

## TRANSPORTE URBANO

A preocupação de diversos setores governamentais, no planejamento e reorganização dos transportes urbanos, em cidades de grande e médio porte, conduziu a THEMAG também para esta área de engenharia de transportes, tendo sido desenvolvidos diversos estudos e serviços neste setor:

Serviços realizados:

- Elaboração do Manual de Avaliação de Projetos em Corredores de Transporte, versando sobre a análise "ex-ante" e "ex-post" dos efeitos de intervenções em corredores de ônibus para a EBTU. Este trabalho teve como função propiciar uma metodologia que permitisse a avaliação precisa dos benefícios obtidos num corredor de transporte, após determinada intervenção de melhoria, tanto no que se refere a infra-estrutura quanto à operação do sistema;
- Cooperação no Projeto AGLURB - Baixada Santista (Coordenação DERSA), através dos estudos e anteprojetos das seguintes obras:
  - . Estação de subúrbio da RFFSA, localizada no Jardim Casqueiro;
  - . Terminal hidroviário de Santos constituído por estação em dois pavimentos, sobre flutuantes;
  - . Duplicação da Avenida Bandeirantes entre Santos e Cubatão;
  - . Nova ligação entre Santos e São Vicente, através de túnel, sob o morro do Marapé.
- Elaboração dos Termos de Referência do Manual de Custos Operacionais dos Transportes Urbanos e do Manual de Manutenção da Infra-estrutura dos Transportes Urbanos;
- Estudos preliminares de viabilidade da ligação entre Santos e Guarujá, através de ponte ou túnel, abrangendo estudo de tráfego da região, para a DERSA;
- Anteprojeto, projeto final e projeto funcional, para o DNER, da ligação sul da BR-116 com o Anel Rodoviário de São Paulo, com extensão de 16 km. Essa ligação apresenta características próprias de via expressa urbana com controle total de acessos.
- Estudo para implantação de um Sistema Integrado de Transporte Coletivo na Região Metropolitana de Salvador - Bahia, baseado em um sistema-tronco de transporte de massa operando em vias segregadas (trólebus ou VLT);
- Análise, em conjunto com a equipe técnica da Prefeitura de Brasília, com vistas a implantação de trólebus para a ligação Taguatinga - Plano Piloto;
- Estudos e projeto básico da Via Expressa Sumaré, integrante do plano de vias expressas de São Paulo. Trata-se de rodovia urbana, com controle total de acesso, constituída de duas pistas, com quatro faixas de tráfego cada uma. Os

estudos foram desenvolvidos para a Prefeitura do Município de São Paulo - Secretaria de Transportes;

- Em 1990 a THEMAG participou dos estudos preliminares para viabilidade técnica de implantação de sistema MAGNETBAHN - transporte ferroviário por levitação magnética, com vistas a sua implantação em São Paulo, como linhas alimentadoras e complementares do Metrô.

### **- METRÔ/SP - Linha 03**

A THEMAG vem colaborando, na implantação do METRÔ da cidade de São Paulo, participando do projeto das estações e dos túneis de interligação entre as mesmas e dos projetos dos sistemas elétricos.

Com participação efetiva, no tramo leste da linha Leste-Oeste, a THEMAG desenvolveu o projeto final de engenharia das seguintes estações:

- . Bresser
- . Belém
- . Carrão
- . Penha
- . Vila Matilde
- . Rincão
- . Patriarca
- . Arthur Alvim

A característica principal desse trecho é desenvolver-se, na sua grande parte, em superfície, ao longo do corredor formado pelos trilhos da RFFSA e pela Av. Radial Leste. Dessa forma, grande ênfase foi dada às características arquitetônicas que, através de uma perfeita combinação de linhas arrojadas com a parte funcional e operacional, possibilitou a integração harmônica do novo sistema ao ambiente local.

Através de minucioso planejamento, conseguiu-se com grande sucesso a redução, a níveis mínimos, da interferência das obras com o sistema viário local e com a ferrovia ali existente.

A concepção arquitetônica peculiar e a complexidade das considerações de carregamentos ocasionados pelos trens do METRÔ, que trafegam sobre as estruturas portantes dos edifícios das estações, exigiram o desenvolvimento de cálculos interativos entre a infra e a superestrutura, utilizando-se as mais novas técnicas de cálculo, através de modernos programas computacionais.

