» nos anos 30, atingiam velocidades máximas superiores a 150 Km/h e permitiam que a liga-

ção Nova Iorque-Chicago se fizesse em 16 horas. Hoje essa ligação em tracção diesel demora cerca de 19 h e 30 m.

7. O transiberiano ou o comboio de todas as Rússias foi um dos mais famosos e o mais extenso do mundo ligando Moscovo a Vladivostok. Até 1905, altura da guerra russo-japonesa, havia realmente dois comboios um a Ocidente do lago Baïkal (linha Cisbaïkal) e outro a Oriente desse lago (linha Transbaïkal + linha do leste chinês + linha transmanchuriana) enlaçados por dois barcos glaciares que transportavam as próprias carruagens. Nesse ano foi construída uma junção de 277 Km contornando o lago.

   Esta longa ligação foi concebida e construída de acordo com apertados critérios de economia e de austeridade. A clientela é igualmente modesta, emigrante ou assalariada.

   Até ao início da 2ª. Guerra Mundial a «Wagons- Lits» ainda manteve, sem grande sucesso, um «Transsibérien-Express» entre Moscovo e Vladivostok que circulava uma vez por semana e que concorria com dois transiberianos do Estado russo, que ligavam São Pétersbourg com Vladivostok ( também uma vez por semana, cada um ). De Moscovo a Vladivostok demorava-se cerca de 10 dias. A União Soviética foi mantendo esta ligação onde foi introduzindo algum modernismo procurando tirar algum partido do turismo. Esta longa linha é hoje totalmente electrificada e em via dupla.

8. O «Shin Kansen» e o «TGV» são os grandes comboios contemporâneos que mais recentemente marcaram a história dos caminhos de ferro.

   No Japão, a pretexto dos jogos Olímpicos de 1964, quando por todo o mundo o comboio soçobrava face ao automóvel, decidiu construir uma linha nova com 515 Km, em via dupla standard electrificada, comportando 65 Km de túneis, 18 Km de pontes, 45 Km de viadutos e com raios de curva superiores a 2,5 Km. Ao mesmo tempo concebeu e construiu novo material circulante de alta velocidade. O comboio foi previsto para a velocidade máxima de 240 Km/h, velocidade média de 210 Km/h, para cobrir o percurso Tokyo-Osaka em 3h e 10 m . Os comboios mais rápidos, designados por Hikari, (cerca de 30) com paragens apenas em Nagoya e Kyoto, fazem a ligação Tokyo-Osaka no tempo previsto, circulando a todas as horas ( e a todos os 20 minutos nas horas de ponta). Os menos rápidos, designados por Kodama, partem todas as meias horas de Osaka e de Tokyio e têm paragens em 10 estações do percuro. O Japão construiu entretanto outras linhas e lançou novos comboios com perfomances melhores mas o Shin Kansen iniciou em 1964 uma nova época para os caminhos de ferro.

   A França, por seu lado, iniciou, na década de 70, a construção de uma linha nova de alta velocidade Paris-Lyon que ficou concluída em 1983 e abriu parcialmente à circulação em 1981.

   Essa Linha tem uma concepção nova, com declives bastante superiores ao normal (até 3%), e com material circulante igualmente de concepção nova. O novo comboio TGV conseguiu a velocidade de 380 Km/h no dia 26 de Fev. de 1981. Aberta à circulação, a primeira parte da nova linha, em Setembro de 1981, rapidamente se transformou num grande êxito comercial. Outras linhas e outros comboios TGV foram entretanto lançados desenhando a nova rede ferroviária da Europa que tem por centro a cidade da luz.

## Perscrutando os caminhos do futuro

Na segunda metade do século XX o transporte ferroviário foi vencido pelos novos modos de transporte em muitas das áreas que tinham feito a sua glória no século XIX e na primeira metade do presente século. As últimas décadas foram marcadas, um pouco por todo o lado, pelo encerramento de grande parte das linhas férreas e dos serviços ferroviários. É um processo que está muito longe de estar concluído. A luta travada pelos saudosistas do velho caminho de ferro e por uma legião de conservadores da política ferroviária está inexoravelmente condenada ao fracasso. Muitas velhas linhas e ramais ferroviários fecharão ainda.
Porém serviços houve que se revitalizaram e ganharam uma nova dimensão fazendo a sua imprescindibilidade e o seu progresso irrecusáveis :

- O transporte ferroviário suburbano nas grandes concentrações demográficas;
- O transporte de grandes massas de mercadorias de longo curso.

