

2ND ANNUAL LATIN AMERICA RAILWAY EXPANSION SUMMIT

**“High Technology Development
in the São Paulo Urban Rail Transport System”**

**“Desenvolvimento Tecnológico
no Transporte Metroferroviário de São Paulo”**

Eng^o Pedro Machado – Presidente da AEAMESP

***Eng^o Peter Alouche – Conselheiro da AEAMESP
& Consultor Técnico***

O Papel da AEAMESP

- A AEAMESP é uma Associação de Engenheiros e Arquitetos que trabalham com metrô e ferrovias. Possui mais de 430 membros**
- Defende investimentos em metrô e ferrovias**
- Promove e qualifica tecnicamente seus associados.**
- Organiza a SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA – Congresso Anual com 23 edições – o mais importante evento ferroviário brasileiro com mais de 3.700 participantes**
- Possui acervo com mais de 1.000 trabalhos técnicos sobre metrô e ferrovias. Exemplo de trabalho colaborativo!**



Cerimônia de abertura 23ª Semana de Tecnologia Metroferroviária

Auditório principal da 23ª Semana de Tecnologia Metroferroviária





**DESAFIOS PARA O TRANSPORTE PÚBLICO
DA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO**

DESAFIOS PARA O TRANSPORTE PÚBLICO DA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO

- **Transporte público de qualidade permeando toda a Cidade**
- **Mobilidade para todos: idosos e com dificuldades de locomoção**
- **Tarifa acessível a todos**
- **Reduzir a violência e o número de acidentes no tráfego**
- **Consciência ecológica: Energia, Meio Ambiente (poluição, saúde pública)**
- **Garantir a circulação de pedestres e bicicletas**
- **Reduzir o número de acidentes no tráfego**
- **Melhorar a segurança pública reduzindo a violência**
- **Diminuir os custos diretos e indiretos dos deslocamentos**
- **Gerar efeitos positivos na competitividade da cidade**
- **Tornar as Cidades sustentáveis: este é “o desafio”**

