

As seguintes pessoas integraram a equipe da H-M-D que realizou este trabalho;

**Diretoria**

**Diretor do Projeto**

Carl Th. Mäkel

**Assistente do Diretor do Projeto**

Cyro de Oliveira Guimarães F.º

**Diretores Técnicos**

Ludolf Klie  
Karl Heinrich Kuckuck

**Relação dos colaboradores**

**Administração**

Nelson Gomes Teixeira  
Harald A. Achatz

**Arquitetura**

Marcelo A. Fragelli  
Flávio Marcondes  
Luiz Gonzaga de O. Camargo  
Tito Livio Frascino  
Vasco de Mello

**Comunicação Visual**

João Carlos Cauduro  
Ludovico Martino

**Desenho e Coordenação**

Peter Lipman-Wulf

**Documentação**

Karin E. I. Sommer

**Eletro-Mecânica**

Adolf Felsing  
Alfons Lemml  
David E. Kletter  
Ferdinand Wulfestieg  
Karl Grossmann  
Manfred Kalusa  
Robert Krause  
Theophil Roos

**Engenharia Civil**

Karl-Heinz Jaeger  
Albatênio de Miranda  
Friedrich Wenzel  
Friedrich Zimmermann  
Fritz Böttcher  
Hugo Pfeiffer  
José Mário C. Malta  
Luiz B. Farinha  
Mihail Mirica  
Nivaldo J. Chiossi  
Rolf Gros  
Vera Mary N. Cozzolino  
Walter Killi  
Werner Püttner  
Wolfgang Baumgartl

**Estudos Financeiros**

Heinrich O. Kimmeskamp  
Adolf Felsing  
Helmut Büchler  
Helmut Halle

**Legislação**

Szmul K. Goldberg

**Modêlos de Tráfego**

João Carlos P. Pimenta  
Alfredo Otto Brockmeyer  
Dirceu M. Dutra  
Gilberto D. de Sanson  
Hans H.T.A. Gevert  
Hilário P. Rodrigues  
Marcos Túlio Arbex

**Organização**

Mário Rosenthal

**Redação**

Claus Rentschler  
Helmut Büchler  
Rodolpho Azzi

**Sócio-Economia**

Norman Puggina  
José F.C. Boucinhas  
Massamaro Sugawara

**Traçado da Rede**

Wolfgang Fritz  
Eberhard Fladung  
Eduard Orsech  
Heinz Kilger  
Joseph Krämer  
Rudi Daemgen  
Werner Kessler

**Tráfego**

Heinrich O. Kimmeskamp  
Celso Waack Bueno  
Gerhard Hackstein  
Helmut Halle  
Klaus Borchert  
Severino S. Barbosa  
Wulf Schwanhäuser

**Urbanismo**

Heitor F. de Souza  
Alfredo S. Paesani  
Sérgio P. Souza Lima  
Sérgio Zaratín  
Ubyrajara G. Giglioli

**Viabilidade**

Geraldo José Lins  
Cesar R.W. Valente  
Nagib Abiad  
Ricardo A. França



## Índice do texto

Capítulo	Página	Capítulo	Página	Capítulo	Página	Capítulo	Página
<b>10.</b> <b>Notas preliminares em relação ao estudo técnico</b>	<b>11</b>	12.2.2. Normas aplicadas no projeto do metrô	27	14.3.1. Normas para a orientação de passageiros em estações e pontos de baldeação	37	16.1.4. Método com paredes-diafragma (método Milanês)	54
10.1. Dados básicos de urbanismo e economia de tráfego para o estudo técnico	11	12.3. Normas técnicas de construção civil	27	14.3.2. Dispositivos de fiscalização e de segurança	38	16.1.5. Método com paredes de estacas moldadas justapostas	54
10.2. Metodologia do Estudo Técnico	12	12.3.1. Normas brasileiras para projeto, cálculo e execução de obras de construção civil	27	14.3.3. Esquema e dimensões dos bloqueios de acesso, escadarias, elevadores e plataformas	38	16.1.6. Ancoragem das paredes das escavações	54
<b>11.</b> <b>Considerações fundamentais para a escolha do sistema de metrô</b>	<b>14</b>	12.3.2. Normas complementares necessárias	28	<b>15.</b> <b>Princípios de construção civil</b>	<b>40</b>	16.1.7. Escolha do método adequado para a construção de vias subterrâneas do Metrô de São Paulo	55
11.1. Análises de meios de transportes coletivos urbanos	14	<b>13.</b> <b>Princípios mecânicos e eletrotécnicos</b>	<b>30</b>	15.1. Trabalhos cartográficos e plantas	40	16.2. Métodos de execução para metrô em sistema de construção subterrânea	56
11.1.1. Generalidades	14	13.1. Proposta para a construção do material rodante	30	15.2. Investigação do subsolo	41	16.2.1. Método de construção do sistema mineiro	56
11.1.2. O trem ALWEG	14	13.1.1. Dados básicos	30	15.2.1. Finalidade do estudo do subsolo	41	16.2.2. Método de construção pelo sistema couraça	56
11.1.3. O trem SAFEGE	15	13.1.2. Princípios para o esquema	30	15.2.2. Coleta de dados existentes	41	16.2.3. Descrição geral da construção pelo método da couraça	60
11.1.4. Os veículos sobre pneumáticos de acordo com o sistema do Metrô de Paris	16	13.1.3. Dimensões do carro	30	15.2.3. Novas investigações do subsolo realizadas pelo grupo de estudos	41	16.2.4. Construção do túnel executado pelo método da couraça e cálculo estático do mesmo	64
11.1.5. Confronto dos quatro sistemas	17	13.1.4. O veículo para o Metrô de São Paulo	32	15.2.4. Descrição geral do subsolo	42	16.2.5. Apreciações críticas às construções de couraças e sua possível aplicação em São Paulo	69
11.1.6. Proposta do sistema para o Metrô de São Paulo	17	13.1.5. Intensidade do arranque, da deceleração e da velocidade máxima	32	15.2.5. Agressividade da água subterrânea	48	16.3. Métodos de construção para vias elevadas	70
11.2. Comparação entre os mais importantes metrô do mundo	17	13.2. Sistemas de tração elétrica, seleção da corrente e da tensão	33	15.2.6. Influência das condições do subsolo em relação aos processos de construção e às construções propriamente ditas	49	16.3.1. Vias elevadas construídas em aço	71
<b>12.</b> <b>Prescrições legais, normas e regulamentos técnicos</b>	<b>27</b>	13.2.1. O sistema de corrente	33	15.2.7. Programação para as investigações futuras	49	16.3.2. Vias elevadas de construção mista de aço e concreto (Composite Steel Concret System)	71
12.1. Normais e regulamentos técnicos ferroviários	27	13.2.2. Tensão	34	<b>16.</b> <b>Métodos de construção</b>	<b>50</b>	16.3.3. Vias elevadas de concreto armado	72
12.1.1. Normas para construção e operação de ferrovias	27	<b>14.</b> <b>Bases do planejamento técnico de ferrovias</b>	<b>36</b>	16.1. Métodos de construção para vias subterrâneas pelo sistema "a céu aberto" (cut and cover)	50	16.4. Processos para proteção e reforço de construções	72
12.1.2. Regulamentos para metrô	27	14.1. Instalações ferroviárias	36	16.1.1. Método Berlinense e variantes de Munique	50	16.4.1. Proteção de edificações junto a valas de construção	72
12.2. Normas e regulamentos técnicos para mecânica e eletricidade	27	14.2. Operação e instalações de sinalização	36	16.1.2. Método Hamburguês	50	16.4.2. Segurança dos edifícios sob os quais passará o metrô	73
12.2.1. Normas existentes e aplicadas no Brasil	27	14.3. Orientação de fluxos de passageiros	37	16.1.3. Método com paredes de estacas-pranchas	54		