Em duas outras vertentes o transporte ferroviário renasceu das cinzas e criou raízes que o projectam para os próximos séculos :

- O transporte ferroviário de alta velocidade;
- O transporte ferroviário urbano ligeiro.

Pelo meio o metro convencional continuou a sua lenta caminhada resolvendo a carência de transporte urbano nas ligações mais densas interiores às grandes metrópoles.
São estas as cinco áreas vocacionais do transporte ferroviário do futuro. Novas soluções tecnológicas surgirão tais como a já experimentada levitação magnética e maior automação será introduzida.
A ocupação excessiva do solo por parte do transporte rodoviário, a sua poluição química, o seu ruído, a sua sinistralidade e o congestionamento crescente das artérias urbanas e suburbanas conferirão prioridade ao transporte ferroviário.




A internalização dos custos externos em cada modo de transporte será uma realidade no início do próximo século e favorecerá o transporte ferroviário. Só assim haverá equidade e opções económicas acertadas.

O transporte público deverá passar a ser um empreendimento exclusivamente privado. O Estado limitar-se-á a regular e ordenar o transporte e a financiar (parcialmente) as infraestruturas.

A construção das infraestruturas e a exploração dos transportes ferroviários suburbanos, de mercadorias, de alta velocidade, de metro ligeiro e de metro convencional competirão à iniciativa privada, devendo a sua exploração ser totalmente suportada pelas receitas tarifárias e não mais pelos contribuintes em geral.

Uma nova rede de alta velocidade rasgará a velha Europa unindo todas as suas metrópoles, incluindo o Porto e o litoral luso galaico e Lisboa e o litoral luso andaluz.
Nas principais cidades, incluindo as da Área Metropolitana de Lisboa, continuarão a ser instalados sistemas de metro ligeiro bem articulados com os outros modos de transporte, seguindo o exemplo do Porto e da Margem Sul do Tejo.
Nessas cidades a utilização do transporte público por todas as camadas sociais passará a ser uma condição inelutável para a própria qualidade de vida.

A harmonização técnica e a standardização dos diferentes sistemas ferroviários têm que ser conseguidos nas próximas décadas sem o que a sua sobrevivência será muito difícil (uma só bitola, um único sistema de alimentação de energia, compatiblidade total dos sistemas de sinalização, controlo de velocidade, apoio à exploração, etc.).

