

#### 4. O sistema proposto

##### 4.1. Sistema de Trânsito Rápido

###### 4.1.1. Rêde de Transportes Coletivos

###### 4.1.1.1. Os conceitos básicos

Até que ponto é conveniente o esforço de interferência no desenvolvimento de um centro urbano, é um questão, cuja complexidade é agravada pela presente impossibilidade de quantificação de um grande número de fatores envolvidos.

A escolha da estrutura básica do sistema de trânsito rápido está intimamente ligada a tal questão e fastidioso seria tentar reunir neste trabalho tôdas as considerações a favor das várias formas que poderia tomar a rêde projetada.

Na ausência ainda de um Plano Diretor Urbanístico que sômente agora está sendo elaborado, foi adotada uma política de atendimento aos desejos de deslocamento decorrentes de tendências naturais.

Baseou-se tal opção no fato de São Paulo já ser uma metrópole crescendo explosivamente; crescendo-se a estes a difícil topografia da região e sua grande extensão, e com certeza concluir-se-á, ainda que grosseiramente, pela inviabilidade da implantação de reformas radicais em sua estrutura.

Resultou assim a forma básica radial-concêntrica para a rêde de trânsito rápido, com o objetivo de transportar as grandes massas que se dirigem ao Distrito Comercial Central da cidade, ou o cruzem.

Não se poderia ainda deixar de considerar projetos elaborados para outros centros urbanos em todo o mundo e verificar que todos eles seguem esta mesma orientação.

###### 4.1.1.2. O ponto de partida

Como já foi explicado na proposta de realização de serviços pela H-M-D e parte integrante do escopo de trabalho do contrato, o ponto de partida para a proposição de hipóteses de traçado era a análise de todos os estudos existentes, e seu confronto com os dados e resultados de avaliações de tráfego disponíveis, de sorte a recolher os elementos válidos dos mesmos.

Cumprindo êsse programa inicial, remanesceu um primeiro acervo propositivo que, tendo resistido às exigências demonstradas pelas informações e avaliações de demanda de transporte, passou a se constituir nas primeiras hipóteses de traçado.

É mister revelar que entre os estudos precedentes, o "Ante-Projeto de um Sistema de Transporte Rápido Metropolitano", elaborado em 1955/6, foi o que apresentou maior adequação às exigências indicadas pelas estatísticas de demanda de transportes e, conseqüentemente, o que propiciou o maior número de hipótese válidas.

Progressivamente, como será descrito, estas hipóteses foram submetidas ao confronto com as exigências de tráfego evidenciadas, sucessivamente, pelas etapas de pesquisas e análises que, segundo o escopo de trabalho, foram desenvolvidas.

O relato posterior dará conta dêste processo reiterativo e das modificações que conseqüentemente foram impostas às possíveis hipóteses.

###### 4.1.1.3. Os modelos de alocação: rêdes de tráfego

Dentro das alternativas selecionadas para análise, (Figs. 4.1, 4.2 e 4.3), aqui denominadas respectivamente alternativas A, B e C, foram desenvolvidas as várias rêdes de tráfego, para alocação do tráfego previsto para 1987.

Cumprir notar que estas rêdes foram desenvolvidas a partir da "rêde básica", mantendo-se constantes os seus elementos.

Foram entretanto, introduzidas importantes modificações, que traduzem, em termos de modelo, os conceitos fundamentais do sistema integrado. Assim, estas rêdes apresentam poucas conexões paralelas ao traçado do metrô evitando a concorrência entre modos de transporte.

A seguir é apresentada uma descrição sumária dos traçados considerados:

a) Rêdes de tráfego I e II (Figs. 4.4 e 4.5).

As rêdes I e II representam o traçado da alternativa B; a diferença entre elas está no fato que na I foi admitido o sistema ferroviário não integrado, para a comparação das



Fig. 4.1  
Rêde de tráfego: Alternativa A



alterações ocasionadas pela introdução desta integração.

b) Rêde III (Fig. 4.6).

Esta rêde representa o traçado da alternativa B.

c) Rêde VI (Fig. 4.7).

O traçado da rêde VI é idêntico ao das rêdes I e II, a exceção da introdução do chamado Ramal de Moema na Linha Norte-Sul. O extremo Sul desta linha apresenta ainda pequena diferença, causada pela escolha final da localização das oficinas do sistema.

d) Rêde VIII (Fig. 4.8).

Esta é uma combinação das anteriores, tendo-se eliminado o ramo Sul da Linha Brooklin-Vila Bertioga.

#### 4.1.2. Distribuição e alocação do tráfego às rêdes

Utilizando os fatores de fricção desenvolvidos na calibração do modelo de gravidade, as viagens foram distribuídas e alocadas às várias rêdes estudadas.

##### 4.1.2.1. Alocação para 1967

Primeiramente, tanto para efeito de aferição dos resultados, quanto para já permitir uma análise do comportamento dos fluxos, foram feitas alocações para a situação 1967. Este procedimento teve a vantagem de permitir a locação por modos de transporte, propiciando condições para uma comparação mais acurada entre as várias alternativas.

As figuras 4.9. a 4.13 apresentam os resultados encontrados destas alocações.

##### 4.1.2.2. Alocações para 1987

Foram em seguida efetuadas as alocações do tráfego diário médio estimado para 1987, cujos resultados são apresentados nas figs. 4.14, 4.15 e 4.16. Note-se que estas alocações consideram ainda o total das viagens de 1987, devendo posteriormente ser ajustadas com dados da divisão modal daquele ano.

Os resultados já permitem no entretanto, a seleção da alternativa mais adequada, uma vez que não se

espera que aqueles ajustamentos alterem a sua posição relativa.

#### 4.1.2.3. Análise dos resultados

##### a) Influência da implantação na demanda das ferrovias

Para efeito da análise da influência da implantação do metrô sobre a demanda das ferrovias ressalta-se que as rêdes I e II representam o sistema ferroviário não integrado, enquanto que em II e IV esta integração foi considerada.

Dada a maior semelhança entre elas, foram inicialmente comparadas a situação atual e a rêde I, no que se refere ao número de passageiros alocados às conexões representando estradas de ferro, consideradas as viagens totais realizadas em 1967 por pessoas utilizando modos de transporte coletivo, cujos resultados são mostrados na figura 4.17.

Verifica-se então que se a rêde I estivesse implantada em 1967, poderia ocasionar um aumento de cerca de 28% na demanda das ferrovias.

##### b) Influência da integração das estradas de ferro

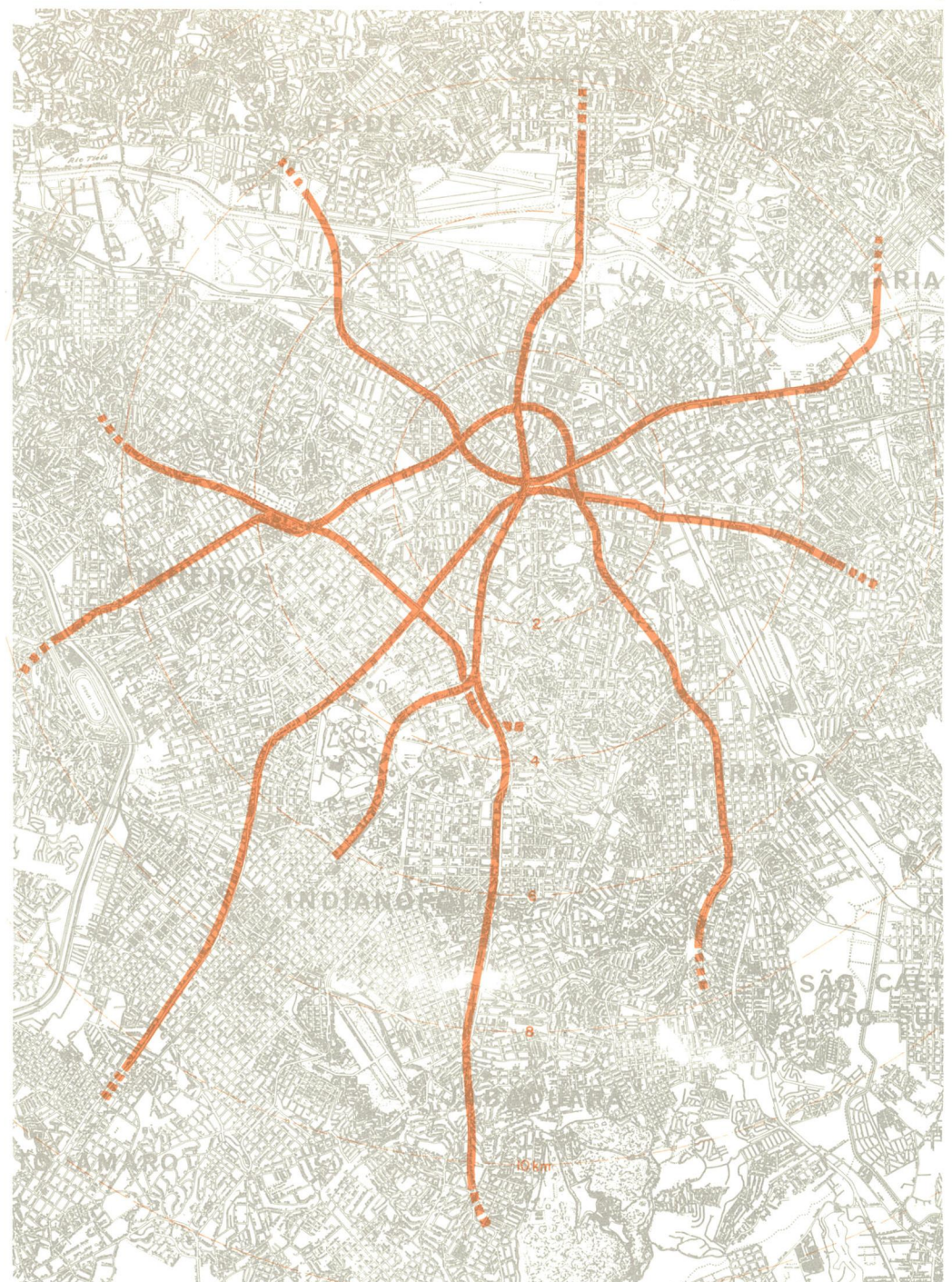
A análise da influência da integração das estradas de ferro em sua própria demanda foi feita pela comparação entre o número de passageiros nas rêdes I e II, que são apresentados na figura 4.18.

Verifica-se então que a integração, em termos do modelo, trouxe às ferrovias um acréscimo superior a 70% da demanda. É claro que ambos estão comparados supondo-se o metrô implantado, o que, sem dúvida, favorece a implantação. Pode-se esperar, contudo, numa hipótese pessimista, que a simples integração venha a significar um incremento de 50% de demanda para o sistema ferroviário.