Capítulo	Página	Capítulo	Página	Capítulo	Página	Capítulo	Página
16.5.	74	20.2.1.	82	23.1.	158	24.1.	178
Impermeabilização dos túneis		Variante 1		Generalidades sobre a instalação de sinalização		Princípios do processamento das operações	
16.5.1.	74	20.2.2.	82	23.1.1.	158	24.2.	178
Impermeabilização de galerias construídas a céu aberto		Variante 2		Introdução		Cálculos dos tempos de percurso	
16.5.2.	76	20.2.3.	89	23.1.2.	158	24.3.	178
Impermeabilização de túneis executados pelo método da couraça		Variante 3		Definições		Elaboração das tabelas de horário	
16.5.3.	77	20.2.4.	89	23.1.3.	161	24.3.1.	178
Emprêgo de outros materiais impermeabilizantes		Variante 4 e 5		As exigências operacionais relativas ao sistema de sinalização		Princípios fundamentais	
16.5.4.	77	20.2.5.	89	23.2.	161	24.3.2.	178
Emprêgo de concreto impermeável sem impermeabilização especial		Variante 6		Sistemas de sinais fixos com ATS		Exemplo de horário para a Linha Santana-Jabaquara com ramal Paraíso-Moema	
17.	78	20.2.6.	89	23.2.1.	162	24.3.3.	180
<b>Isolamento acústico das instalações do metrô</b>		20.3.	92	Cálculo do tempo de seqüência dos trens		Numeração dos trens	
17.1.	78	Seleção das propostas para rede existentes		23.3.	163	24.4.	180
Possibilidades de isolamento		20.4.	92	Sistema de sinalização com indicação na cabine do maquinista (cab-sinal) com ATC e ATO		Rodízio da circulação dos carros	
17.2.	78	Integração do metrô com as ferrovias e o sistema viário		23.3.1.	163	24.4.1.	180
Processo de isolamento acústico		<b>21.</b>	<b>113</b>	Cálculo do tempo de seqüência dos trens		Finalidade e estruturação	
17.3.	78	<b>Análise e aperfeiçoamento da proposta preliminar para a rede</b>		23.3.2.	164	24.4.2.	180
Exemplos de isolamento acústico adotados por empresas de metrô		21.1.	113	Descrição dos tipos		Início e fim do expediente operacional	
17.3.1.	79	Averiguação da demanda de pico nas linhas do metrô por meio de alocação do tráfego de 1987 para a rede do metrô		23.4.	168	24.4.3.	180
Isolamento acústico no Metrô de Toronto		21.2.	113	Outras instalações		Manobras de retorno nas estações terminais	
17.3.2.	79	A rede proposta do metrô		23.4.1.	168	24.5.	180
Isolamento acústico no Metrô de Berlim		21.3.	115	Setor de campo		Veículos necessários	
17.4.	79	Linha prioritária		23.4.2.	168	24.5.1.	180
Propostas de isolamento acústico para o Metrô de S. Paulo		21.4.	115	A instalação de sinalização das vias do depósito		Veículos necessários — 1.ª etapa	
17.5.	79	Possibilidades de desenvolvimento futuro da rede do metrô		23.4.3.	169	24.5.2.	183
Isolamento acústico na infraestrutura e nas construções adjacentes		<b>22.</b>	<b>121</b>	Pôsto de comando ou central		Composições necessárias na rede total	
18.	80	<b>As linhas do metrô</b>		23.4.4.	170	24.6.	183
<b>Mercado e análise de preços</b>		22.1.	121	Sistema de telecomando — CTC		Pessoal necessário para o serviço operacional e de tráfego	
18.1.	80	O traçado		23.4.5.	172	24.6.1.	183
Mercado de construção civil		22.1.1.	121	Estabelecimento automático das rotas		Serviço de condução dos trens	
18.1.1.	80	Linha Santana-Jabaquara com ramal Paraíso-Moema		23.5.	173	24.6.2.	184
Materiais de construção		22.1.2.	121	Recomendação básica sobre a instalação de sinalização a ser utilizada		Serviço local de operação e tráfego	
18.1.2.	80	Linha Casa Verde-Vila Maria		23.7.	175	24.7.	184
Máquinas de construção		22.1.3.	122	Parte geral sobre instalações de telecomunicações		Regulamentos para o serviço da operação	
18.1.3.	81	Linha Pinheiros-Via Anchieta com ramal Pedro II- Vila Bertioga		23.7.1.	175	24.7.1.	184
A indústria de construção civil		22.1.4.	122	Introdução		Bases jurídicas das normas operacionais	
18.2.	81	Linha Vila Madalena-Paulista		23.7.2.	175	24.7.2.	187
A situação do mercado no setor da indústria eletromecânica		22.2.	122	Réde telefônica geral		Regulamento de tráfego	
18.3.	81	Traçados das linhas		23.7.3.	175	24.7.3.	187
O mercado de mão de obra		22.2.1.	122	Instalações telefônicas operacionais		Regulamento dos sinais	
20.	82	Linha Santana-Jabaquara com ramal Paraíso-Moema		23.7.4.	176	24.8.	188
<b>Proposta para o sistema de trânsito rápido</b>		22.2.2.	123	Fiscalização das plataformas antes da partida dos trens		Formação do pessoal	
20.1.	82	Linha Casa Verde-Vila Maria		23.7.5.	177	<b>25.</b>	<b>189</b>
Considerações gerais sobre a rede		22.2.3.	156	Instalações eletro-acústicas		<b>Consumo de energia e de combustíveis para o metrô</b>	
20.1.1.	82	Linha Pinheiros-Via Anchieta com ramal Pedro II-Vila Bertioga		23.7.6.	177	25.1.	189
Concepção básica		22.2.4.	156	Instalação de relógios elétricos		Primeira etapa de construção	
20.1.2.	82	Linha Vila Madalena-Paulista		23.7.7.	177	25.1.1.	189
Integração do sistema de transportes		22.3.	157	Indicador do destino dos trens		Energia de tração	
20.1.3.	82	Seqüência das obras		23.7.8.	177	25.1.2.	190
A localização das estações do STR		<b>23.</b>	<b>158</b>	Instalações do pôsto de comando		Energia de força e luz	
20.2.	82	<b>Propostas para as instalações de sinalização e telecomunicação para o Metrô de São Paulo</b>		<b>24.</b>	<b>178</b>	25.2.	190
Análise macroscópica de diversas variantes de sistemas				<b>Processamento das operações</b>		Consumo de energia na rede total	
						25.2.1.	190
						Energia de tração	



Capítulo	Página	Capítulo	Página	Capítulo	Página	Capítulo	Página
25.2.2. Energia de força e luz	190	31.1. Exigências urbanísticas para o projeto de estações, linhas e áreas circunvizinhas	202	33.2.2. Instalações mecânicas, elétricas e trens	268	40.4.2. Comando	288
25.3. Material de consumo nas operações do metrô	191	31.2. Primeira etapa da construção	202	33.3. Disposições administrativas para programação, inspeção e fiscalização das obras	268	40.4.3. Circuito de corrente principal	290
<b>30. Padronização da construção</b>	<b>192</b>	31.2.1. Linhas	202	33.4. Inspeção e medição dos serviços	269	40.4.4. Circuito elétrico de corrente de comando	290
30.1. Superestrutura	192	31.2.2. As estações da primeira etapa de construção	204	33.4.1. Modalidades de pagamento	269	40.4.5. Motor de tração	294
30.1.1. Tipo, perfil e material dos trilhos	192	31.2.3. Estações especiais do primeiro estágio das obras	206	33.4.2. Pagamento e recebimento de máquinas, instalações elétricas e veículos	270	40.4.6. Equipamentos auxiliares	295
30.1.2. Apoio e fixação dos trilhos	192	31.2.4. Demais instalações	206	33.5. Cronograma para a execução das obras	271	40.4.7. Iluminação	295
30.1.3. Aparelhos de mudança de via — chaves e jacarés	193	<b>32. Execução dos trabalhos de construção civil na primeira fase</b>	<b>257</b>	33.5.1. Para a rede total	271	40.4.8. Equipamentos eletro-acústicos	295
30.1.4. Juntas, soldagens, forças longitudinais	193	32.1. Divisão em trechos	257	33.5.2. Para a primeira linha	271	40.4.9. Dispositivo de acionamento das portas	295
30.1.5. Isolamento elétrico	194	32.1.1. Considerações gerais	257	<b>40. Características dos veículos do metrô</b>	<b>272</b>	<b>41. Veículos auxiliares</b>	<b>296</b>
30.2. Seções transversais padrão das linhas	194	32.1.2. Particularidades do trajeto Norte-Sul com ramal Paraíso-Moema	257	40.1. Escolha da menor unidade de tração elétrica	272	41.1. Composição e equipamento do trem de socorro	296
30.2.1. Seções transversais padrão do trecho em superfície	195	32.1.3. Proposta para a distribuição da obra em trechos de serviços	258	40.1.1. Considerações gerais	272	41.2. Locomotiva para o trem de socorro, trens de trabalho e manobras	296
30.2.2. Seções transversais padrão nas linhas em elevado	195	32.2. Influências sobre os trabalhos de execução das obras	260	40.1.2. O trem de 2 carros como a menor unidade de tração	272	41.3. Outros veículos auxiliares	297
30.2.3. Seções transversais padrão nos trechos em túnel pelo método a céu aberto	195	32.2.1. Instalações urbanas de utilidade pública	260	40.1.3. O trem com 3 carros como a menor unidade de tração	272	<b>42. Instalações de fornecimento e alimentação de energia</b>	<b>298</b>
30.2.4. Seções transversais padrão para túneis pelo método couraça	198	32.2.2. Projetos rodoviários e ocupação de áreas circunvizinhas	262	40.1.4. Sugestão para a menor unidade de tração	273	42.1. Fornecimento de energia primária	298
30.3. Ventilação das estações e dos túneis e climatização dos recintos das estações	198	32.2.3. O trânsito nas ruas e os desvios necessários	263	40.2. Cálculo da potência dos motores para os carros	273	42.1.1. Disponibilidade de energia na região do Grande São Paulo	298
30.3.1. Ventilação das estações e de trechos de túnel	198	32.2.4. Influências meteorológicas	264	40.2.1. Considerações gerais	273	42.1.2. O sistema de distribuição de energia na cidade de São Paulo	298
30.3.2. O plano de ventilação	199	32.3. Equipamento pesado e espaço necessário para a construção	264	40.2.2. Determinação da potência	273	42.1.3. Método mais econômico para o abastecimento de energia primária	301
30.3.3. Pré-dimensionamento das instalações de ventilação	199	32.3.1. Equipamentos pesados	264	40.2.3. Diagrama de tração	274	42.1.4. Suprimento de energia primária para as subestações do metrô	302
30.3.4. Ventiladores	200	32.3.2. Áreas a serem ocupadas	266	40.3. Parte mecânica dos carros	275	42.2. Subestações retificadoras	307
30.3.5. Ventilação e climatização de recintos dentro das estações	200	<b>33. Organização da execução da obra</b>	<b>267</b>	40.3.1. Dados gerais do carro	275	42.2.1. Distribuição das subestações ao longo da linha e suas dimensões	307
30.4. Drenagem	200	33.1. Elaboração dos projetos para empreitada	267	40.3.2. Caixa do carro	275	42.2.2. A disposição de uma subestação	307
30.4.1. Drenagem da linha	200	33.1.1. Construção civil	267	40.3.3. Engates	282	42.3. Alimentação de energia aos veículos	309
30.4.2. Drenagem nas estações	200	33.1.2. Instalações mecânicas e elétricas	267	40.3.4. Truques	283	42.3.1. Dados gerais	309
30.4.3. Dimensões das instalações de drenagem	200	33.1.3. Trens	268	40.3.5. Freios e fornecimento de ar comprimido	285	42.3.2. Seleção do tipo de construção para o 3.º trilho	309
30.5. Linhas básicas da configuração arquitetônica	200	33.2. Contratação	268	40.4. Parte elétrica dos carros	287	42.3.3. Disposição do 3.º trilho na via	309
<b>31. Planejamento de vias e estações da primeira etapa da construção</b>	<b>202</b>	33.2.1. Serviços de construção	268	40.4.1. Considerações gerais	287	42.3.4. Circuitos elétricos para a	310