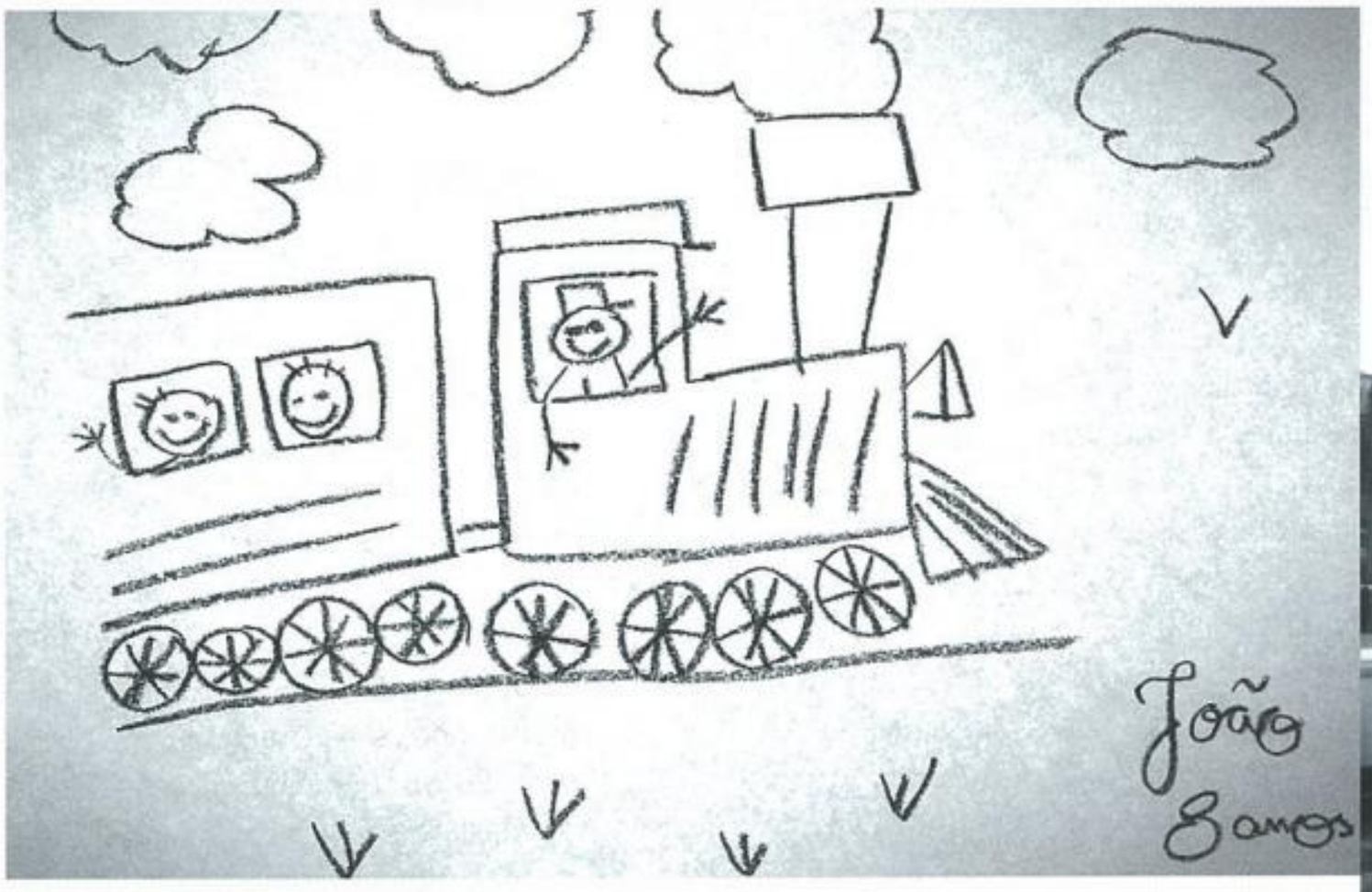
A Europa tem que fazer um esforço de síntese na concepção, fabrico e comercialização do material circulante. Fará sentido manter o TGV e o ICE, o X 2000 e o Pendulino, etc ou concentrar todos os esforços num único produto de cada tipo ?

A gestão integrada das componentes de cada serviço, numa perspectiva global e multimodal, será concretizada.
A população de Portugal e da Europa, estabilizada em valores muito próximos dos actuais em termos demográficos, tenderá, por força das novas exigências de qualidade de vida, a distribuir-se mais uniformemente pelo território, o que por si só gerará mais viagens. Por outro lado o crescimento dos tempos livres e de férias e a diminuição do período de vida profissional activa favorecerá maior número de viagens e o incremento da procura dos sistemas ferroviários urbanos e suburbanos e dos comboios de alta velocidade.

O impacte externo do transporte rodoviário de mercadorias tornará cada vez mais intolerável para o cidadão comum e para os Governos a manutenção dos seus actuais níveis, o que, associado à necessária revolução na harmonia e na gestão do transporte ferroviário, encaminharão essa necessidade de transporte para o caminho de ferro.