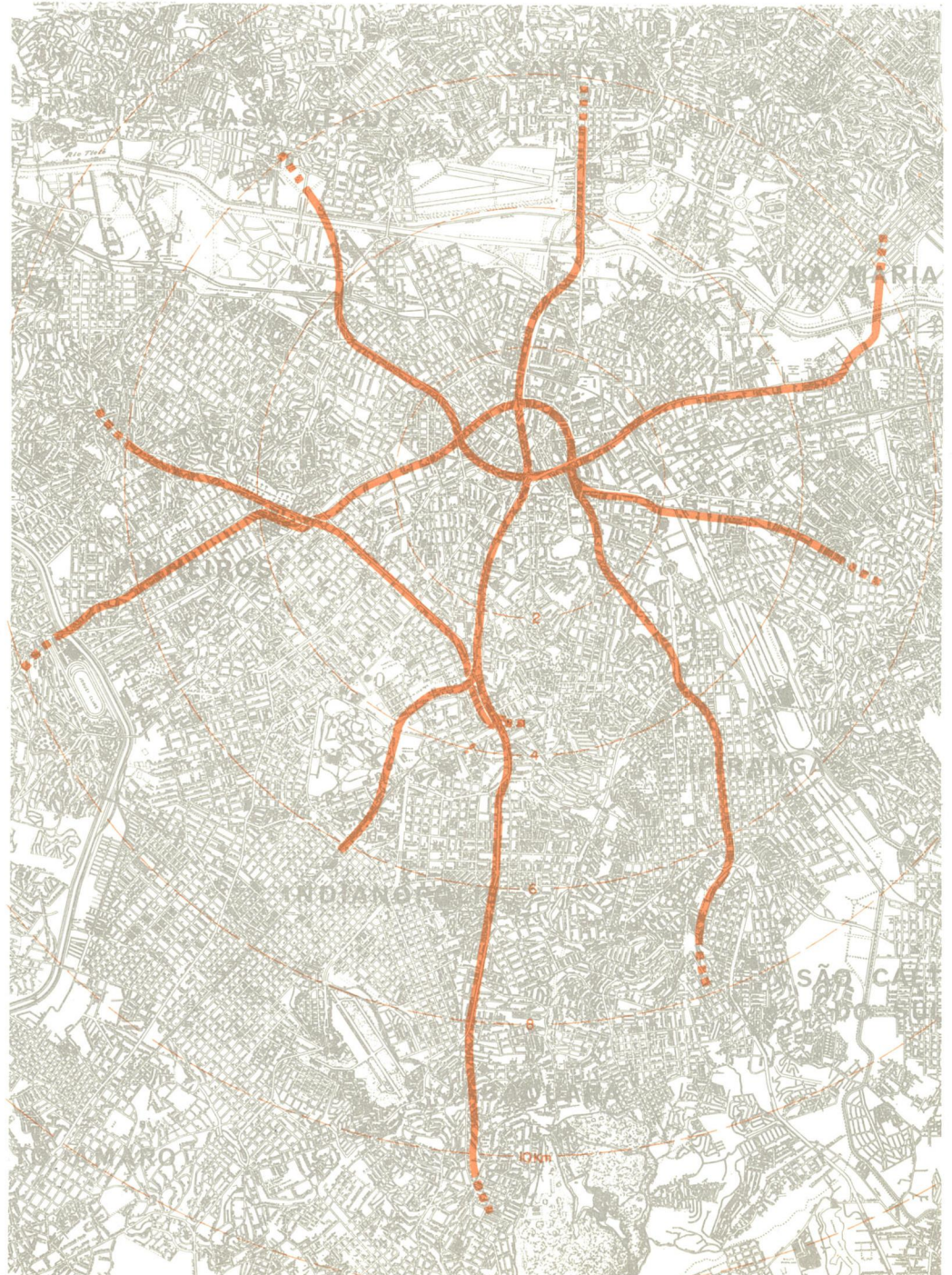
##### c) Comparação entre as rêdes

A comparação entre as várias alternativas de rêde foi efetuada em duas etapas.

Como primeiro passo, foi eliminada a rêde III, em virtude de apresentar carregamentos muito altos; note-se que esta foi uma tentativa de eliminação de uma linha (Moóca-Vila Bertioga), o que, contudo, ocasionou uma demanda excessiva ao longo da linha Leste, contra-indicando tal solução.