Capítulo	Página	Capítulo	Página	Capítulo	Página	Capítulo	Página
alimentação e retorno de corrente		50.1. Bases para manutenção do material rodante	314	<b>52. Instalações de manutenção</b>	317	<b>62. Investimentos necessários para material rodante</b>	324
42.4. Instalações de força e luz nas estações do metrô	310	50.1.1. Considerações gerais	314	52.1. Instalações para tratamento, revisão e manutenção do material rodante	317		
42.4.1. Fornecimento de energia elétrica	311	50.1.2. Esquema de manutenção	314	52.1.1. Averiguação e determinação dos locais de estacionamento necessários para os veículos	317	<b>63. Custos do projeto, da administração e da fiscalização das obras</b>	325
42.4.2. Instalações de alta tensão	311	50.1.3. Esquema de conservação operacional	314			<b>Anexos</b>	
42.4.3. Ligações à terra	311	50.1.4. Veículos auxiliares	315	52.1.2. Descrição das instalações	318	A 14.1. Averiguação do gabarito	326
42.4.4. Distribuidores	311	50.2. Diretrizes para a manutenção das instalações estacionárias	315	52.2. Equipamentos para a manutenção das instalações fixas	320	A 32.2.2. Projetos de construção de vias públicas e intervenção em áreas vizinhas.	328
42.4.5. Consumidores	311	50.2.1. Instalações de engenharia civil	315	52.2.1. Grupos para manutenção das instalações de luz e força	320	Marca-Símbolo Metrô de São Paulo	330
42.4.6. Iluminação	311	50.2.2. Via permanente	315	52.2.2. Grupos para manutenção das instalações mecânicas	320		
42.4.7. Painel de recepção de comunicações	311	50.2.3. Instalações elétricas	315	52.2.3. Grupos para manutenção das instalações de sinalização e comunicação	320		
42.5. Contrôle central de fornecimento de energia	311	50.2.4. Instalações de sinalização e telecomunicação	315	52.2.4. Equipamentos de manutenção para instalações técnicas e construção civil	320		
42.5.1. Transmissão	312	50.2.5. Maquinaria	315	52.3. Demais equipamentos para a manutenção das instalações do metrô	320		
42.5.2. Sistema de controle remoto	312	<b>51. Materiais de consumo e estoques necessários para o serviço de manutenção</b>	316	<b>53. Mão-de-obra necessária para limpeza e manutenção</b>	321		
42.5.3. Pôsto de manobras	312	51.1. Princípios básicos da administração de material de consumo	316	53.1. Manutenção e conservação do material rodante	321		
42.5.4. Investimentos	312	51.2. Materiais de consumo geral	316	53.2. Manutenção das instalações estacionárias	321		
42.5.5. Resumo	312	51.3. Materiais para a manutenção de veículos	316	53.3. Almoxarifado e mão-de-obra total exigida	321		
42.6. Problemas de corrosão e ligação à terra	312	51.4. Materiais de consumo para a manutenção das instalações estacionárias, elétricas, da maquinaria e de equipamentos de sinalização e comunicações	316	<b>60. Investimentos necessários para as construções civis</b>	322		
42.6.1. Generalidades	312	51.5. Materiais de consumo para a manutenção da via permanente, obras de engenharia e edifícios	316	<b>61. Investimentos necessários para instalações eletromecânicas estacionárias do metrô</b>	323		
42.6.2. Prescrições e normas	312						
42.6.3. Medidas de proteção para a redução da corrosão eletrolítica	313						
42.6.4. Resumo final	313						
<b>50. Normas fundamentais para a manutenção</b>	<b>314</b>						

## Índice das figuras

Figura	Página	Figura	Página	Figura	Página	Figura	Página
10.1 Capacidade dos transportes urbanos para transportar, num sentido, 80.000 passageiros por hora	12	13.3 Escolha do vagão do metrô	32	16.5 Túnel com impermeabilização interna	55	16.20 Couraça mecanizada (Robbins)	63
10.2 Área de rua necessária por passageiro nos diferentes tipos de veículos e velocidades	12	13.4 Dados especiais de carros de metrô quanto ao conforto	33	16.6 Túnel em concreto impermeável	55	16.21 Couraça Calweld totalmente mecanizada (corte longitudinal)	64
10.3 Capacidade dos veículos por hora e faixa	12	13.5 Tensões operacionais do metrô com corrente contínua	34	16.7 Cortina de estacas justapostas	55	16.22 Segmentos de ferro fundido	64
10.4 Metodologia do estudo técnico	13	14.1 Padrões para o projeto das instalações viárias do Metrô de São Paulo	37	16.8 Execução de túnel pelo método em couraça ("shield")	57	16.23 Túnel aberto pelo método da couraça, revestido com segmentos de anel de ferro fundido (túnel para pedestres em Rendsburg)	65
11.1 Alweg — E.M.U.	15	14.2 Gabarito dinâmico e folga limite do carro	37	16.9 Couraça aberta, vista de frente com capota, lâmina cortante, pôsto de comando e 4 macacos frontais.	58	16.24 Segmentos de aço soldados	66
11.2 Suspensão da ferrovia elevada de Wuppertal	15	14.3 Padrões para projeto dos equipamentos de proteção e controle dos trens	38	16.10 Passagem debaixo de um banco, com ar comprimido	60	16.25 Segmentos de anel, em blocos de concreto armado, empregados no Metrô de Munique (túnel com revestimento interno de concreto)	67
11.3 Ferrovia suspensa "Skyway"	15	14.4 Capacidade dos bloqueios nas plataformas em pessoas por minuto	39	16.11 Poço para início de operação da couraça sob ar comprimido (modelo "Rheintunnel, Duesseldorf")	60	16.26 Peças de fêcho dos segmentos de concreto armado	67
11.4 Truque do veículo "Safège"	15	15.1 Topografia urbana de São Paulo com indicação das seções investigadas do sub-solo	41	16.12 Vista interior de uma casa de compressores, à esquerda, de 1.º estágio (baixa pressão), à direita, de 2.º estágio (alta pressão) e equipamento de reserva	60	16.27 Seções típicas de um trecho em couraça executado com: A) segmentos de ferro fundido B) segmentos e parede interna de concreto armado	68
11.5 Veículo "Safège" com saída de emergência abaixada	16	15.2 Seções geológicas no Planalto Atlântico e na Bacia de São Paulo	42	16.3 Eclusas de ar comprimido na parede de concreto armado do poço de partida, em cima para pessoas, em baixo para materiais	60	16.28 Vala aberta executada com rebaixamento do nível de água subterrâneo para o começo do avanço do shield sob ar comprimido	69
11.6 Esquema de um truque com rodas pneumáticas	16	15.3 Cidade de São Paulo — Seção geológica norte-sul	43	16.4 Macacos de avanço, no canto barras de ferro de contrapêso ao movimento de "balanço" da couraça	61	16.29 Caixão pneumático utilizado para o começo do avanço do shield	69
11.7 Truque do "Skybus"	16	15.4 Exemplo típico de uma sondagem no centro	47	16.15 Eretor colocando segmentos do anel de ferro fundido	61	16.30 Trecho elevado: estrutura mista aço-concreto	70
11.8 Comparação de gabaritos	17	15.5 Classificação da agressividade da água subterrânea no concreto	48	16.16 Vagoneta e esteira rolante	62	16.31 Trecho elevado: estrutura de concreto armado	70
11.9 Comparação de RTS em algumas cidades	21	15.6 Resultados das análises químicas da água subterrânea	48	16.17 Couraça semi-mecanizada: Metrô de Hamburgo	62	16.32 Trecho elevado com desvio de linha	70
11.10 Ano de inauguração, quantidade de habitantes e área da cidade (no ano da inauguração) de vários metrô	21	16.1 Método construtivo de Berlim	51	16.18 Couraça com 6 discos fresadores	62	16.33 Recalçamento de estruturas	71
11.11 Quadro comparativo das diversas características dos principais sistemas de transporte rápido no mundo	23	16.2 Método construtivo de Hamburgo	52	16.19 Couraça mecanizada (Drum Digger)	63	16.34 Recalçamento de estruturas	72
13.1 Possibilidades no arranjo dos assentos em trens de metrô	31	16.3 Método construtivo de Milão	53				
13.2 Comparação de veículos de alguns metrô	31	16.4 Paredes-diafragma	55				