Peter Alouche



DADOS GERAIS DO METRÔ DE SÃO PAULO

Mapa do Transporte Metropolitano

Metropolitan Transport Network

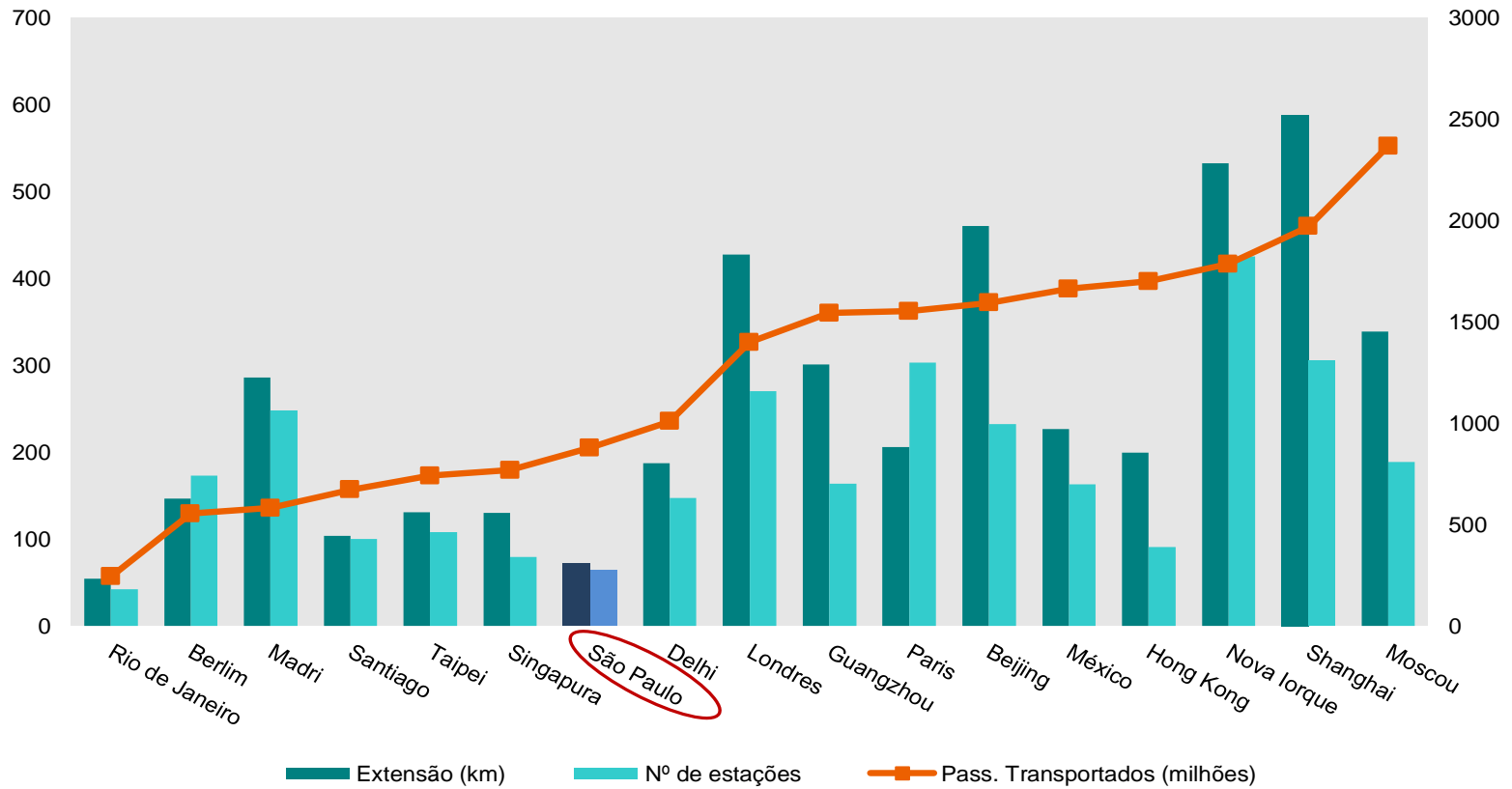


DADOS GERAIS DO METRÔ DE SÃO PAULO

- 89,8 quilômetros
- 6 linhas (com Linha 4 e linha 15 - monotrilho)
- 79 estações.
- Transporta quase 5 milhões de pass/dia
- 1 bilhão e 295 milhões pass/ano
- A Companhia do Metrô opera 5 das 6 linhas Transporte diário de cerca de 4 milhões de pass/dia
- A ViaQuatro opera a Linha 4 do metrô, com 8,9 km, automatizada transporta 780 mil pass/ dia.



Extensão da rede, Número de estações e Passageiros transportados





**COMPLEXIDADE DE UM PROJETO
DE UMA LINHA DE METRÔ**

PORQUE UM PROJETO DE UMA LINHA DE METRÔ É TÃO COMPLEXO ?

- PROJETO COM MULTIPLICIDADE DE ATORES E AGENTES ENVOLVIDOS
- PROJETO AMPLO POR SUA DIMENSÃO E VIDA ÚTIL
- PROJETO COMPLEXO NA SUA CONCEPÇÃO
- PROJETO DIFÍCIL NO SEU FINANCIAMENTO
- PROJETO RÍGIDO NAS SUAS NORMAS E ASPECTOS DE SEGURANÇA
- PROJETO COMPLEXO NA SUA ENGENHARIA CIVIL E NA SUA IMPLANTAÇÃO
- PROJETO SOFISTICADO NO SEU MATERIAL RODANTE E SISTEMAS FIXOS
- GRANDES AVANÇOS TECNOLÓGICOS NOS SISTEMAS E EQUIPAMENTOS



Peter Alouche

PROJETO DIFÍCIL NA SUA OPERAÇÃO

- **Demanda variável, com picos acentuados**
- **Comportamento dos usuários imprevisível**
- **Qualidade do Serviço exigida**
- **Disponibilidade, Segurança, Confiabilidade, Conforto**
- **Interferências operacionais (internos e externos ao sistema)**
- **Vandalismo e invasão da via**
- **Impacto operacional em condições climáticas variáveis**
- **Gestão de incidentes (com agentes internos e externos)**
- **Gestão de catástrofe - Decisões rápidas têm que ser tomadas**