4.2



4.3

Fig. 4.2  
Rêde de tráfego: Alternativa B

Fig. 4.3  
Rêde de tráfego: Alternativa C

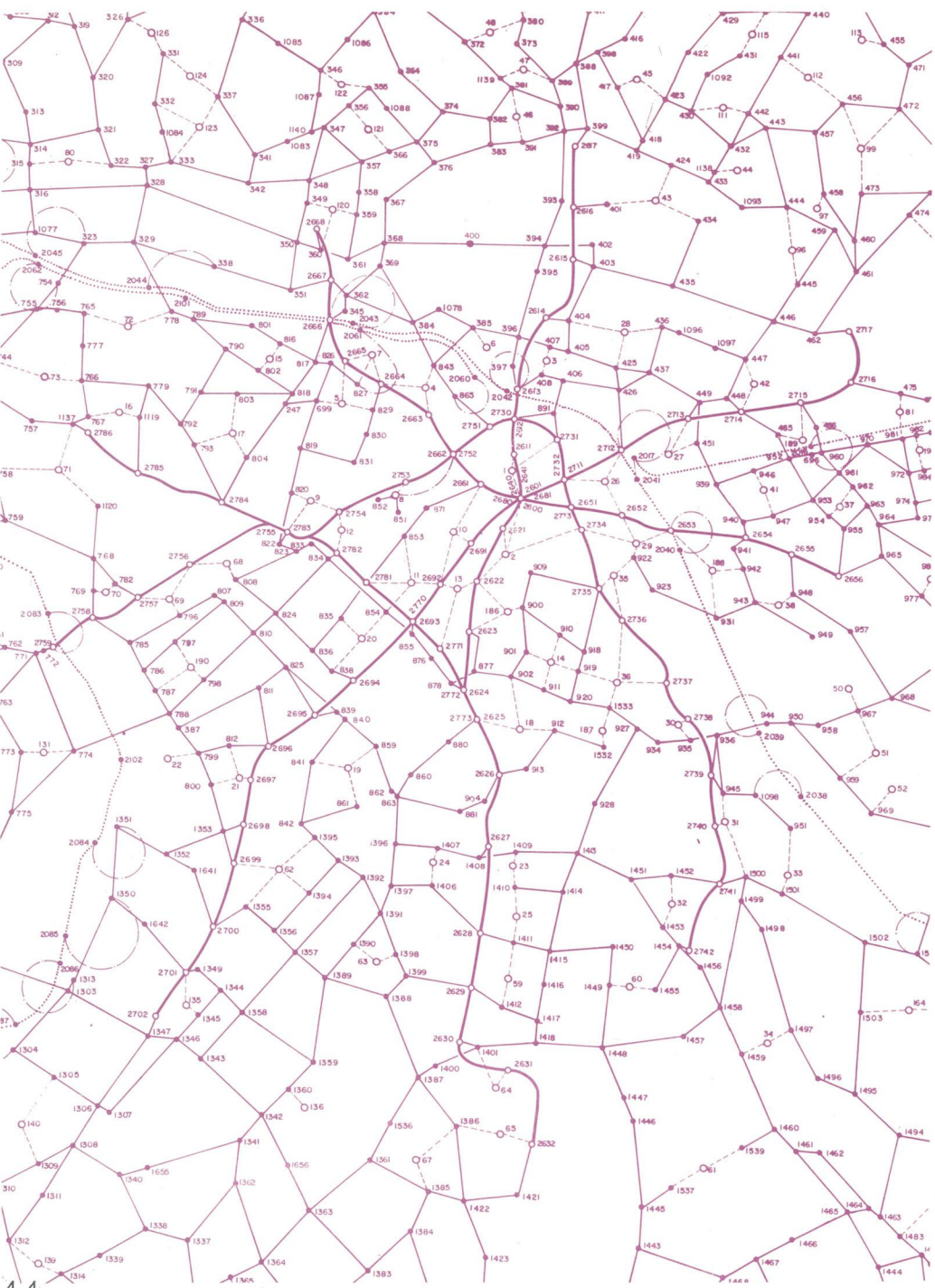
Fig. 4.4  
Rêde de tráfego I

Fig. 4.5  
Rêde de tráfego II

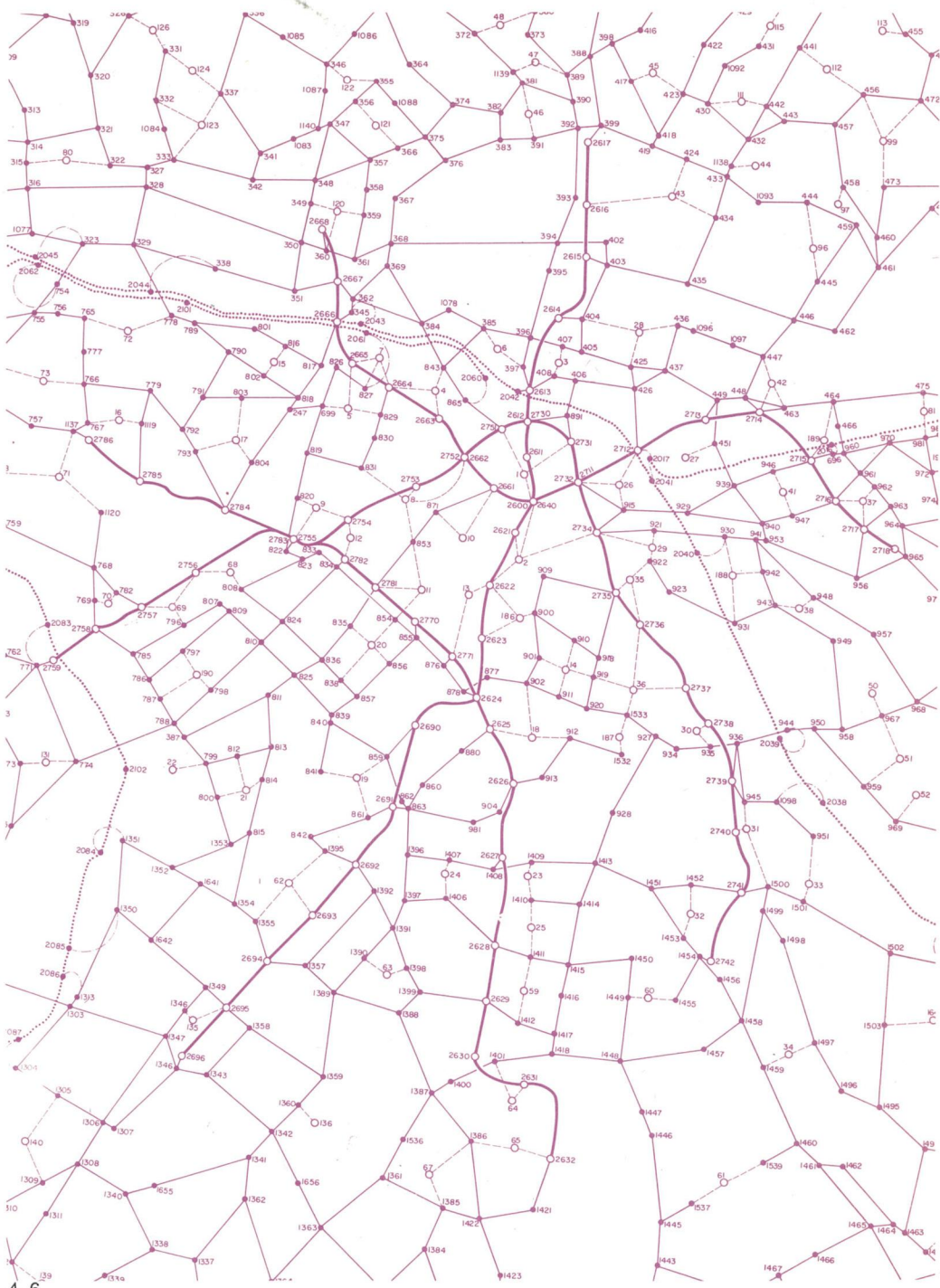
Fig. 4.6  
Rêde de tráfego III

Fig. 4.7  
Rêde de tráfego VI

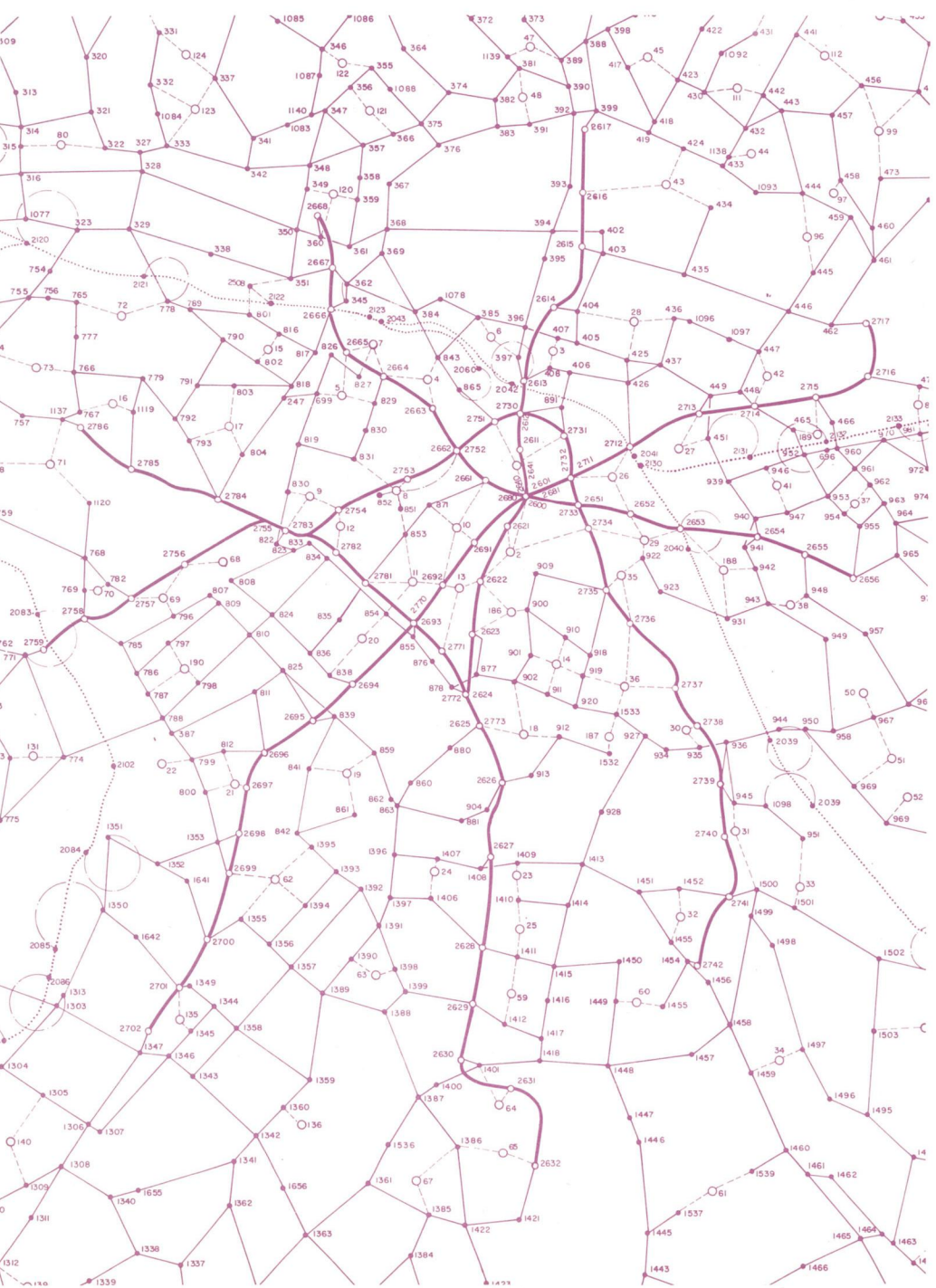




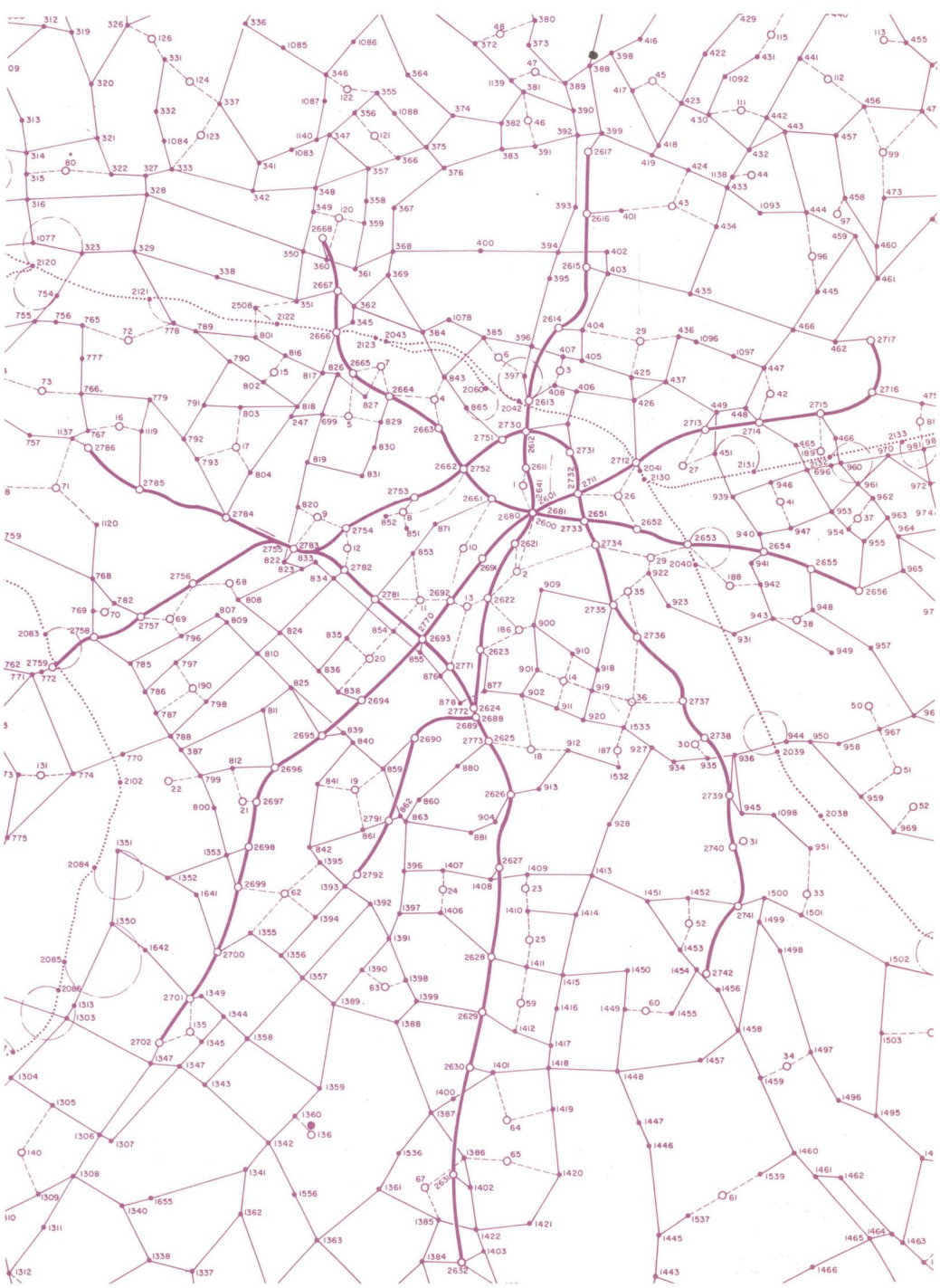
#### 4.4



4.6



4.5



4.7



As restantes foram comparadas utilizando-se os números totais de passageiros no metrô, apresentados na figura 4.19.

A discussão detalhada das vantagens e desvantagens de cada uma destas redes envolve considerações de ordem técnica, razão pela qual a escolha foi realizada pela equipe responsável pelo ante-projeto do sistema; no texto do relatório daquele ante-projeto poderá ser encontrada uma descrição desta análise, que conclui por julgar a rede VIII, como a mais adequada, recomendando-se sua implantação, ao menos numa primeira fase.

Note-se entretanto, que na rede finalmente adotada foi excluído o trecho Pedro II-Clóvis Bevilacqua do ramal de Vila Bertioga.

#### 4.1.2.4. Futura distribuição de tráfego

O modelo de gravidade, aplicado à rede VIII (utilizando os fatores de fricção desenvolvidos para o presente) revelou alterações de distribuição de tráfego acima dos valores que seriam normalmente esperados.

Da figura 4.20 pode-se constatar que houve grandes aumentos nos tempos médios das viagens com objetivos de educação, outras residenciais e não residenciais.

Dados os grandes aumentos previstos para a taxa de motorização, era de se esperar significativos aumentos nestes valores, embora atenuados pela concomitante

previsão de aumento das densidades demográficas; os números encontrados superam porém, o que seria de se esperar — 6%. As produções, através e a rede deverão sofrer análises críticas posteriores, em decorrência de alterações profundas do sistema viário e do próprio crescimento da cidade. Considerou-se no entanto que, para os objetivos do presente estudo, os resultados apresentaram nível de confiança satisfatório, respeitadas suas limitações.

#### 4.1.3. Divisão modal

A aplicação de modelos destinados a estimar a proporção do tráfego futuro que deverá ser atribuída aos diferentes modos de transporte, em especial a sua divisão entre transporte coletivo e transporte individual, encontra-se ainda em fase de desenvolvimento (1). A análise de variáveis realmente significativas para a escolha entre possíveis meios de transporte, em determinada comunidade, exige um estágio bastante adiantado de previsão das condições futuras da cidade e do nível de serviço oferecido pelos equipamentos viários planejados para o futuro.

Entretanto, em cidades onde os problemas de tráfego assumiram as proporções que tem em São Paulo, independentemente das diretrizes que possam, a mais longo prazo, modificar a concepção básica da cidade e de sua área metropolitana, a análise das tendências atuais é bastante indicativa dos fatores que condicionarão, nos próximos vinte anos, a utilização dos diferentes meios de transportes.

#### 4.1.3.1. Condições peculiares de São Paulo

A divisão modal ("modal split") obtida das pesquisas de tráfego para São Paulo, em 1967, ou seja:

Ônibus	3.814	61,0%
Ferrovia	373	6,0%
Auto-Taxi	1.901	30,5%
Outros	158	2,5%
	6.246	100%

corresponde a uma divisão entre transporte coletivo e transporte individual (incluindo neste os taxis) na seguinte proporção:

Coletivo (ônibus + trens)	67%
Individual (carros + taxis)	33%

Para a determinação de um modelo que permitisse a projeção para 1987 da divisão modal para São Paulo, foi feita a análise de regressão das viagens realizadas entre zonas que trocaram mais de 400 viagens, considerando as seguintes variáveis: que permitam prever os valores de Y para 1987, mediante funções lineares ou logarítmicas do tipo utilizado nos E.U.A., produziu coeficientes de correlação da ordem de apenas 0,60 e se mostrou inadequada a projeções que envolvem faixas de variação da ordem de 300%, como no caso do número de carros por pessoa. Esses estudos deverão prosseguir considerando as condições altamente peculiares da cidade de São Paulo. Essas condições podem ser ilustradas pelo fato de que um dos coeficientes utilizados nos Estados Unidos para prever, da forma aproximada, a divisão modal, o "fator de uso do transporte coletivo" ("Transit use factor"), que nas cidades americanas não excede o valor

12 (quando 92% das viagens orientadas para o centro seriam coletivas), tem em 1967 o valor 57 para a cidade de São Paulo (área do município incluída na área de pesquisa) e, em 1987, ainda o valor 29.

Esses valores resultam da combinação, peculiar em relação aos E.U.A., de altas densidades residenciais com índices relativamente baixos de automóveis por residências (2). E de certa forma confirmam a opinião do Bureau of Public Roads de que os modelos de divisão modal usados nos E.U.A. contém fatores implícitos que favorecem indevidamente o automóveis (3).

#### 4.1.3.2. Tendências de desenvolvimento do tráfego

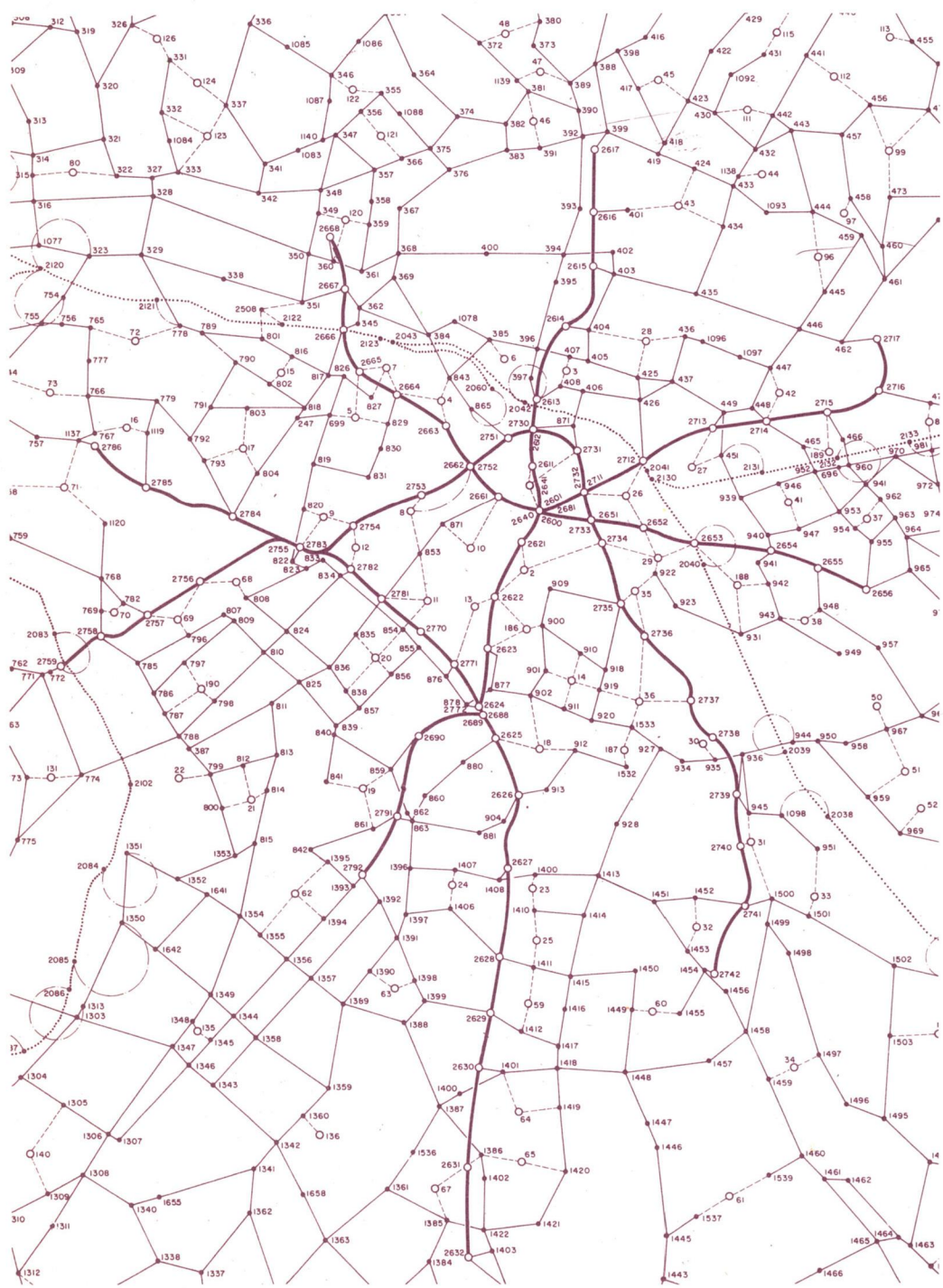
##### a) Utilização dos carros de passeio

O número de carros de passeio existente na área de pesquisa, em 1967, é de 415.000, correspondendo a um carro para cada 14,9 pessoas.