## **- METRÔ/SP – Linha 01 / Estação Jardim São Paulo**

Na década de 80 a THEMAG desenvolveu os Projetos básico e executivo das obras civis e de arquitetura da Estação Jardim São Paulo, Túneis Adjacentes e Terminal de Ônibus, integrantes da extensão Norte da Linha 1 – Azul, do Metrô de São Paulo, compreendendo:

- . Estação em galeria enterrada, com comprimento total de 220 m, largura variável entre 21 e 33 m, profundidade entre 12 a 16 m. Escavação em vala escorada “cut and cover”;
- . Salas Técnicas com 15 x 50 m;
- . Terminal de ônibus com 100 m de extensão e cobertura de concreto (parabolóide hiperbólico);
- . Túnel duplo Paulicéia (NATM), com 295 m de extensão e seção transversal de 71 m<sup>2</sup>. Transição para túneis singelos com 150 m de extensão e seção transversal máxima de 132 m<sup>2</sup>;
- . Túneis singelos São Paulo, com 724m de extensão e seção transversal de 19 m<sup>2</sup>.

A área de projeto de túneis é uma área na qual a THEMAG também trouxe contribuições significativas. O primeiro túnel urbano em NATM no Brasil foi projetado pela THEMAG para a SABESP - Companhia de Abastecimento de Água de São Paulo, em 1979. Os primeiros túneis para metrô no Brasil foram também projetados pela THEMAG em 1981.

O NATM representa talvez a maior evolução tecnológica no setor de construção de obras subterrâneas, desde a introdução dos sistemas de suportes metálicos. Entende-se NATM como um método onde a estabilização da cavidade de escavação é alcançada pelo alívio controlado de tensões no maciço, que passa a ser encarado como parte integrante do sistema de suporte.

Como consequência da aplicação dos conceitos do NATM, resultam invariavelmente revestimentos delgados para os túneis, com significativas vantagens econômicas quando comparado aos sistemas tradicionais.

Os túneis em NATM de baixo custo tem se mostrado viáveis quando comparados em custo com outros métodos de escavação a céu aberto, em áreas urbanas. Os problemas de trânsito e os trabalhos de relocação das instalações públicas são reduzidos a um mínimo.

A THEMAG desenvolveu projetos de vários túneis em NATM para o Metrô de São Paulo. O acompanhamento técnico e a interpretação da instrumentação durante a construção constituem parte do processo de tomada de decisão.

A alta qualidade técnica dos projetos desenvolvidos pela THEMAG tem contribuído para a redução de custos das obras de escavações subterrâneas no Brasil, normalmente elevados quando comparados com obras similares no Exterior. Como exemplo, os túneis singelos da Extensão Norte, da Linha Norte-Sul, escavados em 1986, tiveram um custo final de construção de US\$ 5.300 por metro linear. Este custo é excepcional mesmo quando comparado aos padrões europeus.

Parte deste progresso tornou-se possível pelo uso do sistema SACI, desenvolvido pela THEMAG. O SACI - "Sistema de Acompanhamento de Controle de Instrumentação" é um sistema concebido para operar em um ambiente de teleprocessamento, e que dispõe de recursos para a formação, atualização e manutenção de um banco de dados provenientes da observação instrumentada de uma obra, permitindo a consulta interativa e controlada da base de dados por usuários selecionados e a emissão de relatórios textuais e gráficos, tanto para simples visualização como impressos ou plotados.

#### **- METRÔ/SP – Linha 3 / Estação José Bonifácio**

Na década de 90 a THEMAG desenvolveu os Projetos básico e executivo das obras civis da Estação José Bonifácio, Túneis Adjacentes e Terminal de Ônibus, integrantes da Linha 3 – Vermelha. A estação elevada apresenta comprimento total de 220 m e largura de 18 m, contendo plataformas laterais de embarque e desembarque e cobertura metálica com 18 m de vão. Túnel de acesso (COHAB), com 1.150 m de extensão e seção de 80 m<sup>2</sup> (NATM) e poço de ventilação com 20 m de profundidade e 300 m<sup>2</sup> de seção.

#### **- METRÔ/SP – Linha 4 / Trecho República Luz**

Foram desenvolvidos estudos preliminares alternativos e projeto básico do sub-trecho compreendido entre as Estações República (exclusive) e Luz (inclusive) da Quarta Linha do Metrô de São Paulo, compreendendo:

- . Estação Rio Branco, subterrânea, com 100 m x 28 m e profundidade variável de 12 m a 24 m;
- . Estação Luz, subterrânea;
- . Túnel singelo República (2 x 100 m x 30 m<sup>2</sup>);
- . Túnel duplo República/Rio Branco (320 m x 100 m<sup>2</sup>);
- . Túnel Estação Rio Branco (2 x 140 m x 70 m<sup>2</sup>);
- . Túnel Rio Branco/Alfredo Issa (280 m x 70 m<sup>2</sup>);
- . Túnel Alfredo Issa/Luz (2 x 370 m x 30 m<sup>2</sup>);
- . Túnel Estação Luz (2 x 130 m x 60 m<sup>2</sup>).