Figura	Página	Figura	Página	Figura	Página	Figura	Página
16.35 Impermeabilização do solo por injeções	73	21.3 Rateio de tráfego das linhas do Metrô na hora do pico em relação às viagens totais do mass net 21.1.	114	22.3 Estudo preliminar da estação Barra Funda	153	23.13 Programas de velocidade para uma marcha econômica	172
16.36 Impermeabilização do solo por injeções	73	21.4 Rateio de tráfego das linhas do Metrô na hora do pico em relação às viagens totais do mass net 21.2. (só centro)	115	22.4 Estudo preliminar da estação República	153	23.14 CTC: Sistema multiplex de tempo	173
16.37 Impermeabilização de paredes	74	21.5 Distribuição de trens em 1978	115	22.5 Estudo preliminar da estação Anhangabaú	154	23.15 CTC: Sistema multiplex de frequência e tempo	176
16.38-A Detalhes de impermeabilização	74	21.6 Proposta para a rede do Metrô	116	22.6 Estudo preliminar da estação Brás-Roosevelt	154	24.1 Diagrama de marcha para a linha Santana-Jabaquara e Paraíso-Moema	179
16.38-B Detalhes de impermeabilização	75	21.7 Fluxograma de passageiros da CMTC baseado no levantamento de 1964	117	22.7 Estudo preliminar da estação Jockey Clube	154	24.2 Tabela de tempos de percurso	180
16.39 Detalhes de impermeabilização	75	21.8 Comparação das áreas servidas por linhas de ônibus num sistema de tráfego integrado, considerando-se em primeiro plano a linha Casa Verde-Vila Maria	118	22.8 Estudo preliminar da estação Clínicas	154	24.3.I Gráfico do horário, linha Santana-Jabaquara e Paraíso-Moema	181
16.40 Revestimento interno do túnel	76	21.9 Comparação das áreas servidas por linhas de ônibus num sistema de tráfego integrado, considerando-se em primeiro plano a linha Santana-Jabaquara	118	22.9 Estudo preliminar da estação D. Pedro II	155	24.3.II Gráfico do horário, linha Santana-Jabaquara e Paraíso-Moema	181
17.1 Ordens de grandeza de nível sonoro	78	21.10 Rede de Metrô — Proposta de expansão futura	119	22.10 Estudo preliminar da estação Via Anchieta	155	24.3.III Gráfico do horário, linha Santana-Jabaquara e Paraíso-Moema	182
17.2 Construções acústicas	79	21.11 Distribuição de trens — Expansão futura	120	22.11 Estudo preliminar da estação Moóca	155	24.3.IV Gráfico do horário, linha Santana-Jabaquara e Paraíso-Moema	182
17.3 Fôrro falso para absorver ruídos	79	22.1 Perfis longitudinais das linhas do Metrô	123	22.12 Tabela de trilhos e desvios para todas as linhas	156	24.3.V Gráfico do horário, linha Santana-Jabaquara e Paraíso-Moema	183
17.4 Construção especial para absorver ruídos e vibrações	79	22.2.I Traçado da linha Santana-Jabaquara, com ramal Paraíso-Moema; perfil longitudinal e planta; trecho Santana-Luz	129	23.1 Princípios de espaçamento	161	24.4 Máximo de lugares oferecidos e necessários por trajeto de ida e volta	183
17.5 Detalhe do túnel 17.4	79	22.2.II Traçado da linha Santana-Jabaquara, com ramal Paraíso-Moema; perfil longitudinal e planta; trecho Luz-Liberdade	133	23.2 Tempo de sequência ótimo em ferrovias suburbanas; circulação com base em distanciamento de frenagem absoluta	162	24.5 Numeração das rotas possíveis considerando a operação automática de trens	184
18.1 Malhas de aço	80	22.2.III Traçado da linha Santana-Jabaquara, com ramal Paraíso-Moema; perfil longitudinal e planta; trecho S. Joaquim-Vila Mariana	137	23.3 Circulação com base em sinais luminosos à beira da via com ATS	162	24.6 Escala de trens	185
18.2 Crescimento da potência instalada e do consumo de energia	81	22.2.IV Traçado da linha Santana-Jabaquara, com ramal Paraíso-Moema; perfil longitudinal e planta; trecho Conceição-Depósito	141	23.4 Circulação com base em sinais luminosos à beira da via com controle de velocidade V-69 e ATS	163	24.7 Manobras de retorno nas estações terminais I Mudança de via além da plataforma II Mudança de via aquém da plataforma	186
20.1.I/IV Estudos do Metrô; variantes I a IV	83	22.2.V Traçado da linha Santana-Jabaquara, com ramal Paraíso-Moema; perfil longitudinal e planta; trecho Santa Cruz-S. Judas	145	23.5 Circulação com base em "cab signal" com seções de via subdivididas	163	24.8 Trens necessários (composições de seis carros)	187
20.1.V/VIII Estudos do Metrô; variantes V a VIII	84	22.2.VI Traçado da linha Santana-Jabaquara, com ramal Paraíso-Moema; perfil longitudinal e planta; trecho Paraíso-Moema	149	23.6 Circulação com base em "cab signal" com distância de frenagem absoluta	164	25.1 Consumo de energia de um trem	189
20.2 Fluxograma de passageiros do transporte coletivo (ônibus e trem suburbano), baseado no levantamento de maio a agosto de 1967	85			23.7 Sistema de espiras curtas para ATC e ATO	164	25.2 Demanda diária média para tração	190
20.3.I/IV Área de influência das estações na zona central; variantes I a IV	90			23.8 Etapas de velocidade em sistema de espiras curtas	164	30.1 Fixação do trilho sobre dormentes de madeira	193
20.3.V/VIII Área de influência das estações na zona central; variantes V a VIII	91			23.9 Sistema ATC (transmissão pelos trilhos)	167	30.2 Fixação do trilho sobre laje de concreto	193
20.4 Rede de tráfego VIII	93			23.10 Sistema ATO (transmissão lateral)	171	30.3 Forças longitudinais nos trilhos dependendo da temperatura	193
20.5 Sistema de tráfego integrado (rede VI)	97			23.11 Sistema de operação do Metrô — conceito fundamental	172	30.4 Seção em superfície	194
20.6 Sistema de tráfego integrado (rede VIII)	101						
21.1 Mass net VI carregado com as viagens de 1987	105						
21.2 Mass net VIII carregado com as viagens de 1987	109						