A figura 4.21 mostra, a partir de 1961, um aumento extraordinário do número de carros. As projeções realizadas no capítulo 3.3 dêsde relatório, mediante o ajuste da série a uma curva logística que tende assintoticamente para o limite de um carro para cada 3 pessoas, indicaram para o ano de 1987 a média de 4,12 pessoas por carro na área de pesquisa, ou seja, um total de 2.947.100 carros.

E, 1987 a média de viagens diárias por carro particular, indicada pelas pesquisas, foi de cerca de 2,6. O número de pessoas transportadas em média por carro em cada viagem foi de 1,48. O grande aumento previsto para o número de automóveis torna difícil avaliar o comportamento dos coeficientes de utilização dos veículos em 1987. O número de pessoas transportadas em média, por carro, tende a decrescer com o aumento da taxa de motorização; a curva da figura 4.22 que traduz a experiência dos estudos de tráfego realizados em várias cidades dos E.U.A. indica, para 1987, um índice da ordem de 1,35 pessoas transportadas por carro em São Paulo, correspondente à taxa de motorização de 4,12 pessoas por carro.

O número médio de viagens que cada carro realiza diariamente tende a decrescer à medida que aumenta o número de residências com dois ou mais carros. Para 1987 foi admitido que esse índice diminuisse para 2,5 viagens por carro.



Rêde Número de passageiros (1.000)

1. Situação atual	373
2. I	476
3. 2/1	128

4.17

Rêde Número de passageiros (1.000)

I	476
II	805

4.18

Rêde N.º de pass. (1.000) Comprimento (km)

II	5475	73,1
VI	5513	77,5
VIII	5272	66,2

4.19

Fig. 4.8 Rêde de tráfego VIII

Fig. 4.9 Alocação do tráfego de 1967 à rede I

Fig. 4.10 Alocação do tráfego de 1967 à rede II

Fig. 4.11 Alocação do tráfego de 1967 à rede III

Fig. 4.12 Alocação do tráfego de 1967 à rede VI

Fig. 4.13 Alocação do tráfego de 1967 à rede VIII

Fig. 4.14 Alocação do tráfego de 1987 à rede II

Fig. 4.15 Alocação do tráfego de 1987 à rede VI

Fig. 4.16 Alocação do tráfego de 1987 à rede VIII

Fig. 4.17 Número de passageiros nas conexões de estradas de ferro em 1967; viagens em coletivos

Fig. 4.18 Número de passageiros nas conexões de estradas de ferro em 1967; viagens em coletivos

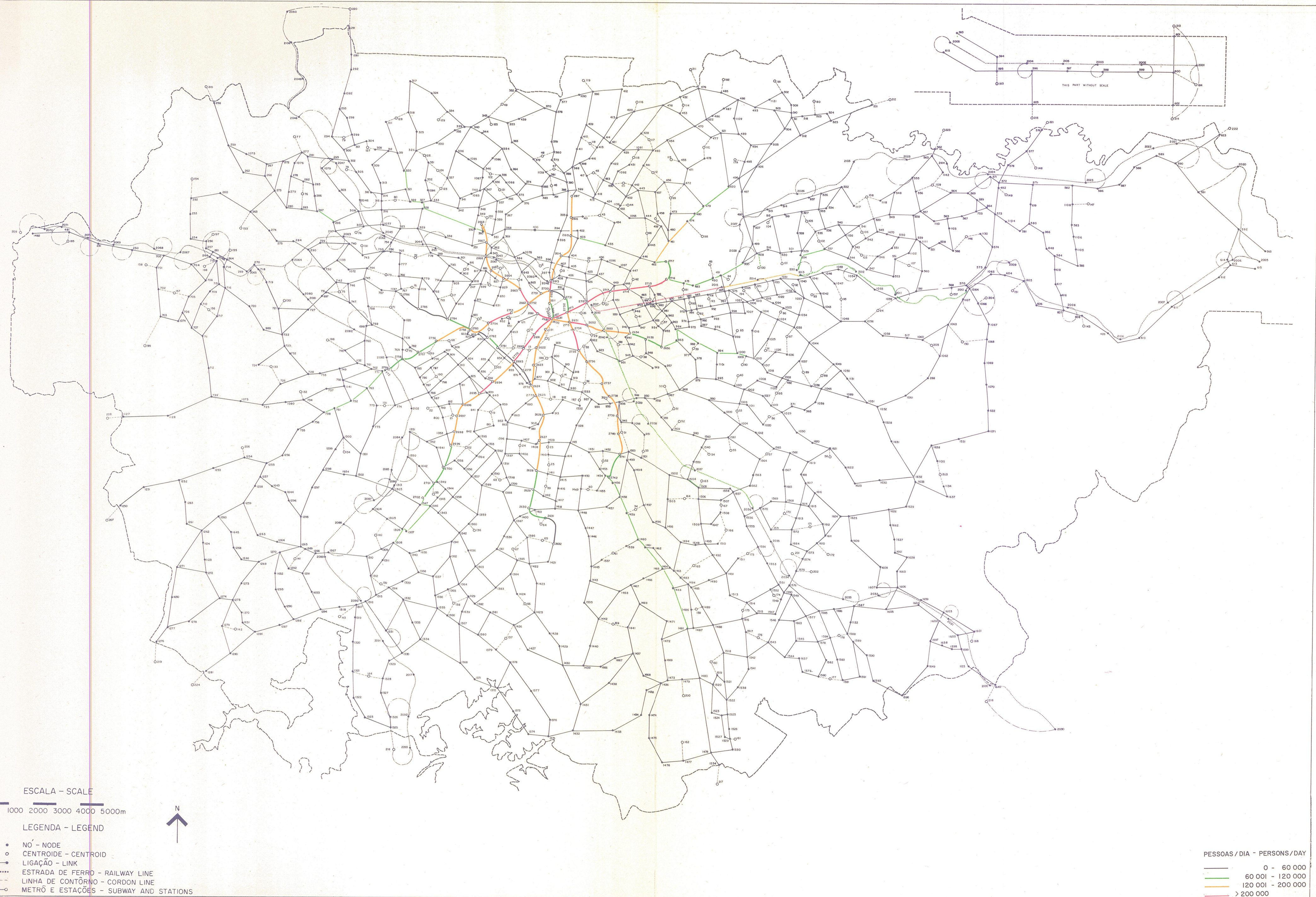
Fig. 4.19 Volume total de passageiros nas linhas do Metrô em 1987; viagens totais

(1) «Modal Split» — Bureau of Public Roads — December 1966 — pg. 132.

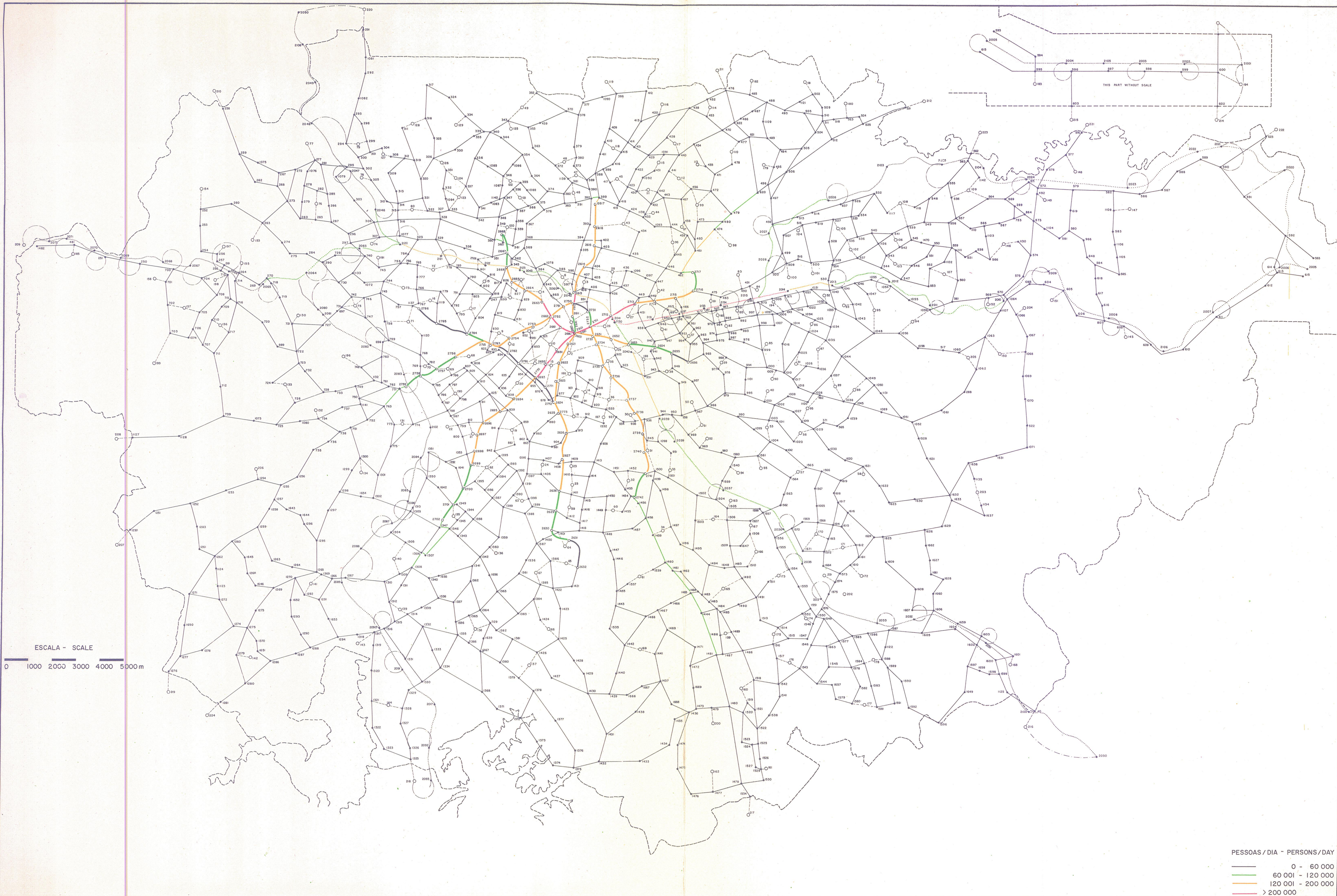
(2) «Future Highways and Urban Growth» — Wilbur Smith and Associates — Feb. 1961 — pg. 130.

(3) «Modal Split» — Bureau of Public Roads — December 1966 — pg. 132.