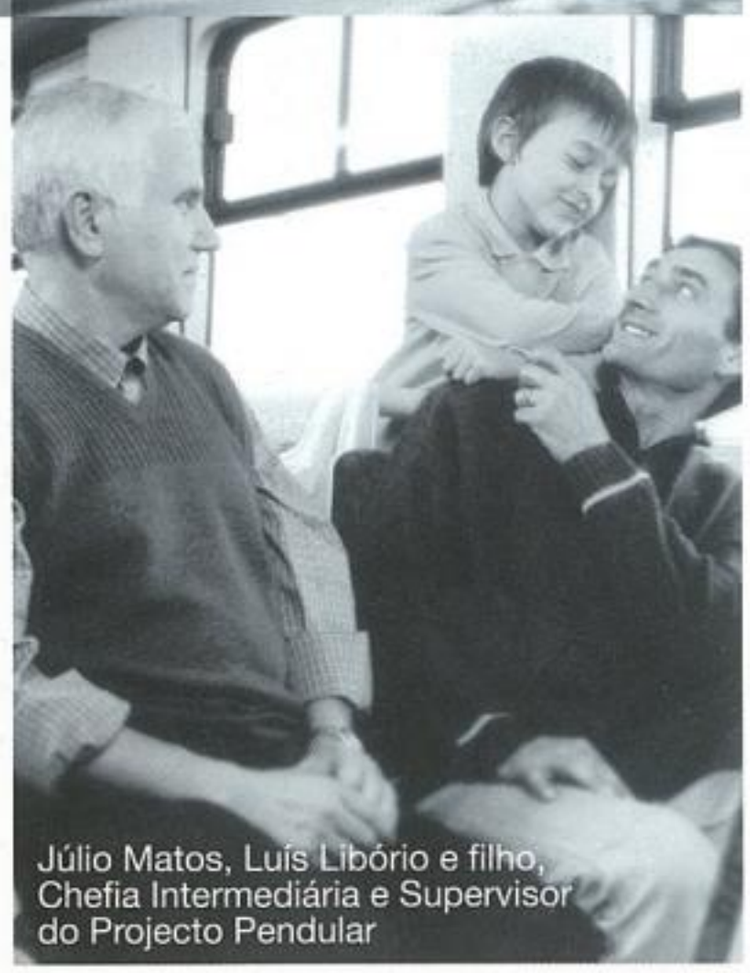
O transporte ferroviário tem, pois, importantes missões a realizar no próximo milénio. Mas, em Portugal, não podemos, por muito mais tempo, continuar a viver da cultura técnica do Estado Novo.
Os recentes processos de preparação das decisões sobre o novo Aeroporto e sobre a nova rede de Alta Velocidade ilustram bem a mediocridade que continua a imperar em Portugal.
Não seremos capazes de desenvolver o conhecimento e construir um futuro melhor?

# Mais um filho de um dos nossos colaboradores a seguir as pisadas do pai.





CP Sintra


Júlio Matos, Luís Libório e filho, Chefia Intermediária e Supervisor do Projecto Pendular

É verdade que os comboios fazem parte da vida dos nossos colaboradores. Mas é mais correcto dizer que fazem parte da vida de todos os portugueses. Há 57 anos que projectamos e produzimos comboios para o nosso país, procurando sempre as melhores soluções para os operadores nacionais. Por essa razão, Portugal tem o melhor que se faz na indústria ferroviária mundial, como é o caso dos novos comboios da CP, o Metro de Lisboa e, em breve, o Metro do Porto. Não é de admirar que os nossos colaboradores utilizem, diariamente, os comboios que ajudam a projectar e produzir. Ninguém melhor do que eles sabe o quanto temos contribuído para o desenvolvimento do transporte ferroviário. E, mais importante ainda, do nosso país.

Adtranz Portugal - www.adtranz.com

ADtranz
DaimlerChrysler Rail Systems

# SOBRE OS 40 ANOS DE HISTÓRIA DO METROPOLITANO DE LISBOA, ESCREVEMOS TAMBÉM PARTE DA NOSSA HISTÓRIA

**SOMAFEL S.A.**

**INSTALAÇÃO DA SUPERESTRUTURA DE VIA EM:**

1963 RESTAURADORES - ROSSIO

1966 ROSSIO - ANJOS

1972 ANJOS - ALVALADE

1988 SETE RIOS - COLÉGIO MILITAR (LUZ)
ENTRECAMPOS - CIDADE UNIVERSITÁRIA

1993 CIDADE UNIVERSITÁRIA - CAMPO GRANDE
ALVALADE - CALVANAS - CAMPO GRANDE

1994 PARQUE DE MATERIAL E OFICINAS II

1995 DESCONEXÃO DO NÓ DA ROTUNDA

1997 PARQUE DE MATERIAL E OFICINAS III

1998 ALAMEDA - CHELAS
CHELAS - GARE DO ORIENTE

SOMAFEL
Engenharia e Obras Ferroviárias, SA

Av. da República, nº 42 - 3º, 4º e 5º • 1069-207 LISBOA • Tel: 21 799 03 30 Fax: 21 795 10 38
e-mail: geral@somafel.pt