Figura	Página	Figura	Página	Figura	Página	Figura	Página
30.5 Seção sobre elevado	194	31.11 Estação Cruzeiro do Sul. Planta ao nível da plataforma	212	31.33. I/II Estação São Bento. Cortes. Cortes I e II	222	31.55 Estação São Joaquim. Cortes	233
30.6 Seção elevada entre muros de arrimo	195	31.12 Estação Cruzeiro do Sul. Cortes e elevações	212	31.34 Estação São Bento. Corte geral em perspectiva	223	31.56 Estação Aclimação. Planta ao nível do hall de distribuição; planta ao nível da plataforma	234
30.7 Túnel executado em galeria a céu aberto, para raios de 6.500 m $< R \leq 00$	195	31.13 Estação Cruzeiro do Sul. Perspectiva	213	31.35 Estação São Bento. Vista em elevação	223	31.57 Estação Aclimação. Cortes	234
30.8 300 $\leq R \leq 6.500$ m Túnel executado em galeria a céu aberto, para raios de	195	31.14 Estação Ponte Pequena. Perspectiva	213	31.36 Estação São Bento. Perspectiva	223	31.58 Estação Aclimação. Perspectiva	235
30.9 Seções de vários Metrô	196	31.15 Estação Ponte Pequena. Elevação e planta ao nível da plataforma	213	31.37 Estação São Bento. Perspectiva externa	224	31.59 Estação Paraíso. Planta ao nível da praça (+ 815,00)	235
30.10 Seções de vários Metrô	197	31.16 Estação Ponte Pequena. Planta do nível inferior	214	31.38.I Estação São Bento. Perspectiva interna	224	31.60 Estação Paraíso. Planta ao nível + 808,78	236
30.11 Túnel executado com couraça, para raios de 300 m $R$ 6.500 m	198	31.17 Estação Ponte Pequena. Cortes e sub-estação retificadora	214	31.38.II Estação São Bento. Entrada típica de estação interna	224	31.61 Estação Paraíso. Planta ao nível + 803,82	236
30.12 Desenvolvimento de calor no trecho São Joaquim-São Bento	198	31.18 Estação da Luz. Planta ao nível + 738,00	215	31.39 Estação Clóvis Beviláqua. Planta de situação	225	31.62 Estação Paraíso. Planta ao nível + 800,52	237
30.13 Esquema de renovação de ar nas estações	198	31.19 Estação da Luz. Planta ao nível + 729,70	215	31.40 Estação Clóvis Beviláqua. Planta ao nível da praça	225	31.63 Estação Paraíso. Planta ao nível + 797,10	237
30.14 Disposição do sistema de ventilação na linha Santana-Jabaquara	199	31.20 Estação da Luz. Planta ao nível da plataforma	216	31.41 Estação Clóvis Beviláqua. Planta ao nível 752,20	226	31.64 Estação Paraíso. Planta ao nível + 792,64	238
30.15 Compensação da corrente de ar	199	31.21 Estação da Luz. Cortes	216	31.42 Estação Clóvis Beviláqua. Planta ao nível 746,60	226	31.65 Estação Paraíso. Planta ao nível + 789,22	238
30.16 Proteção contra chuvas	201	31.22 Entrada para estação subterrânea do Metrô	217	31.43 Estação Clóvis Beviláqua. Planta ao nível 742,44	227	31.66 Estação Ana Rosa. Perspectiva	239
30.17 Proteção contra chuvas	201	31.23 Estação Senador Queiroz. Perspectiva	217	31.44 Estação Clóvis Beviláqua. Planta ao nível 738,92	227	31.67 Estação Ana Rosa Planta do hall de distribuição; 1.ª etapa	239
30.18 Proteção contra chuvas	201	31.24 Estação Senador Queiroz. Planta de situação. Passagem de nível e entradas da estação; planta ao nível da plataforma	218	31.45 Estação Clóvis Beviláqua. Planta ao nível 735,40	228	31.68 Estação Ana Rosa Planta do hall de distribuição; fase final	239
31.1 Locação da linha Santana-Jabaquara com ramal Paraíso-Moema	203	31.25 Estação Senador Queiroz. Planta ao nível dos acessos às plataformas; planta ao nível do hall de distribuição às plataformas	218	31.46 Estação Clóvis Beviláqua. Planta ao nível 729,62	228	31.69 Estação Vila Mariana. Perspectiva.	240
31.2 Perspectiva da linha elevada, vista de cima	204	31.26 Estação Senador Queiroz. Planta ao nível dos acessos às estações. Planta ao nível da conexão entre as estações	219	31.47 Estação Clóvis Beviláqua. Planta ao nível 726,10	229	31.70 Estação Vila Mariana. Planta ao nível da plataforma; planta do hall de distribuição	240
31.3 Perspectiva da linha elevada, vista de baixo	205	31.27 Estação Senador Queiroz. Cortes	219	31.48 Estação Clóvis Beviláqua. Cortes	229	31.71 Estação Vila Mariana. Cortes	240
31.4 Estação Santana. Perspectivas	208	31.28 Estação São Bento. Planta ao nível 744,00 nível + 744,00	220	31.49. I/VII Estação Clóvis Beviláqua. final de execução	230	31.72 Estação Santa Cruz. Planta ao nível da plataforma; planta do hall de distribuição	241
31.5 Estação Santana. Planta ao nível da rua	209	31.29 Estação São Bento. Planta ao nível + 738,88	220	31.50 Estação Liberdade. Nível de comunicação dos acessos externos; planta do hall de distribuição	231	31.73 Estação Santa Cruz. Cortes	241
31.6 Estação Santana. Planta ao nível da plataforma	209	31.30 Estação São Bento. Planta ao nível + 733,76	221	31.51 Estação Liberdade. Cortes e planta ao nível da plataforma	231	31.74 Estação Praça da Árvore. Planta ao nível da plataforma; planta do hall de distribuição	242
31.7 Estação Carandirú. Planta ao nível do túnel de acesso e ao nível da rua	210	31.31 Estação São Bento. Planta ao nível + 729,44	221	31.52 Estação Liberdade. Perspectiva	232	31.75 Estação Praça da Árvore. Cortes	242
31.8 Estação Carandirú. Nível da plataforma	210	31.32 Estação São Bento. Planta ao nível + 724,00	222	31.53 Perspectiva	233	31.76 Estação Saúde. Planta ao nível da plataforma; planta do hall de distribuição	243
31.9 Estação Carandirú. Elevação e cortes	211			31.54 Estação São Joaquim. Planta ao nível do hall de distribuição; planta ao nível da plataforma			
31.10 Estação Cruzeiro do Sul. Planta ao nível da rua e planta ao nível do túnel	211						

Figura	Página	Figura	Página	Figura	Página	Figura	Página
31.77 Estação Saúde. Cortes	243	31.99 Estação Ibirapuera. Cortes e elevações	254	33.7 Cronograma da construção e entrega da locomotiva de manobra	270	40.27 Seqüência de controle	291
31.78 Estação São Judas. Planta do hall de distribuição inferior; planta ao nível da plataforma	244	31.100 Estação Moema. Planta ao nível da plataforma e distribuição; corte — elevação	255	40.1 Vários esquemas de tração para o Metrô; ligação em paralelo	273	40.28 Circuito de controle para 2 carros com 8 motores	292
31.79 Estação São Judas. Planta do hall de distribuição superior; cortes	244	31.101 Estação Moema. Cortes	255	40.2 Diagrama do motor	273	40.29 Esquema do comando eletrônico automático do trem	293
31.80 Estação São Judas. Perspectiva	245	31.102 Estação Ponte Pequena. Vistas a, b, c da maquete	256	40.3 Força de tração e velocidade no regime unihorário	273	40.30.I I Controle convencional do dispositivo de manobra com ligação série-paralela dos motores de tração	294
31.81 Estação Conceição. Planta ao nível da plataforma	245	31.103 Estação Liberdade. Maquete, em corte, da estação subterrânea	256	40.4 Resistência ao movimento em função da velocidade	273	40.30.II Ligação de partida com controle de impulsos e ligação paralela constante dos motores de tração	294
31.82 Estação Conceição. Planta do hall de distribuição	246	32.1 Linha Santana-Jabaquara: trechos de construção	258	40.5 Resistência ao movimento (WTs) em função da velocidade (km/h) e gradientes (%)	273	40.31 Conexões de marchas e curvas características de um "chopper control" de um veículo movido a bateria	294
31.83 Estação Conceição. Cortes	246	32.2 Plano de execução da linha Santana-Jabaquara	259	40.6 Valor da curva característica da capacidade de tração a 230 A para aceleração com uma amenização de campo até 25%	273	40.32 Diagrama de carga de um motor de tração ferroviário	294
31.84 Estação Jabaquara. Planta ao nível da praça	247	32.3 Quadro cronológico do "shield"	259	40.7 Diagrama de força da tração	273	40.33 Curva característica de um motor de tração	294
31.85 Estação Jabaquara. Planta do hall de distribuição	247	32.4 Galeria coletiva transitável; seção transversal	260	40.8 Diagrama de velocidade-tempo e capacidade-tempo	274	40.34 Disposição dos motores elétricos nos truques	295
31.86 Estação Jabaquara. Planta ao nível da plataforma	248	32.5 Galeria coletiva transitável; seção transversal	260	40.9 Desempenho do carro para uma distância média de 890 m entre estações	274	41.1 Equipamento recarregador óleo — hidráulico	296
31.87 Estação Jabaquara. Cortes	248	32.6 Influência da profundidade do Metrô na disposição das redes de distribuição	261	40.10 Gabarito estático, dinâmico e folga limite do carro	276	42.1.I Região Centro-Sul, Sistema energético Usinas e linhas de transmissão principais	299
31.88 Oficinas de Manutenção. Implantação no terreno	249	32.7 Planta do sistema de alimentação	261	40.11 E.M.U. de São Paulo	277	42.1.II Região Centro-Sul, Sistema energético Balanço energético 1970 — 1980	299
31.89 Oficinas de Manutenção. 1.º Pavimento	249	32.8 Linha Santana-Jabaquara: desvio do tráfego	263	40.12 Alternativas para abertura das portas nos carros	292	42.2 Sistema principal de abastecimento de energia da cidade de São Paulo	299
31.90 Oficinas de Manutenção. 2.º Pavimento	249	32.9 Galeria a céu aberto; concretagem usando ponte rolante do tipo pórtico	265	40.13/18 Esquemas da transmissão mecânica do acionamento motriz. Alternativas	283	42.3 Usinas principais para o suprimento de energia do Grande São Paulo	300
31.91 Oficinas de Manutenção. Elevações e cortes	250	32.10 Galeria a céu aberto; escavação e perfuração para estacas	265	40.19 Dimensões principais de um rodeiro e perfil de uma roda	285	42.4 Demanda de energia na rede de distribuição da concessionária (LIGHT — Serviços de Eletricidade S.A. — Região de São Paulo)	300
31.92 Edifício sede da administração e oficinas de consertos. Plantas	251	33.1 Cronograma de execução das linhas do Metrô de São Paulo	270	40.20 Comparação de peso de alguns carros de Metrô	287	42.5 Regulagem típica das tensões em estações terminais: LIGHT — S.P.	300
31.93 Edifício sede da administração e oficinas de consertos. Elevação e cortes	251	33.2 Cronograma para planejamento e execução das instalações de sinalização e telecomunicação	270	40.21 Possibilidades de conexão de motores em grupo	288	42.6 Estudo econômico sobre fontes de energia; comparação resumida	302
31.94 Oficinas de Manutenção. Oficina para tórnos de rodas, tórre d'água e outros detalhes	252	33.3 Cronograma para projeto e construção das instalações fixas elétricas	270	40.22 Características de frenagem reostática e recuperação	288	42.7 Rede geral do Metrô locação de subestações primárias e retificadoras	302
31.95 Estação Tutóia. Perspectiva	252	33.4 Cronograma para projeto e construção das facilidades de manutenção	270	40.23 Consumo unitário de energia de frenagem por metro (m) de via em $\frac{W \cdot h}{h \cdot m}$ — Valores comparativos	289	42.8 Linha Santana-Jabaquara: esquema geral do suprimento de energia	303
31.96 Estação Tutóia. Planta ao nível da plataforma e ao nível inferior	253	33.5 Cronograma do projeto do sistema de ventilação	270	40.24 Esquema principal proposto — Diagrama I	291		
31.97 Estação Tutóia. Cortes e elevações	253	33.6 Cronograma da construção e entrega da E.M.U.	270	40.25 Esquema principal proposto — Diagrama II			
31.98 Estação Ibirapuera. Planta ao nível da plataforma e nível intermediário	254			40.26 Combinador para controle de Metrô			