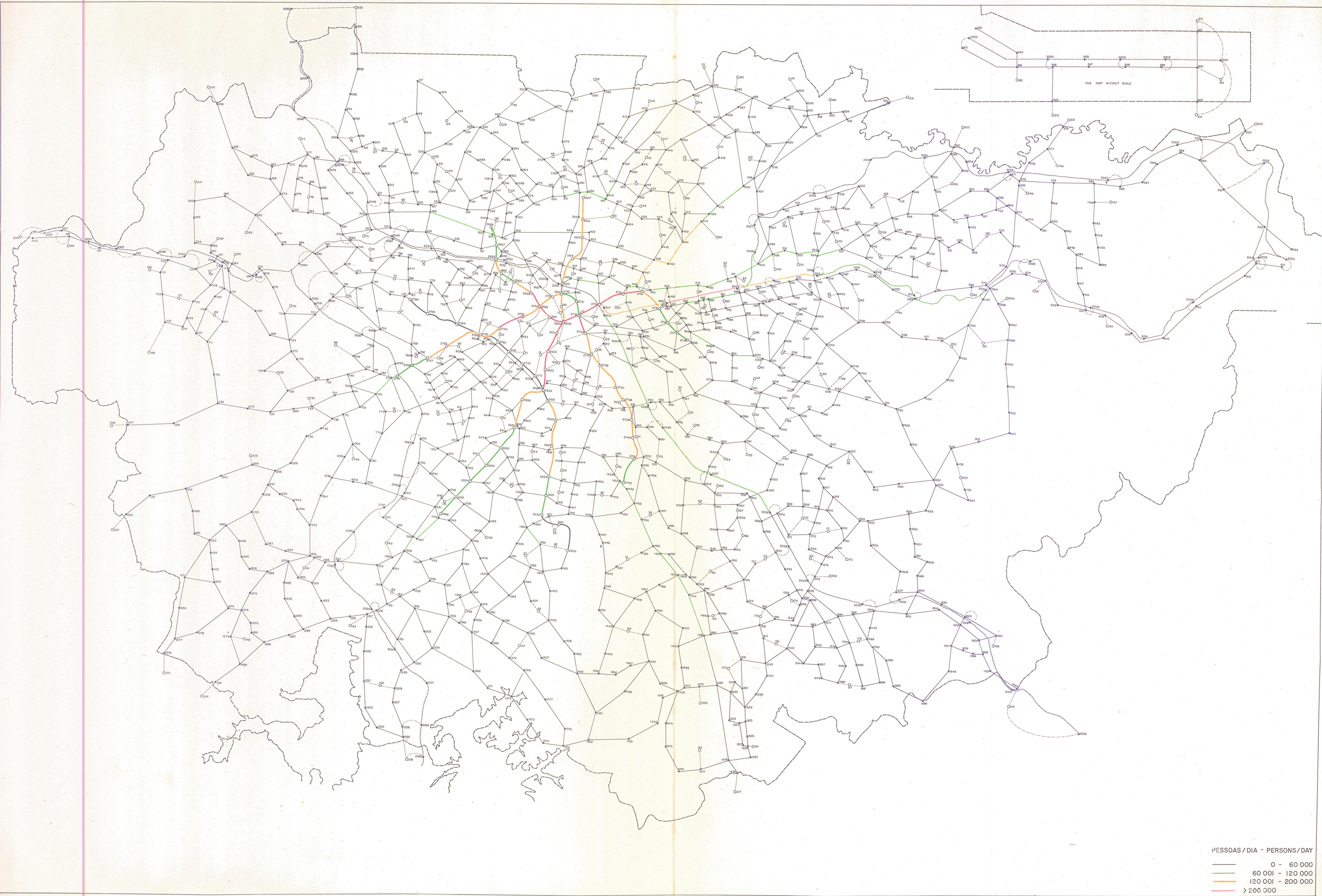




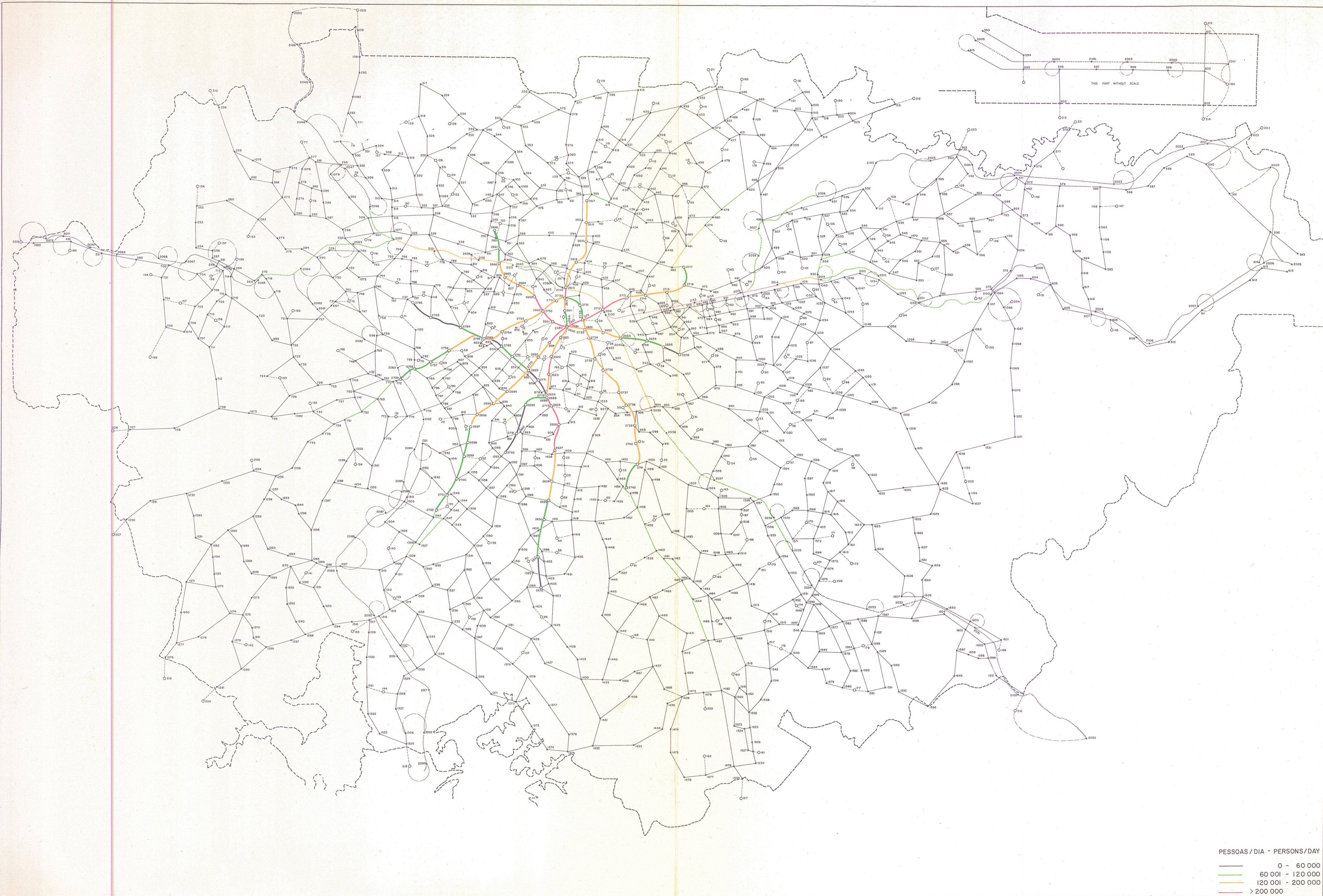




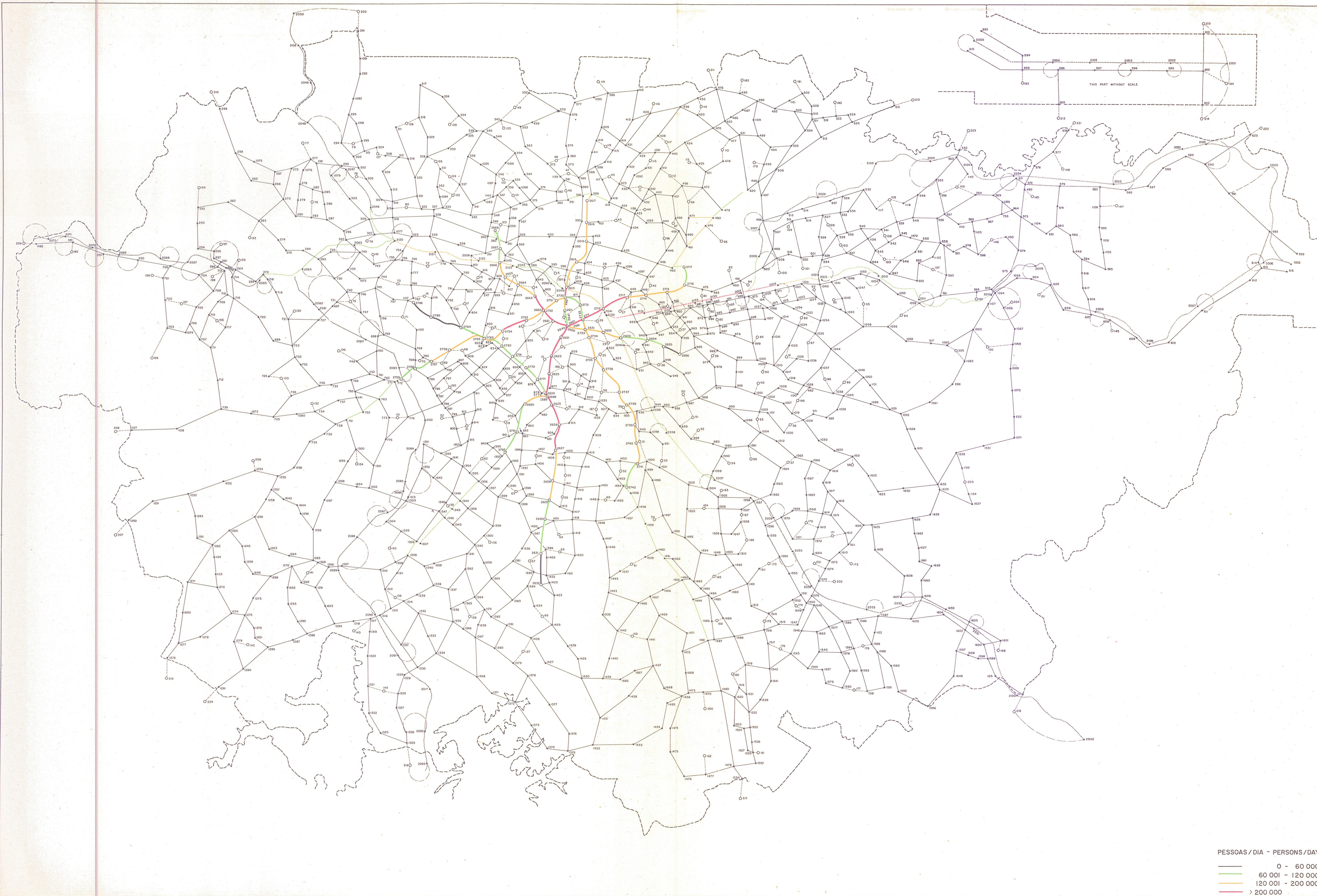




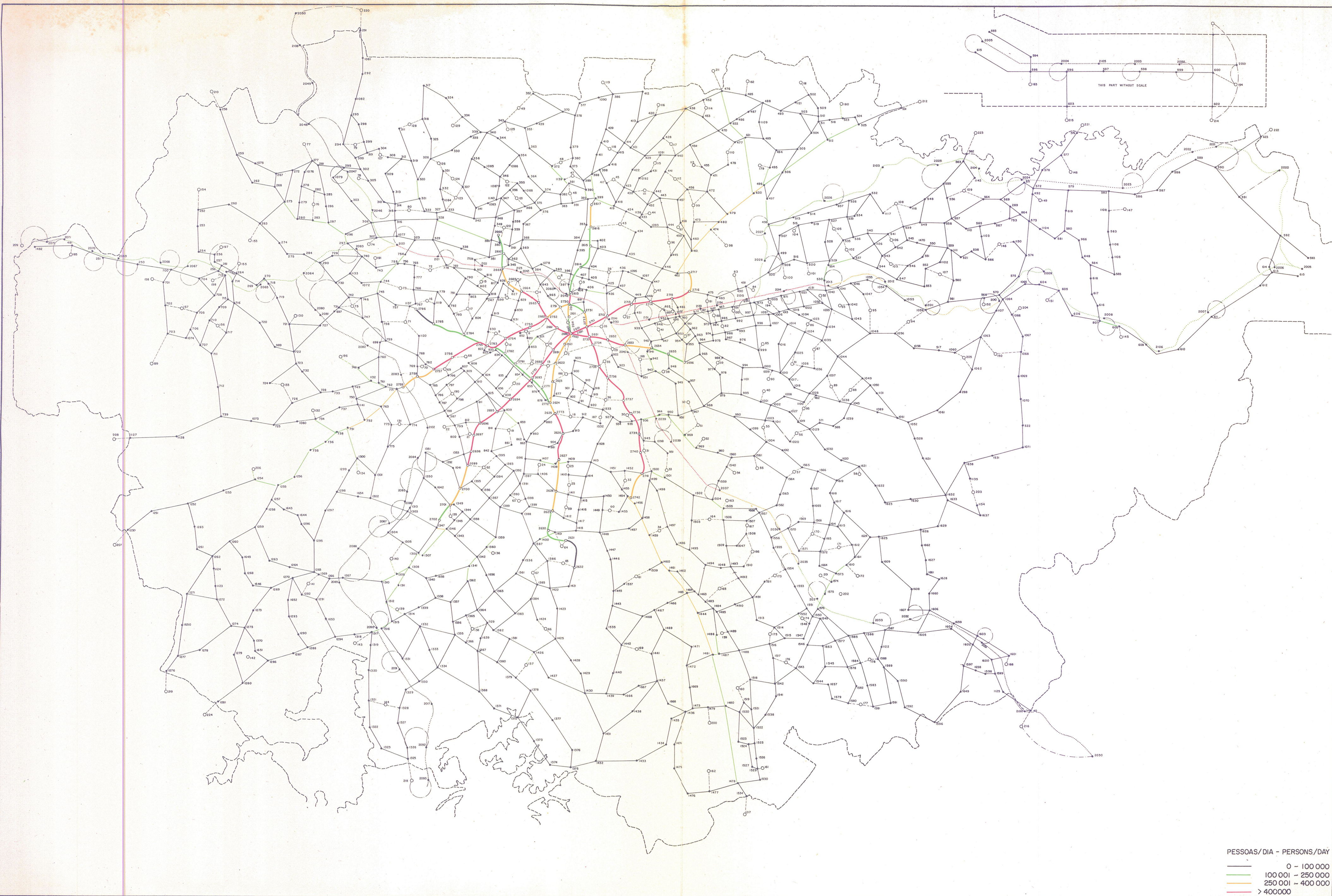




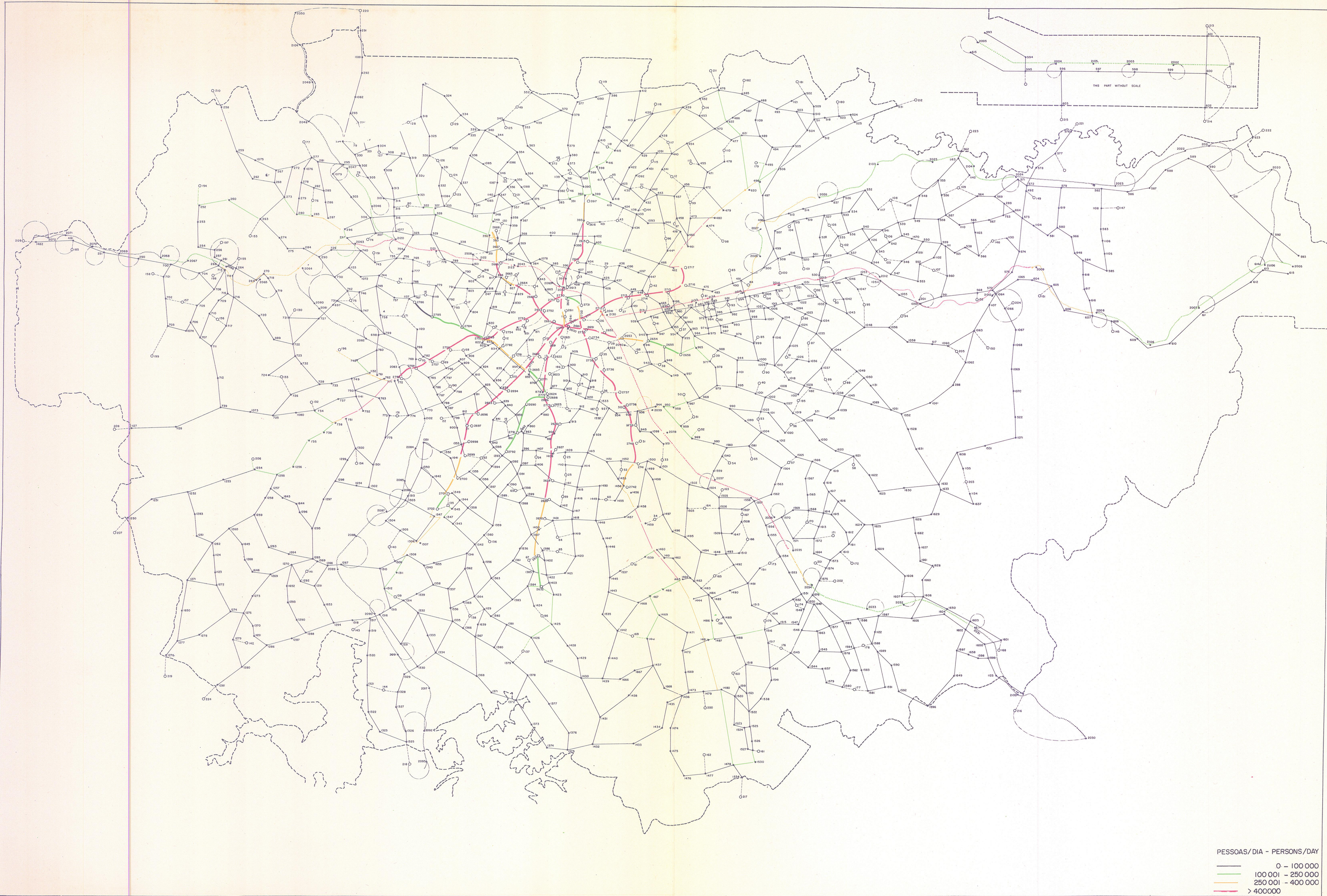




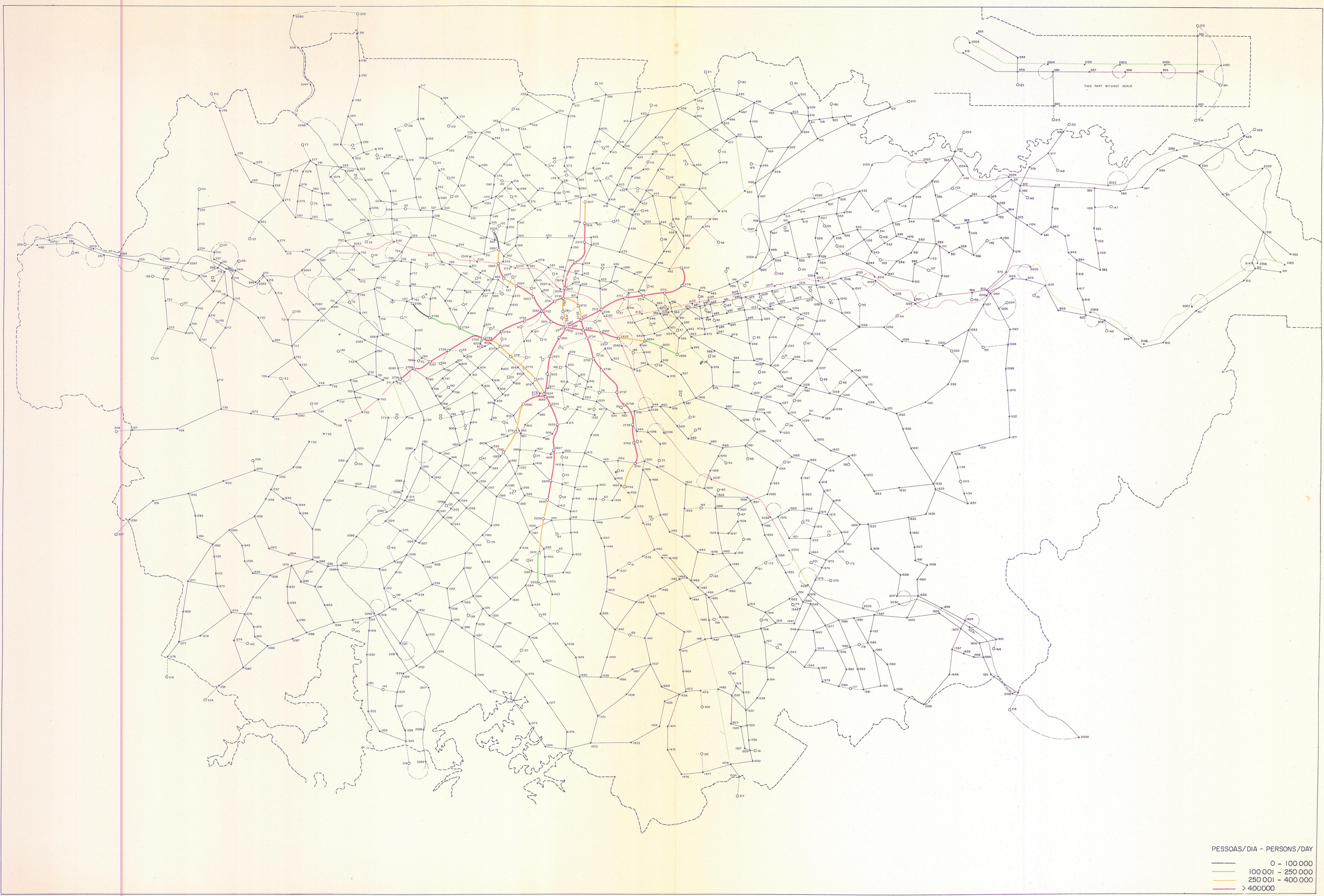












PESSOAS/DIA - PERSONS/DAY

0 - 100 000
100 001 - 250 000
250 001 - 400 000
> 400 000



Assim, para 1987, o número total de viagens por automóvel que os habitantes da área de pesquisa tenderiam a realizar, se a rede viária tivesse capacidade suficiente para tanto, seria de 10.000.000 de viagens por dia.

#### b) Tráfego suburbano ferroviário

O transporte suburbano ferroviário na área de São Paulo cresceu, no período de 1940 a 1967, de acordo com as taxas médias anuais apresentadas na figura 4.23.

A taxa de crescimento do último período destoa dos períodos anteriores devido à estagnação da oferta, pois, o número de trens-unidade permaneceu praticamente constante, apesar dos melhoramentos em sinalização e eletrificação implantados a partir de 1960. Uma vez que novos melhoramentos já estão programados nas ferrovias que fazem o tráfego suburbano, incluindo a aquisição de trens unidades, é mais representativo, para projeção do uso da ferrovia, utilizar a taxa geométrica que corresponde ao crescimento no período 1950/67, isto é, 6,5% ao ano. Dêsse modo, as 373 mil pessoas transportadas por dia em 1967 teriam aumentado para cerca de 1314 mil em 1987.

#### c) Divisão modal futura

Considerando que as viagens por outros modos seriam praticamente insignificantes em 1987, e que assim as viagens que não fossem realizadas por automóveis ou ferrovia suburbana, na ausência de um sistema de trânsito rápido, seriam feitas em ônibus, a distribuição das 17.242.900 viagens por dia previstas para o ano de 1987, pelos principais modos de transporte, seria a seguinte:

Modo	Número de viagens	%
Automóveis	10.000	58,0
Ônibus	5.929	34,4
Trem	1.314	7,6
	17.243	100,0
Transporte individual		58%
Transporte coletivo		42%

Os valores acima, não obstante as hipóteses em que se baseiam, correspondem, em essência, às tendências que se vêm observando nas demais cidades, nos últimos anos. O maior peso do transporte urbano vai sendo, cada vez mais, carregado pelo tráfego individual. Entretanto, na ausência de sistemas de trânsito rápido utilizando vias de uso exclusivo, as deficiências de capacidade do sistema viário impõem restrições que tornariam inviável, na área metropolitana de São Paulo, a distribuição de viagens pelos modos de transportes nas proporções acima, principalmente nas horas de pico e nas viagens orientadas para o centro da cidade.