#### **- METRÔ/SP - Linha 2 / Estação Vila Madalena**

Ainda na década de 90 foram desenvolvidos os Projetos básico e executivo da Estação Vila Madalena da Linha 2 – Verde, do Metrô de São Paulo, compreendendo:

- . Estação subterrânea, escavada pelo método NATM, com comprimento total de 136,0 m, largura de 19 m e altura máxima de 9,60 m;
- . Salas técnicas medindo 35 x 50 m, executadas pelo método “cut and cover” até cerca de 15 m de profundidade;
- . Terminal de Ônibus, com 4.257 m<sup>2</sup>;
- . Túneis da estação (136 m x 182,4 m<sup>2</sup>) e túneis de acesso (600 m x 28,3 m<sup>2</sup> a 63,6 m<sup>2</sup>).

#### **- PMSP/ SVP – Estrada do M’Boi Mirim**

Foram desenvolvidos para a Secretaria de Vias Públicas da Prefeitura do Município de São Paulo os Projetos básico e executivo da duplicação da Estrada do M’Boi Mirim, com três faixas de tráfego por pista sendo a faixa interna exclusiva para a circulação de ônibus, projetada conforme padrões estabelecidos pela Prefeitura para os Corredores Segregados.

#### **- METRÔ/ SP**

Projeto de terminais de ônibus para as Estações Jardim São Paulo e Vila Madalena do Metrô de São Paulo.

#### **- EMURB / PMSP**

No período de 1990 a 1995 foram desenvolvidos os Projetos básico e executivo da Avenida Água Espraiada, com 9,0 km de extensão, entre a marginal do Rio Pinheiros e a Rodovia dos Imigrantes. Foram previstas 2 pistas com 4 faixas de tráfego cada e vias marginais com 3 faixas de tráfego cada. O projeto das pistas principais foi implantado no trecho entre a Marginal do Rio Pinheiros e a Avenida Dr. Lino de Moraes Leme compreendendo ainda a construção do sistema de controle de enchentes do Água Espraiada e Dreno do Brooklin do qual fazem parte a canalização do córrego, o reservatório junto a Av. Washington Luís (Piscinão Jabaquara) com capacidade para 700 milhões de litros e Estação de Bombeamento.

#### **- PMSP/ GEPROCAV**

Projetos básico e executivo de reformulação do sistema viário no entorno da obra de recuperação de canalização do Córrego Aricanduva.

#### **- METRÔ/SP – Linha 4/ Revisão do Projeto República - Luz**

No ano 2001 a THEMAG desenvolveu para a Companhia do Metropolitano de São Paulo o Projeto Básico de Arquitetura e Engenharia do trecho compreendido entre a Estação Luz (inclusive) e estação República (exclusive) da Linha 4 – Amarela, do Metrô de São Paulo, compreendendo revisão dos documentos do projeto básico e adequação do projeto às novas diretrizes da obra através do detalhamento dos elementos de arquitetura e engenharia civil – obras provisórias de contenção de valas, obras permanentes, obras de superfície, túneis em shield e túneis em couraça.

O projeto compreendia: Poço de Ventilação 24 de Maio, Poço de Ventilação Alfredo Issa, Estação Luz, Túnel da Estação Luz com 80 m de extensão e seção de 178,00 m<sup>2</sup> (NATM), Túnel da Estação República/ Poço 24 de Maio com 90 m de extensão – túneis singelos com seção de 28,3 m<sup>2</sup> e 50 m de extensão, túnel duplo com seção transversal variável (NATM) e Túnel Estação República/ Estação Luz com 984,9 m de extensão, diâmetro de 9,38 m (SHIELD tipo EPB).

#### **- DER/SP – Recuperação de Rodovias**

Dentro do programa do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo, em convênio com o BID, para Recuperação de rodovias do Estado a THEMAG desenvolveu os projetos das rodovias SP 099 e SP 098 compreendendo trechos urbanos, quais sejam:

- . Duplicação da Rodovia SP 099 dentro da área urbana de Caraguatatuba, num trecho de aproximadamente três quilômetros, com ciclovia ao longo do trecho, passeios e três interseção inclusive a de acesso ao Terminal Rodoviário de Caraguatatuba.
- . Duplicação da Rodovia SP 098 dentro de área urbana de Mogi das Cruzes, numa extensão de 6,0 km, prevendo-se ciclovia e passeios em ambos os lados da via, paradas de ônibus e sinalização urbana.