Figura	Página	Figura	Página	Figura	Página	Figura	Página
42.9	304	42.19	312	62.1	324	8	330
Áreas propostas para a localização de subestações primárias de 88/23 kV		Condições de correntes de fuga		Custos dos investimentos		Aplicação da marca na sinalização urbana	
42.10	305	50.1	315	A 14.4	327	9	330
Subestação primária de 88/23 kV; diagrama unifilar típico		Programa de revisão		no material rodante		Teste de desfoque	
42.11	305	52.1	318	Carro na posição da corda interna		10	330
Subestação primária de 88/23 kV; planta típica		Planta geral das oficinas		A 14.2	327	Teste de redução	
42.12	306	52.2	319	Carro na posição da corda externa		11 e 12	330
Esquema típico do sistema de distribuição em 23 kV		Seção transversal da área de estacionamento		A 14.3	327	Construção geométrica	
42.13	306	52.3	319	Amplitude das oscilações do veículo		13	330
Diagrama unifilar de uma subestação retificadora com barramento duplo de 23 kV		Esquema da instalação de lavagem externa		A 14.4	327	Dicionário de marcas dos principais metrô existentes	
42.14	306	52.4	320	Determinação da seção transversal dinâmica do carro			
Esboço da disposição de uma subestação retificadora subterrânea		Aparêlho de arrasto		1 e 4	329		
42.15	309	52.5	320	Marca-Símbolo e logotipo com codificação de cores			
Posição do 3.º trilho com tomada inferior de corrente		Aparêlho de arrasto rebocando o trem		2	329		
42.16	309	52.6	320	Aplicação de marca nos carros do Metrô			
Posição do 3.º trilho com tomada superior de corrente		Tórno mecânico instalado no subsolo para acerto dos perfis das rodas		3	329		
42.17	310	60.1	322	Substituição da cor por retícula			
Disposição do 3.º trilho em estações e vias		Custos dos investimentos nas construções		5 e 6	329		
42.18	310	61.1	323	Definição da marca pelo traço de contorno, em positivo e negativo			
Esquema dos alimentadores CC em uma estação		Custos dos investimentos nas instalações elétricas e mecânicas estacionárias do Metrô		7	330		
				Aplicação de marca de sinalização de uma estação subterrânea			





## Índice bibliográfico

## Capítulo 11

Dipl. Ing. E. D. Wendt  
Die Alweg-Bahn Tokio-Haneda  
Der Stadtverkehr, 1, 1965

Dr. Ing. G. Groche  
Sind alle Probleme der Alweg-Bahn  
geloest?  
Moderne Eisenbahn 12/64

Patrice Malterre  
Einschienebahn oder U-Bahn?  
(Ein Pariser Beispiel)  
Der Stadtverkehr

J.L. de Figueiredo  
Metrô aéreo, Transporte rápido e  
econômico para as metrópoles  
Indústria Automotiva N.º 82, Abril/66.

J. Moraes  
Nota sobre o artigo "Quando terá  
São Paulo seu sistema de transporte  
rápido?"  
Engenharia N.º 221, Abril/61

Dipl. Ing. K. Idelberger  
Luftbereifte Drehgestelle und  
Stahlleichtbau — Wagenkasten  
fuer Metrolinien in Montreal, San  
Francisco und Paris  
Stadtverkehr, 4, 1964.

N.G. Marks  
Experimental Transit Expressway in  
Pittsburgh, Structural Design of the  
Elevated Roadway  
ASCE — Transportation Engineering  
Conference, Philadelphia, Oct. 1966.

Dr. Ing. P. Kremer  
Die Schwebbahn — Versuchstrecke  
in Houston/Texas  
Verkehr und Technik, 1, 1957.

Dipl. Ing. O. Buchholz  
50 Jahre Wuppertaler Schwebbahn  
Zeitschrift des Vereins Deutscher  
Ingenieure, 7, 1951.

The Ministry of Transport,  
Manchester Corporation,  
British Railways, De Leuw Cather &  
Partners  
Manchester rapid transit study.

U.I.T.P.  
Les Transports Publics dans les  
principales Villes du Monde  
Bruxelles.

Dr. Ing. Berger  
Untergrundbahn  
Berlin 1951

International Railway Journal  
1967

Eng.º Cassio Penteado Serra — GEM  
Quadro comparativo entre algumas ca-  
racterísticas de 30 metrô em  
operação  
Nov. 1967

## Revistas técnicas internacionais

C.T.A.  
Report Chicago

T.T.C.  
Report Toronto

How London Underground works

## Capítulo 12

Normas Técnicas para as Estradas de  
Ferro Brasileiras, 1966.

Regulamento para Segurança,  
Tráfego e Polícia das Estradas  
de Ferro, 1963

Código Brasileiro de Sinais  
Ferroviários  
ABNT — 1965

IFPTE — Instituto Ferroviário de  
Pesquisas Técnico-Econômicas, 1957.

American Railway Engineering  
Association (AREA)

## Capítulo 13

UIC 610 V (União Internacional  
Ferroviária)  
Elektrische Fahrmotoren  
6.a edição 1961, pág. 24, quadro II

Publicação IEC n.º 48  
Rules for electric traction motors  
4.ª edição 1961, pág. 39, quadro II.

Perrone, Vito  
La ferrovia metropolitana di Roma  
Ed. Ist. Poligr. Stato-Roma 1955,  
pág. 139.

Patrassi, A.  
La scelta della tensione de  
elettrificazione per le ferrovie urbane  
e suburbane a forte traffico  
Ingegneria Ferroviaria, 1964, Aprile

## Capítulo 14

American Railway Engineering  
Association, C&M Section —  
Engineering Division —  
AAR (1956)

UIC-Richtlinien

BO-Strab  
Verordnung ueber den Bau und Betrieb  
der Strassenbahn; Ausgabe 1965

EBO-Eisenbahn  
Bau-und Betriebsordnung (EBO)  
(Deutsche Bundesbahn — DV 300)  
8.5.1967

Die U-Bahn in Stockholm  
AB Stockholms Sportvagnar

Subway Construction in Toronto  
Toronto Transit Commission,  
September 1963.

San Francisco Bay Area Rapid Transit  
District General Obligation Bonds  
Series A — 1963

Sondervorschriften fuer die  
Nord-Sued-S-Bahn Berlin

IFPTE — Instituto Ferroviário de  
Pesquisas Técnico-Econômicas  
1957

Prof. Dr. Ing. W. Grabe  
Planung von U-Bahnen

Tagung in Berlin 1963  
Planung und Bau interirdischer  
Verkehrswege

Schnellverkehrstagung in Berlin 1964  
Planung, Bau und Betrieb des  
Schnellverkehrs in  
Ballungsraeumen

DB (HVB)  
Betriebliche Richtlinien fuer  
Stadtschnellbahnen

Prof. Dr. K. Leibrand  
Verkehr und Stadtebau 1964

Schleicher

Huette

Die Bundesbahn  
Okt. 1964, 19/20

Grossmann  
Handbuch des Eisenbahnbauwesens  
Verkehrstechnische Woche  
Heft 40 — 42, 1939

Kurt Reimer  
Bewegungsvorgaenge auf Bahnsteigen  
des grosstaedtischen  
Schnellverkehrs  
Glasens Annalen Nov. 53

Dr. Ing. Oedinz, K. Reimer  
Die Bewegung von Menschenmassen  
in Verkehrsraeumen  
Glasens Annalen Juli 47

Adolf Ludwig VDI, Neuss  
Rolltreppen im oeffentlichen  
Nahverkehr  
Sonderdruck aus "Der Tiefbau", Okt.  
1963.