#### 4.1.3.3. Divisão modal na área central da cidade

A análise da capacidade viária do centro da cidade estabelece limitações da maior importância ao tráfego de veículos, principalmente nas horas de pico, que afetam profundamente a utilização do transporte individual. Já em 1967, com 22,2% da área do centro reservados ao uso viário, a capacidade da rede viária central está praticamente esgotada. Foi escolhida para análise a área do

centro indicada na figura 2.24 — e compreendida pelas zonas de tráfego n.º 1, 2, 3, 8, 10, 11, 13 e 186, que abrange os subdistritos da Sé, Liberdade, Santa Efigênia, Bela Vista e parte da Consolação. O número de viagens por dia útil obtido das tabelas do modelo de gravidade D, após a multiplicação pelo fator de expansão 1,162 com o resultado apresentado na figura 4.25.

É bastante significativo o fato de que 50% das viagens que cruzam os limites do centro não se destinam ao centro, mas apenas o utilizam como acesso a outras zonas da cidade.

A fim de verificar a possível distribuição desse tráfego entre tráfego individual e coletivo, deve ser estimada a provável capacidade da rede viária do centro urbano em 1987. Para isso foi utilizado o método adotado por Leibbrand, que estima a capacidade de um centro urbano pela capacidade máxima de saída ou entrada horária de veículos, isto é, pela soma da capacidade de todas as vias que saem do centro urbano. A fórmula utilizada por Leibbrand (1) é a seguinte:

$$Z = \frac{4 \times 100 F}{2} \times \frac{1 - 1-S}{|K|} \times \frac{e}{d}$$

onde

Z = capacidade máxima em unidades de carros de passeio/hora (PCU/hr).

F = área do centro urbano em hectares (4 x 100 F) é o perímetro aproximado em metros, se o tráfego pode escoar-se pelos quatro lados do quadrilátero central da área F.

S = fração decimal da área total ocupada por áreas viárias.

K = fator de correção para as interrupções do fluxo de tráfego.

e = capacidade em carros por hora de cada pista de largura b em metros.

A capacidade depende diretamente do valor aceito para e, que traduz a velocidade de escoamento dos veículos ao deixar ou entrar o centro da cidade e, portanto, determina as condições máximas de congestionamento e o nível do serviço admitidos para as horas do pico. Para vias urbanas com cruzamentos de nível, sinalização e calçadas com acostamento, adotando-se uma pista de 3,5 metros de largura, o valor médio adotado é de 700 carros de passeio por hora e por pista. A área do centro urbano acima delimitado é de aproximadamente 1.000 hectares. É possível admitir que em 1987, com a execução das obras que já estão sendo planejadas e outras que o Plano Urbanístico Básico venha a recomendar, a porcentagem de áreas viárias no centro tenha subido de 22,2% para cerca de 25% (esta proporção em Chicago é da ordem de 40% e em Los Angeles de 60%). Corrigindo as interrupções do fluxo de tráfego por um fator K = 1,3, obtém-se:

$$Z = 130.000 \text{ carros de passeio/hora.}$$

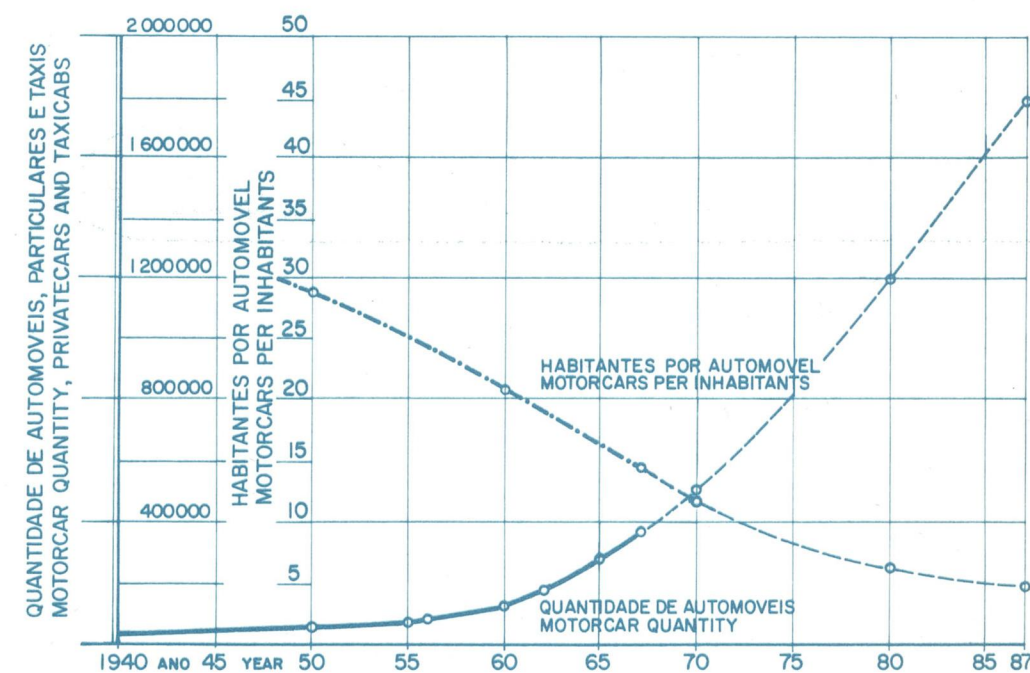
Estimando em 10% o número de ônibus e caminhões na hora do pico, equivalente cada um a 2 unidades de carros de passeio, restam ainda cerca de 106.000 viagens de carros de passeio por hora para o tráfego individual em cada sentido. Outros fatores que restringem a

Objetivo	Tempos médios de viagens (min)		Alteração (2)/(1)
	1967 (1)	1987 (2)	
1. Internas			
1.1 Residenciais			
1.1.1 Trabalho	44,23	44,48	1,01
1.1.2 Educação	32,42	37,44	1,15
1.1.3 Outros	38,40	43,31	1,13
1.2 Não residenciais	34,24	49,13	1,43
1.3 Externas	58,97	60,92	1,03
Total	41,43	44,17	1,07

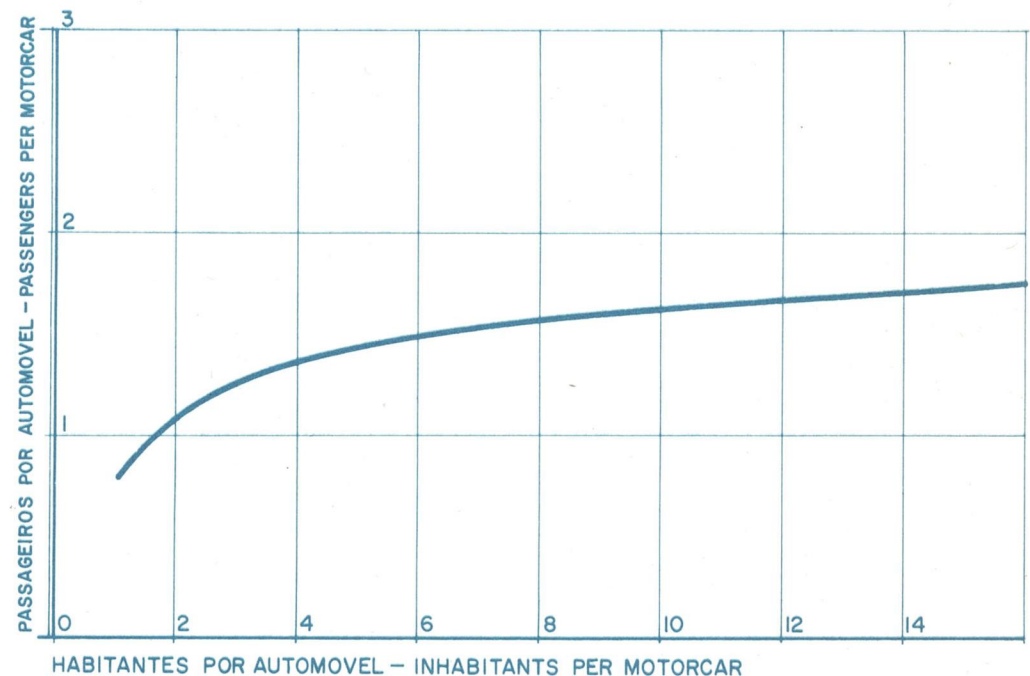
(1) Pesquisa OD

(2) Modelo de gravidade, rede VIII

4.20



4.21



4.22

Período	Taxa média anual (%)
1940/50	8,2
1950/60	9,2
1960/67	2,7

4.23

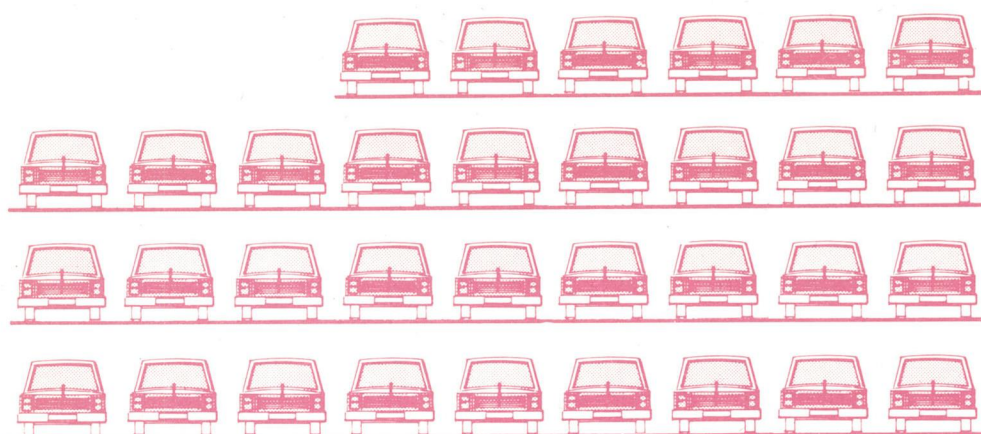
Fig. 4.20  
Tempos médios de viagem

Fig. 4.21  
Quantidade de automóveis em São Paulo de 1940 a 1967 e tendência do desenvolvimento no futuro

Fig. 4.22  
Lotação média dos automóveis em relação ao grau de motorização de acordo com investigações nos E.U.A.

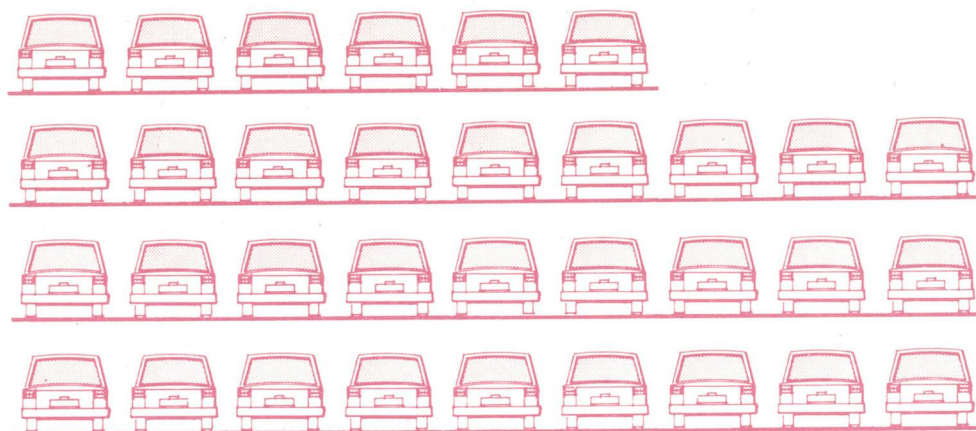
Fig. 4.23  
São Paulo — Taxas médias anuais de crescimento do tráfego ferroviário suburbano





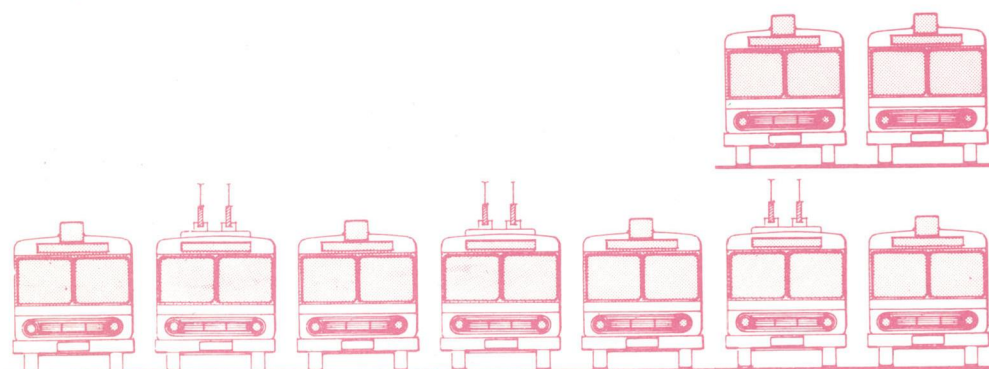
**AUTOMÓVEIS : 33 FILAS, CORRESPONDENDO A UMA LARGURA DE 80 M.**