#### **- DERSA – Rodoanel Mario Covas**

Desde janeiro 2003 a THEMAG está desenvolvendo os estudos preliminares, projeto básico e projeto executivo do Sub-trecho 01 do Trecho Sul do Rodoanel Mario Covas na Região Metropolitana de São Paulo. Trata-se de rodovia segregada, com controle total de acesso. O trecho em questão apresenta a extensão de aproximadamente 19.000 metros e compreende pista dupla com três ou quatro faixas de tráfego e interconexões de grande porte com a Via Anchieta e Rodovia dos Imigrantes.

Paralelamente ao projeto do Rodoanel estão sendo desenvolvidos os estudos preliminares referentes ao Elo Sul do Ferroanel de São Paulo.

#### - METRO/SP – Linha 4

A partir de 2004 a THEMAG está participando do Projeto Executivo da Linha 4 do Metro de São Paulo compreendendo o projeto de estações e poços de ventilação.

### METRÔ DE SÃO PAULO

#### PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS TÚNEIS ESCAVADOS EM SOLO

TÚNEL	TRECHO	ANO DE CONSTRUÇÃO	SEÇÃO (M <sup>2</sup> )	COMPRIMENTO (M)
Leste e Oeste (BA-Z)	Extensão Norte	1982	30	2 x 65
Duplo (CS-BA)	Extensão Norte	1984	72	200
Leste e Oeste (RZ-PZ)	Extensão Norte	1986	30	2 x 65
COHAB	Itaquera-Guaianazes	1989/1992	-	1.150
Jardim S. Paulo	Extensão Norte	1989/1992	30	480
Paulicéia	Extensão Norte	1989/1992	30/72	570
Vila Madalena (Estação)	Vila Prudente/ Vila Madalena	1997/1998	156	136

#### TÚNEIS EM NATM

Atividade	Linha	Seção (m <sup>2</sup> )	Comprimento (m)	Tipo de Maciço de Solo	Situação Atual
P, F, A	Norte-Sul	30	2x60	Argilas moles e rijas	Concluído em 1981 Em operação
P, F, A	Norte-Sul	80	213	Argila rija	Concluído em 1984 Em operação
P, F, A	Norte-Sul	30	2x65	Argila rija	Concluído em 1986
P, F, A	Norte-Sul	29	2x460	Argila rija e areia saturada	Concluído em 1988/89
P, F, A	Norte-Sul	71 to 132	340	Argila rija	Concluído em 1990/92
P, F, A	Norte-Sul	30	2x180	Argila rija	Concluído em 1987/92
P, F, A	Leste-Oeste	80	1116	Argila rija e areia	Em construção
P	Paulista-Pari	80	580	Areia e argilas	Em projeto
P	Paulista-Pari	30	2x450	Areia e argilas	Em projeto

P - Projeto Preliminar

F - Projeto Final

A - Acompanhamento técnico durante a construção.

## METRÔ DE SÃO PAULO

### CARACTERÍSTICAS DAS ESTAÇÕES

	BRESSER	BELÉM	CARRÃO	PENHA	VILA MATILDE	RINCÃO	PATRIARCA	ARTUR ALVIM
<b>ÁREAS (M<sup>2</sup>)</b>								
Plataforma	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.800
Mezanino	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	2.000	2.100
Salas técnicas	850	850	850	850	850	850	850	810
Salas operacionais	380	380	380	380	380	380	380	180
Acessos	1.800	1.500	2.100	2.100	2.100	1.600	1.700	2.000
Terminais de ônibus	4.700	5.700	8.400	8.400	6.500	--	1.900	5.200
Sanitários Públicos	80	140	140	140	80	80	80	80
Capacidade passageiros/ hora pico	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
<b>Equipamentos</b>								
Escadas rolantes	6	10	8	8	8	4	4	4
Bloqueios do Metrô	16	16	16	16	16	16	16	12
Bilheterias do Metrô	2	2	2	2	2	2	2	2
Elevadores	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Plataformas</b>								
METRÔ: Lateral Central	1	1	1	1	1	1	1	1
FERROVIA: Lateral Central	1							
<b>ÁREAS (M<sup>2</sup>)</b>								
Plataforma		2.800	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800	
Mezanino		1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	2.100	
Salas técnicas		850	850	850	850	850	1.850	
Salas operacionais		380	380	380	380	380	580	
Terminal de ônibus		2.000	---	---	---	---	4.200	