Peter Alouche

PROJETO MINUCIOSO NA SUA MANUTENÇÃO

- **Ativos espalhados, difíceis de alcançar e manter**
- **Oficinas centrais e Postos de trabalho ao longo da linha**
- **Equipamentos diversos e especializados com vida útil muito diversa**
- **A diversidade dos componentes com evolução constante**
- **Manutenção preventiva e corretiva**
- **Manutenção durante e fora das horas operacionais**
- **Incidentes de origem externa (Emergências, greves e Interrupções)**



Peter Alouche

PROPRIEDADES LIGADAS À GARANTIA OPERACIONAL - RAMSI

- **(R) Reliability – Confiabilidade** : Corresponde à continuidade do serviço
- **(A) Availability – Disponibilidade** : Aptidão do sistema a fornecer o serviço para o qual foi concebido
- **(M) Maintainability – Manutibilidade** : Aptidão do sistema a ser mantido em condição operacional
- **(S) Safety – Segurança** : garantia contra acidentes operacionais
- **(I) Immunity – Imunidade** : Resistência do sistema às agressões externas



A QUESTÃO DOS CUSTOS DE CONSTRUÇÃO

Os Custos de construção dependem

- dos métodos construtivos adotados
- da importância das obras de arte
- do tamanho das estações

Englobam:

- O projeto de engenharia
- As aquisições dos terrenos (desapropriações)
- A construção da via (via em superfície, túneis, elevados, obras de arte)
- Estações, terminais, pátio de manutenção e estacionamento
- Edificações para equipamentos operacionais, centro de controle e pátio
- Reurbanização necessária (eventuais re- assentamento de moradias)



Peter Alouche

CUSTO DO MATERIAL RODANTE E DOS SISTEMAS OPERACIONAIS

- **Custo do material rodante**
- **Custo dos Equipamentos fixos**
 - **Sistema de alimentação elétrica**
 - **Sistema de sinalização**
 - **Sistema de telecomunicações**
 - **Sistema de controle centralizado e local**
 - **Sistemas auxiliares**
- **Custos da Operação**
- **Custos da Manutenção**



A Tecnologia , Ferramenta para Enfrentar os Desafios e reduzir os Custos

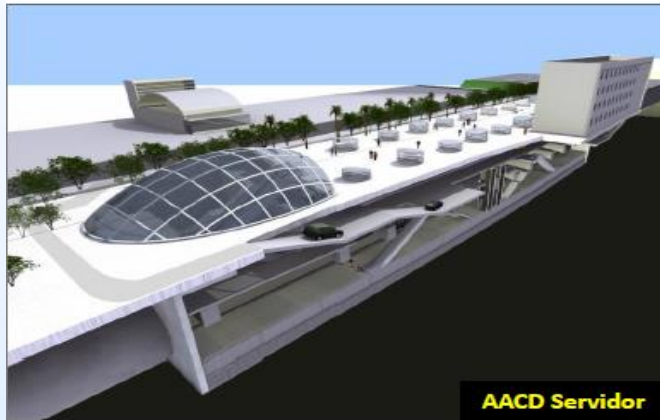
- **A tecnologia é uma das ferramentas básicas para fazer frente aos desafios urbanos e garantir um transporte sustentável**
- **A tecnologia apropriada é uma garantia para**
 - **Uma otimização dos custos**
 - **Uma boa qualidade de serviço**
 - **Uma segurança operativa e dos usuários**
- **A tecnologia tem impactos nas externalidades**
- **A tecnologia tem Impacto econômico e social e Impacto no meio ambiente**
- **O Metrô de São Paulo sempre esteve na vanguarda tecnológica, na implantação das novas linhas e na renovação das mais antigas.**