Dr. W. G. Kahlmann  
Fahrtreppen in Verkehrsanlagen  
Foerdern und Heben,  
Mai 1963

S-Bahn Hamburg  
Planungsgrundlagen

Dr. Ing. W. Weber  
Die Reisezeit der Fahrgaeste  
oeffentlicher Verkehrsmittel in

Abhaengigkeit von Bauart und  
Raumlage

Dipl. Ing. Georg Mandel, Hamburg  
Betriebsgerechte Gestaltung beim Bau  
von Haltestellen in der zweiten  
Ebene.

## Capítulo 15

Eng.º Francisco Prisco  
Levantamento Aerofotogramétrico do  
Município de São Paulo  
Janeiro, 1960.

Sondagens de Reconhecimento na  
Linha Sul do Metropolitano  
Relatório n.º 3.413 — Secção de  
Fundações, 1962

Sondagens de Reconhecimento na  
Pça. Craveiro Lopes, ao longo do  
traçado da futura linha Leste-Oeste  
do Metropolitano  
Relatório n.º 3.039 — Secção de  
Fundações — IPT, 1960.

Sondagens de Reconhecimento na  
Rua Maria Paula e na Pça. João  
Mendes ao longo do traçado da futura  
linha Leste-Oeste do Metropolitano  
Relatório n.º 3.058 — Secção de  
Fundações — IPT, 1960.

Francisco T. Silva Telles e  
Domingos Marchetti  
Emissário do Moringuinho  
Revista Politécnica n.º 149, 1945.

Exploração do Subsolo no Local do  
Túnel Paraíso sob a Pça. Rodrigues  
de Abreu  
Relatório n.º 927 — Secção de Solos  
— IPT, 1946.

Sondagens de Reconhecimento na  
Linha Norte do Metropolitano  
Relatório n.º 4.118 — IPT — Secção  
de Fundações, 1965.

Milton Vargas, Glaucio Bernardo  
Nota para o Estudo Regional do Solo  
do Centro da Cidade de São Paulo  
Publicação IPT n.º 149 — 1945.

Milton Vargas  
Problemas de Fundações de  
Edifícios em São Paulo e sua relação  
com a formação geológica local  
Publicação IPT n.º 514 — 1954

Milton Vargas  
Building Settlement Observations in  
São Paulo  
Proc. Ind. Int. Conf. Soil Mech.  
Found. Eng. — Rotterdam 1948,  
Pág. 12, Vol. IV.

E. Pichler  
Regional study of the soils from São  
Paulo — Brazil  
Proc. Ind. Int. Conf. Soil Mech. Eng.,  
Rotterdam 1948, Pág. 222, Vol III

- L. Rios — F. Pacheco Silva  
Foundations in downtown São Paulo  
Proc. Ind. Int. Conf. Soil Mech. Found.  
Eng. — Rotterdam, 1948 Pág. 69,  
Vol. IV.
- Milton Vargas  
Foundations of tall buildings on sand  
in São Paulo  
Proc. of the Vth Conf. Soil Mech.  
Found. Eng. 1961 — Paris — Vol. 1,  
Pág. 841
- Karl Terzaghy  
Applied Sedimentation — A  
Symposium  
Chapter 11 — Geologic Aspects of soft  
Ground Tunneling,  
1950, Edited by Parker, P. Trask —  
Wiley
- Milton Vargas  
Foundation of structures on over —  
consolidated clay layers in São Paulo  
Geotechnique, September, 1955.
- Grupo Eng<sup>o</sup> Francisco Prestes Maia —  
L. de Barros Siciliano — L. C. Berrini  
Jr. e outros  
Ante-projeto para um sistema de  
transporte rápido para a cidade de  
São Paulo  
1956
- Grupo Eng<sup>o</sup> Francisco Prestes Maia  
Vorprojekt der Kommission  
Hochtief Translation 1956,
- Milton Vargas  
A exploração do subsolo para fins de  
estudos de fundações  
Revista Politécnica n.º 149, 1945
- Ernesto Pichler  
Estudo Regional dos solos de São  
Paulo  
Revista Politécnica n.º 156, 1950
- Lauro Rios  
Fundações no centro de São Paulo  
Revista Politécnica n.º 156, 1950
- Milton Vargas  
Observações de recalques de  
edifícios em São Paulo  
Revista Politécnica n.º 156, 1950
- José Machado e Joaquim A.  
Berrenbach  
Estudo de um escorregamento de terra  
Revista Politécnica n.º 156, 1950
- M.C. de Oliveira Pinto e Marcelo  
Kutner  
Estudo das características mecânicas  
de uma argila da colina de São Paulo  
Bol. IPT — Publicação 144, 1949
- Milton Vargas  
Foundation of structures on  
over-consolidated clay layers in São  
Paulo  
The Institution of Civil Engineers,  
London, 1955 Except from Geotechnique  
1955, September
- Karl Terzaghy  
Condições do solo em São Paulo com  
relação a construção de um subway  
Publ. n.º 410 — IPT, 1950
- Alberto H. Teixeira  
Correlação entre a capacidade de  
carga das argilas e a resistência à  
penetração  
Anais 3.º Congresso Brasil Mech.  
Solos, Vol. I, B. Horiz. 1966
- Estudo do subsolo ao longo do anel  
central do metropolitano de São Paulo  
Relatório n.º 1.210 d IPT, 1947
- Medida de resistência à penetração  
— Experiência do IPT  
Relatório Interno 1961
- Sondagens ao longo do traçado  
Norte-Sul — traçado Berrini  
Levantamento dos dados existentes  
pelo IPT  
Relatório n.º 4542 IPT 1967, Maio.
- Perfil do subsolo sob o Viaduto do  
Brás  
Fôlhas de desenho n.º 11 A e 12  
— Codrasa 23/12/66
- Publicação n.º 1 — Rodio  
Apresentação e referência Rodio 1963
- Publicação n.º 2 — Rodio  
Construção de diafragma pelo  
sistema Rodio  
Rodio-1961
- Publicação n.º 7 — Rodio  
Dam. Foundation Settlements due to  
saturation  
Rodio — H.U. Scherrer — 1965
- Earth Pressure and Shearing  
Resistance of Plastic Clay  
Simposio, 1943, A.S.C.E., Paper  
n.º 2.200, Transactions, Vol. 108,  
pág. 965.
- Sondagens existentes no IPT — Linha  
Leste-Oeste  
Rel. 4575 — 5/7/1967
- Karl Terzaghy  
Shield tunnels of the Chicago subway  
Journal of the Boston Society of Civil  
Engineers, July 1962
- Othelo Machado, Carlos Magalhães  
A resistência à penetração na fixação  
das taxas admissíveis dos terrenos de  
fundação  
Revista de Engenharia, Março 1955  
Vol. XIII, n.º 148
- Vera Cozzolino  
Statistical forecasting of compression  
Index Proc. V. Conf. Soil Mech.  
Foundation Engineering-Paris, Julho  
1961
- Ary Torres  
Mecanismo da corrosão do concreto  
pelas águas naturais agressivas  
Separata n.º 138, Boletim do Instituto  
de Engenharia, Agosto 1938
- Dra. Ruth Terzaghy  
Deterioração do concreto devido ao  
ácido carbônico  
Trad. de Lincoln A. Queiroz, 1948,  
Journal of the Boston Society of Civil  
Engineers, 1949
- DIN 4030  
Beton in betonschaedlichen Wassern  
und Boeden  
Deutsche Normen — September 1954
- DIN 4019  
Baugrund  
Deutsche Normen — Juni 1958 —  
Blatt 1
- DIN 4019  
Fundamentsetzungen 2. Teil  
Deutscher Normenausschuss —  
Wilhelm Ernst & Sohn — Berlin 31  
und Muenchen
- Sondagens — Rua Boa Vista  
SOBRA, 1958, Perfis
- Standard Method ASTM  
ASTM, 1939
- Solos e Pavimentação  
Normas Brasileiras, 1958,  
ABNT
- Samuel Chamecki  
Norma recomendada pela ABMS para  
projeto e execução de fundações  
Revista Estrutura n.º 25 — 1961
- Field permeability tests in boreholes  
Earth Manual — 1960
- Arthur Casagrande  
Classification and Identification of  
soils 1943
- American Society of Civil Engineers  
Technical Papers, 1947
- P.C. Rutledge  
Relation of undisturbed sampling to  
laboratory testing  
American Society of Civil Engineers,  
Transactions, Paper n.º 2229 — 1944
- F.F. Almeida  
As camadas de São Paulo e a  
tectônica da Serra da Cantareira  
Boletim Sociedade Brasileira de Geo-  
logia, Vol. 4 n.º 2 — 1955
- R.O. Freitas  
Sobre a origem da Bacia de São  
Paulo  
Boletim Paulista de Geografia n.º 9  
— 1951
- Josué Camargo Mendes  
O problema da idade das camadas de  
São Paulo  
Boletim Paulista de Geografia n.º 5  
— São Paulo — 1950
- Viktor Leinz  
Contribuição à Geologia da Bacia de  
São Paulo  
Boletim n.º 205, Geologia n.º 15,  
F.F.C.L. — U.S.P. — 1957
- C. W. Washburne  
Petroleum Geology of the State of São  
Paulo — Brazil  
Com. Geog. — Boletim n.º 22 — São  
Paulo — 1930
- Aziz Nacib Ab' Saber  
Geomorfologia do sitio urbano de São  
Paulo  
Boletim 219 — Geografia — 12 —  
F.F.C.L. — U.S.P., 1957
- As Laterites de Ultramar  
Portugal — Ministérios das Obras  
Públicas e do Ultramar  
Memória n.º 141 — 1959
- Karl Terzaghy/Peck  
Soil Mechanics in Engineering  
Practice  
John Wiley & Son, Inc. New York
- Grundbau Taschenbuch  
Band 1 und 2-1966  
Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin,  
Muenchen — 1966
- R. Haefeli  
Neuere Untersuchungen und  
Erkenntnisse ueber das Verhalten von  
Pfählen und deren Anwendung in der  
Praxis der Pfahlfundationen  
Schweizerische Bauzeitung 1961, 19.  
Jhrg. Heft 25 und 26,  
Zuerich — 1961
- R. Haefeli, H.B. Fehlmann  
Measurement of soil compressibility  
in situ by means of the model pile test  
Proceedings of the 4. Inst. Conf. of  
soil Mech. and Found. Eng. — London  
Vol. I — 1957
- Zusaetzliche technische Vorschriften  
und Richtlinien fuer Erdarbeiten im  
Strassenbau Ztve — StB 65  
Deutsche Normen — 1965
- Dr. J. Bonzel  
Beurteilungsgrundsätze und  
technische Massnahmen fuer Beton in  
angreifenden Waessern  
Betonstein-Zeitung 29 — Heft 11  
— Duesseldorf, 1963
- Capítulo 20**
- The São Paulo Tramway, Light and  
Power Limited  
Memorial dirigido à Prefeitura da  
Capital de São Paulo, 1925
- Prestes Maia, F.  
Plano de Avenidas para a Cidade de  
São Paulo, 1930
- Lopes Leão, M.  
O Metropolitano em São Paulo, 1945
- Projeto da Cia. Geral de Engenharia  
1948
- Moses, R.  
Programa de melhoramentos para a  
Cidade de São Paulo 1950
- Prestes Maia, F., Berrini, Jr. L.C.  
Ante-projeto de um sistema de  
transporte rápido  
PMSP — 1956
- Projeto — Depto. de Urbanismo da  
Prefeitura de São Paulo  
1957/61
- Tagung in Berlin — 1963  
Planung und Bau unterirdischer  
Verkehrswege
- Risch/Lademann  
Der oeffentliche Personennahverkehr  
1957
- Capítulo 23**
- H.F. Fricke, P. Form  
Einsatz der Nachrichtentechnik in  
einer zukunfftigen Zug- und  
Streckensicherung  
ETR-Eisenbahntechnische Rundschau  
6/65
- E. Kilb  
Groessere Leistungsfahigkeit des  
Nahschnellverkehrs mit neuzeitlichen  
Triebzuegen durch  
Linienzugbeeinflussung  
Glasens Annalen 10/67
- E. Kolbeck  
Die Projektierung de Scheibenbremse  
fuer Schienenfahrzeuge  
Glasens Annalen 11/62
- K. Krell  
Einfluss von Verzoegerungen,  
Beschleunigungen und  
Abstandssicherung auf die  
Mindestzugfolgezeit von S- und  
U-Bahnen  
Verkehr und Technik 12/64, 2/65
- H. Lagershausen  
Das Fahren auf elektrische Sicht,  
warum und wie?  
ETR-Eisenbahntechnische Rundschau  
6/65
- S. Lehmann  
Die Leistungsfahigkeit moderner  
Signalsysteme  
Verkehr und Technik 7/8/1967
- S. Lehmann  
Anfahr- und Zielbremsautomatik fuer  
Stadtschnellbahnen im Rahmen  
vorhandener Signalsysteme  
Verkehr und Technik 11/67
- W. Otter  
Zugbahntunk mit 80 elektrischen  
Lokomotiven zwischen  
Nuernberg und Wuerzburg  
Signal und Draht 10/65
- E. Parkinson  
Automatic Train Control for the Bay  
Area  
The Railway Gazette 6/67
- W. B. Riley, L. S. Gomolak  
Who's on the right track?  
Electronics 6/65
- H. Tappert  
Die Chancen des automatischen  
Zugbetriebs bei U-Bahnen  
Verkehr und Technik 2. Sonderheft  
1966
- Automatic devices are gaining  
acceptance  
Internacional Railway  
Journal 5/67