**ALGUNS EXEMPLOS DE
AVANÇOS TECNOLÓGICOS NO NA
ENGENHARIA CIVIL**

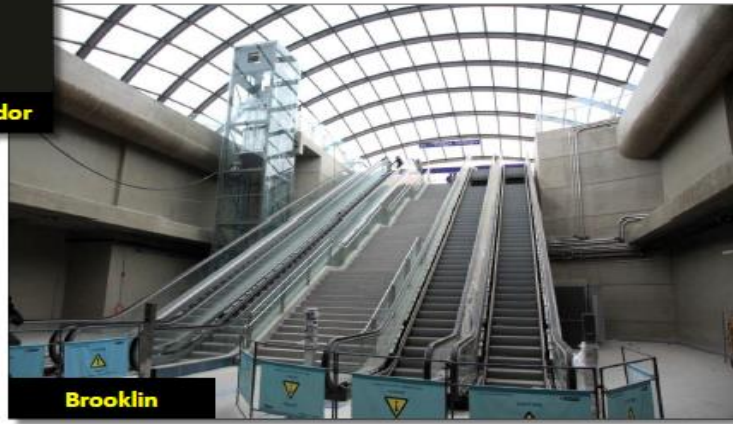
Projeto ousado das Estações com conceito ousado de Aproveitamento da iluminação e ventilação naturais

ARQUITETURA ESTAÇÕES - Linha 5



AACD Servidor

Melhor aproveitamento de
iluminação e ventilação natural



Brooklin

Execução de paredes diafragmas com Hidrofresa

HIDROFRESA – Estação Brooklin



- Utilização : maciços rochosos e materiais duros
- Minimização de desalinhamentos verticais
- Ajustes entre lamelas (evitar infiltrações de água e passivo ambiental)
- Lamelas : esp.= 1m / comp. = 34m / concreto fck = 45 Mpa



Utilização de 3 TBM (Shield) para escavação de Túneis

POÇOS MÚLTIPLOS - Brooklin



**Escavação Simultânea
(profundidade de 27 a 30m)**

- Escavação simultânea (rapidez)
- Rapidez execução das estruturas internas (lajes e pilares)
- Eliminação de tirantes
- Minimização recalques superficiais



TBM – LINHA 5



TBM - 10,6 m

Produção média de escavação = 15 m/dia



TBM – 6,9 m

Produção média de escavação = 14 m/dia (2 TBMs)

Inovação na Implantação dos Monotrilhos

Linhas 15 e 17 – Peculiaridades



Transporte, instalação e solidarização de vigas-guia (1600 vigas-guia produzidas e instaladas – 22,2 km de via dupla)

Track switch

Precisão mecânica





**AVANÇOS TECNOLÓGICOS NO METRÔ NA
AUTOMAÇÃO, ENGENHARIA DE SISTEMAS
E OPERAÇÃO**

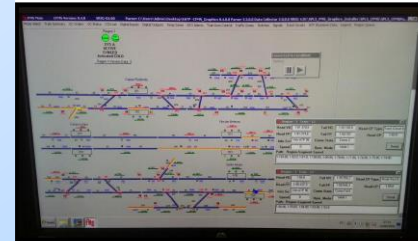
SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO

- Sinalização e controle: ATP, ATO, ATS
- Automação, em diferentes patamares STO, DTO e UTO
- Centro de Controle Operacional
- Centro de Controle de Segurança Pública
- Bilhetagem Automática
- Sistema de Apoio à Operação
- Sistema de Apoio à Manutenção