E. Hettwig  
Fernsprech-Waehlanlagen  
Verlag R. Oldenburg  
Muenchen 1952

S. Schmidt  
Der Allfernsprecher  
Signal und Draht 51/1959

H. Schmidt  
Die Waehl-Befehlsfernsprechanlage 61  
Elsners Taschenbuch fuer den  
fernmeld- und signaltechnischen  
Eisenbahndienst 12, 1962

#### Capítulo 24

Risch/Lademann  
Der oeffentliche Personenverkehr —  
1957

#### Capítulo 25

Dr. Ing. Wilhelm Müller  
Eisenbahnanlagen und Fahrdynamik  
Springer Verlag

Dr. Ing. H.O. Kimmeskamp  
Ein vereinfachtes Verfahren zur  
Ermittlung der Zugfoederungs-  
kosten.

#### Capítulo 30

Prof. Dr. Ing. Hermann Meier,  
Muenchen

Neuerungen im Gleisbau  
Verkehr und Technik 1963/Heft 7, 8  
und 9

Aufgaben und Probleme des  
Eisenbahnoberbaues  
Jahrbuch des Eisenbahnwesens, Folge  
18-1967

Das schwellenlose Gleis fuer  
Untergrundbahnen und Hochbahnen  
Verkehr und Technik 1964, Heft 7  
und 8

Dr. Ing. Josef Eisenmann, Muenchen  
Ausbildung und Bedeutung  
unmittelbarer Schienenbefestigungen  
fuer Untergrund- und Hochbahnen  
Nahverkehrspraxis 1964/7

Theoretische Untersuchung von  
Schienenspannaegeln  
ETR 1958 Heft 1

Untersuchung der Einspannung von  
Schienenspannaegeln  
Verkehr und Technik Heft 10

Oberbauforschung —  
Oberbautechnik  
Verkehrsingenieur 5 (1965) 7 — 8

Obering. Nils Lunden  
Ballastfreier Gleisoberbau  
Verkehr und Technik —  
Stockholm

Prof. Ing. habil. W. Koch  
Untersuchungen dynamischer

Vorgaenge bei U-Bahn-Tunneln und in  
deren Umgebung  
Verkehr und Technik —  
Hannover

K. Weber  
Schotter- und schwellenloses Gleis im  
U-Bahn-Bau unter Verwendung von  
Kunststoffen  
Berlin

Dipl. Ing. J.F. Deenik und Ing. J.A.  
Eisses  
Schienenbefestigung im Gleis ohne  
Schotter  
Eisenbahningenieur, Heft  
8-Utrecht 1966

S. Hilkenbach  
Die neue Berliner U-Bahnstrecke nach  
Britz-Sued  
Der Stadtverkehr Heft 1 —  
1964 — Berlin

Track Fastening for Tangent Track on  
Concrete  
Railway Gazette — Toronto

Dipl. Ing. W. Buch  
Der schwellenlose Oberbau im Tunnel  
der Hamburger U-Bahn  
Verkehr und Technik — Heft 6  
— 1963 — Hamburg

Prof. Dr. Ing. F. Birrmann  
Erfahrungen mit dem durchgehend  
geschweissten Gleis  
Der Eisenbahningenieur  
— Heft 10 — 1962

Dipl. Ing. A. Doll  
Die Schienenbefestigung bei der  
Deutsche Bundesbahn  
Minden

Dr. Ing. G. Criman  
Unterlagsplatten fuer Schienen im  
U-Bahn-Bau  
Ergebnisse amerikanischer  
Untersuchungen,  
Stuva Nachrichten 18/67

#### Capítulo 42

L. Koranyi  
Design of d.c. power supply for rapid  
transit systems  
The Railway Gazette, 1955,  
Okt., p. 783-189.

Prof. Ing. Patrassi, Angelo  
La scelta della tensione di  
elettrificazione per le ferrovie urbane  
a forte traffico  
Ingegneria Ferroviaria — Aprile 1964

IEC Publication 48  
Rules for electric transaction motors  
Fourth edition — 1961

IEC Publication 146 — 1. Auflage, 1963