Sistema de Sinalização - CBTC

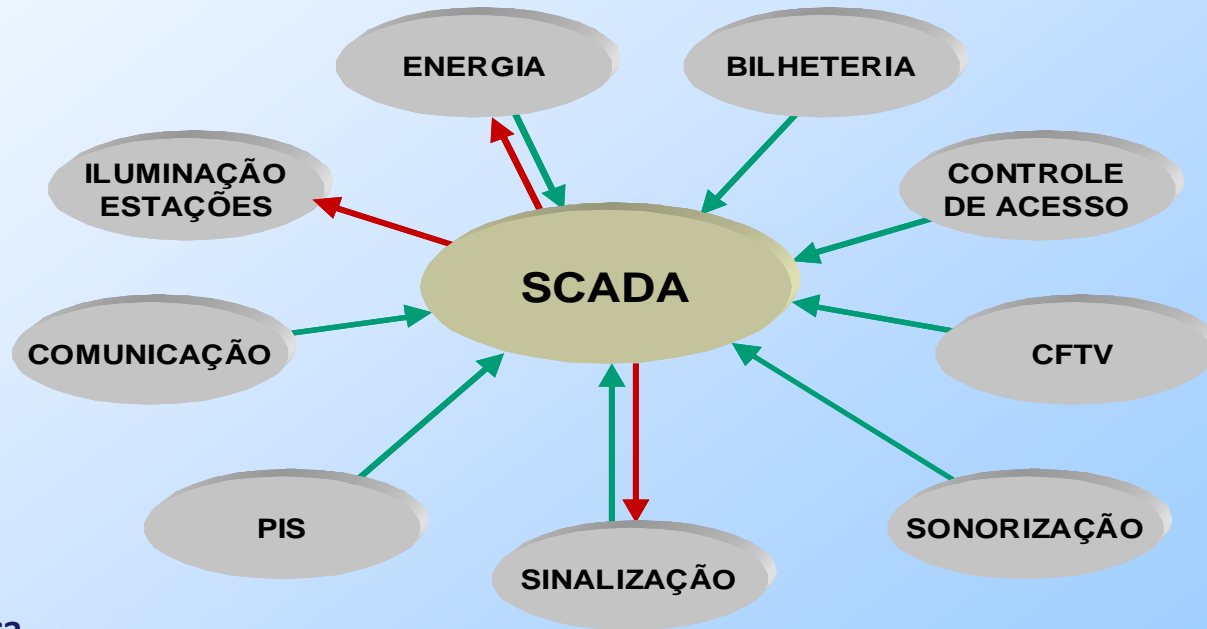
23ª FOMENTO À INOVAÇÃO TECNOLÓGICA 2017
Microferroviária



Implantação de sistema de sinalização CBTC



AVANÇOS NAS TELECOMUNICAÇÕES



- Sistema de Comunicações Fixas
- Sistema de Monitoração Eletrônica
- Sistema de Comunicações Móveis de Voz e Dados
- Sistema Multimídia
- Sistema de Supervisão e Aquisição de Dados - SCADA

LINHAS 15 e 17 – Material rodante



Linha 15

Trens UTO/Driverless
(sem operador)

54 trens p/ Linha 15
14 trens p/ Linha 17



Linha 17

AS PORTAS DE PLATAFORMAS



- Evitam queda de usuários ou objetos na via
- Evitam entrada de pessoas ou pessoas túneis
- Eliminam acidentes nas vias, incluindo suicídios
- Aumentam a proteção contra incêndio na via
- Aumentam a segurança pública nas plataformas

Peter Alouche

CENTRO DE CONTROLE DE SEGURANÇA PÚBLICA

- **Capta as ocorrências de segurança pública**
- **Utiliza tecnologias modernas de software, para análise de imagens**
- **Contato direto com Central de Operações da Polícia Militar (Copom)**
- **Contato direto com CPTM e SPTrans**
- **Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU)**
- **Central de Operações de Bombeiros (Cobom) e Guarda Civil**



CONCLUSÕES



- O Metrô de São Paulo é sem dúvida um sucesso de Implantação e Operação.
- Tornou-se um paradigma nacional e internacional de padrão de serviço, eficiência e segurança
- Este sucesso foi sem dúvida fruto de 3 fatores
 - As suas escolhas tecnológicas acertadas e adequadas
 - O bom Gerenciamento de sua implantação
 - Sua Operação eficaz e sua Manutenção rigorosa focadas no Usuário

WELCOME ABOARD!!!

 **24^a Semana de Tecnologia Metroferroviária 2018**

 **METROFERR**
LOUVE EXPERIÊNCIA

21-24 AGOSTO 2018

 **AEAMESP**
MAIS TRILHOS, MAIS DESENVOLVIMENTO.

Universidade Paulista UNIP
Rua Vergueiro, 1211 
São Paulo - Brasil





MAIS TRILHOS, MAIS DESENVOLVIMENTO.

Associação dos Engenheiros e Arquitetos de Metrô

Muito Obrigado!!!

Eng^o Peter Alouche

peter.alouche@uol.com.br

aeamesp@aeamesp.org.br

www.aeamesp.org.br