VELOCIDADE : 11 KM/H  
LOTAÇÃO : 4 PESSOAS



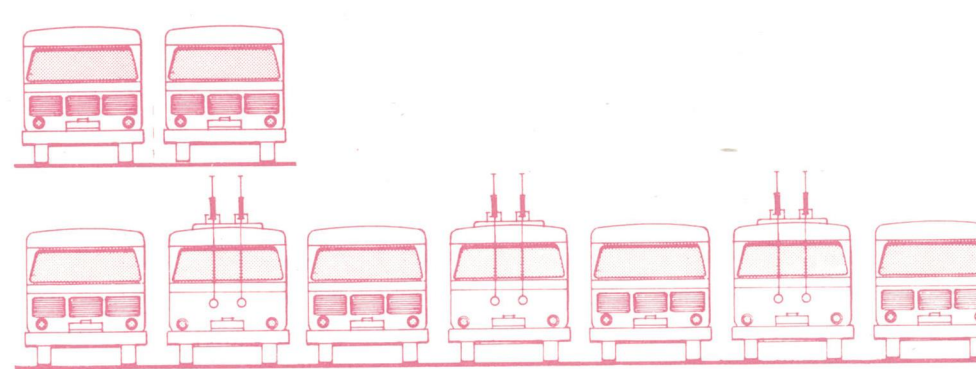
**PRIVATE CARS : 33 LANES, CORRESPONDING TO A TOTAL WIDTH OF 80 M.**

SPEED : 11 KM/H  
LOAD : 4 PERSONS



**ÔNIBUS E TRÔLEIBUS : 9 LINHAS, CORRESPONDENDO A UMA LARGURA DE 27 M.**

VELOCIDADE : 11 KM/H  
INTERVALO : 30 SEGUNDOS



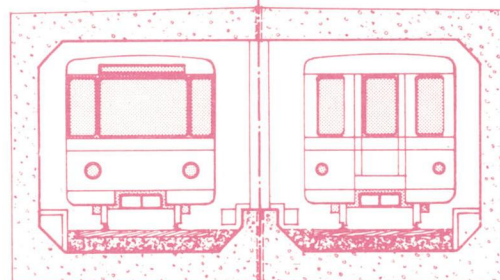
**BUSES AND TROLLEYBUSES : 9 LANES, CORRESPONDING TO A TOTAL WIDTH OF 27 M.**

SPEED : 11 KM/H  
HEADWAY : 30 SECONDS



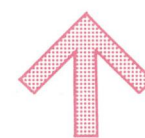
**SISTEMA DE TRÂNSITO RÁPIDO (METRÔ) - 1 LINHA : 5.50 M.**

VELOCIDADE : 35 KM/H  
INTERVALO : 90 SEGUNDOS



**RAPID TRANSIT SYSTEM (METRO) - 1 TRACK : 5.50 M.**

SPEED : 35 KM/H  
HEADWAY : 90 SECONDS



4.24

capacidade viária do centro, como a limitação de áreas disponíveis para estacionamento e a desigual distribuição direcional dos fluxos de tráfego que irradiam do centro, podem vir a ser compensados por medidas adequadas de planejamento do centro da cidade e da inversão da mão de direção em certas vias, conforme a direção do pico. Assim, foi adotado o valor de 106.000 viagens de carros de passeios por hora no sentido principal do pico.

A ocupação média do carro particular prevista para 1987 é de 1,35 pessoas. Todavia, em viagens no centro urbano e nas horas de pico da tarde, segundo pesquisas de tráfego, pode-se contar com uma ocupação média mais alta, da ordem de 1,6 pessoas por carro.

Nas horas do pico da manhã essa ocupação baixa para cerca de 1,2 pessoas por carro, de forma que foi adotado o valor médio de 1,35.

Assim, nas horas de pico, podem ser transportadas em carros de passeio, que cruzam os limites da área na direção do pico, um máximo de cerca de 143.000 pessoas por hora. Admitindo que, nas horas de pico, devam ser transportados 11% do tráfego total por hora e sentido, obter-se-ia 627.000 viagens nessa hora, representando, cada uma, um cruzamento no sentido do pico.

Assim, em virtude da reduzida capacidade viária, apenas 143.000 pessoas, isto é, 23% podem ser transportadas em carros de passeio. As restantes 483.000, isto é 77% do total, precisam utilizar nas horas de pico meios de transporte coletivo

para alcançar seu destino. Esse número pressupõe, ainda, que os 53.000 carros de passeio que deixam o centro, por hora, transportando passageiros oriundos do centro (cerca de 50% das viagens) possam ter encontrado estacionamento na área de 1.000 hectares, acima delimitada, o que, para estacionamento ao nível do solo, à base de 20 metros quadrados por carro, exigiria 21% da área central dedicada a estacionamento (considerando os carros correspondentes a 2 horas de pico). Se a média de níveis de estacionamento é de 4 pavimentos, a área que precisará ser destinada a este fim será reduzida a 5% da área central. Os dados de 23% e 77% comparam favoravelmente com a divisão de viagens no centro da cidade entre transporte individual e transporte coletivo, típica das grandes cidades americanas orientadas para o tráfego coletivo (1).

#### 4.1.3.4. Divisão modal geral em 1987

A distribuição pelos diversos meios de transporte do número total de viagens realizadas por dia na área de pesquisa, levando em consideração a restrição da capacidade da área central em 1987, poderá ser feita pela análise e combinação dos vários grupos de viagens sujeitos a diferentes tendências de divisão modal.

As viagens que se destinam ao centro ou dele se originam, nas horas de pico, estarão sujeitas à divisão 77% coletivo, 23% individual. As viagens intrazonais e entre as zonas

do centro, definidas na figura 4.25, estarão sujeitas à divisão geral entre transporte coletivo e individual (42/48), pois são em pequeno número e, nessas zonas, é maior a disponibilidade de taxis. As viagens que cruzam o centro, nas horas de pico, uma vez que os motoristas têm a alternativa de, para uma certa parte dos trajetos, escolher vias que contornem o centro, distribuir-se-iam numa composição intermediária entre as proporções 77/23 e 42/58. Admitindo que, o número total de viagens coletivas será:

Tipo de viagem	Quant. total (1 000)	Divisão modal (%)	Viagens colet. (1 000)
Para/do centro	313,5	77	241,5
Internas do centro	25,6	42	10,7
Através o centro (1/2)	156,7	77	120,8
Através o centro (1/2)	156,8	42	65,8
	652,6	67	438,8

Assim, nas horas de pico, para as viagens cujas linhas de desejo, envolvem o centro, a divisão modal será aproximadamente:

Transporte coletivo	67%
Transporte particular	33%

Considerando o total da área de pesquisa, e adotado para as viagens que não envolvam a parte central da cidade a divisão modal inerente à tendência ao uso do automóvel (42/48), a divisão modal para toda a área, nas horas do pico, será:

Tipo de viagem	Quant. total (1 000)	Divisão modal (%)	Viagens colet. (1 000)
— que interessam o centro	652,0	67	438,8
— externas ao centro	1.244,1	42	522,2
Total	1.896,7	51	961,0
Transporte coletivo	961,0	51	961,0
Transporte individual	935,7	49	

Fora das horas do pico as restrições viárias são reduzidas, embora em certas áreas, principalmente o centro, as restrições de estacionamento substituam, até certo ponto, as dificuldades oriundas do congestionamento da rede viária. Assim, admitimos que, para o total de viagens para ou do centro, ou internas do centro, a divisão modal de 77/23 se aplique nas 24 horas. Para as viagens que cruzam o centro, admitimos, fora das horas de pico, a divisão modal 42/48. Sob essas premissas, a distribuição total de viagens diárias entre transporte coletivo e individual na área de pesquisa será, admitindo que 44% do tráfego central corresponda a 4 horas de pico diárias:



Tipo de viagem	Quant. total (1 000)	Divisão modal (%)	Viagens colet. (1 000)	Quantidade total (1 000)	Divisão modal (%)	Viagens coletivas (1 000)
Centrais	3.081,6	77	2.372,8	3.931	64	2.516
Através o centro				200	64	128
no pico				1.995	42	838
Através o centro, extra-pico	1.255,6	59,5	747,1	6.126	57	3.482
Externas ao centro	1.598,3	42	671,3			
Transporte coletivo	11.307,4	42	4.749,1			
Transporte individual	17.242,9	49,5	8.540,3			
	8.540,3	49,5				
	8.702,6	50,5				

Isto é, as restrições na capacidade viária reduzem o número total de viagens de automóvel de 100 milhões por dia para cerca de 8,7 milhões, e a participação do transporte individual no tráfego diário de 58% para 50,5%.

Considerando apenas as viagens centrais e através o centro, em 24 horas, a divisão modal seria:

Transporte coletivo	3.791.200	64%
Transporte individual	2.144.300	36%

#### 4.1.4. A demanda de tráfego no metrô

##### a) Demanda prevista para 1987

O quadro resumo das alocações de tráfego indica para a rede VIII proposta para o sistema de trânsito rápido, um número de viagens totais diárias de 5.272.000 em 1987, ou de 6.126.000, após a aplicação do fator de correção de 16,2%. Esse número corresponde não apenas às viagens de metrô mas também às viagens de automóvel ao longo das vias utilizadas pelo metrô.

As viagens de metrô serão obtidas pela aplicação da divisão modal às viagens totais, as quais, para esse efeito deverão ser divididas entre viagens centrais e viagens que não passam pelo centro, considerado como tal a área constituída pelas zonas de tráfego n.º 1, 2, 3, 8, 10, 11, 13 e 186.

O número total de passageiros que cruzam o perímetro do centro pelas linhas da rede do metrô, obtido da alocação do tráfego previsto para 1987 à rede VIII é de 5.075.000, ou seja 5.897.000, após aplicação do fator de correção. Admitindo que 50% das viagens pela rede do metrô tenham origem ou destino no centro e 50% cruzam duas vezes o perímetro central, isto é, que as viagens ao longo das vias do metrô se comportem como o total de viagens ao longo de todas as vias na zona central, os 5.897.000 passageiros acima correspondem a 3.931.000 viagens. Assim o total de viagens ao longo das vias do metrô se distribui em:

Tipo de viagem	Quantidade (1.000)
que entram ou saem do centro	3.931
internas do centro	200
externas ao centro	1.995
<b>Total</b>	<b>6.126</b>

Aplicando aos dois primeiros tipos de viagem a divisão modal 64/36 entre transporte coletivo e transporte individual obtida no capítulo 4.1.3. e, às viagens externas a divisão modal relativa à tendência ao uso de automóvel (42/58), obtemos:

Isto é, a demanda prevista para a rede do sistema de trânsito rápido é de 3.482.000 viagens em 1987, correspondendo a 57% das viagens realizadas ao longo do seu traçado.

##### b) Demanda prevista para 1973

A alocação de tráfego realizada para a rede NSRM, que inclui a Linha Norte-Sul e o ramal de Moema, com as viagens obtidas para 1967 das tabelas do modelo de gravidade, indicou o número total de 1.100.000 viagens diárias ao longo da linha de trânsito rápido, das quais 789.000 para transporte coletivo. Admitindo que, já em 1973, ao ser posta em funcionamento a Linha Norte-Sul, não haja linhas de ônibus em competição com o metrô, o total de viagens coletivas ao longo das linhas do metrô pode ser considerado como viagens do metrô.

O total de viagens coletivas em 1973 pode ser obtido do crescimento do total de viagens entre 1967 e 1973, projetado por interpolação do crescimento entre 1967 e 1987, e pela estimativa de uma divisão modal intermediária entre a de 1967 e a de 1987.

Estima-se que o total de viagens em toda a área de pesquisa crescerá entre 1967 e 1987 à taxa geométrica de 5,21% ao ano. Considerando que as viagens totais alocadas ao traçado da Linha N-S cresçam de 1967 a 1973 à mesma taxa anual, o que corresponde a 35,6% para os seis anos, elas atingirão em 1973 o valor de 1.492.000. A divisão modal, no período 1967 a 1987, variou de 72 a 57%, para o tráfego diário ao longo das linhas de trânsito rápido, em função principalmente do crescimento do número de automóveis por habitante, o qual, variando segundo uma curva logística, é mais rápido nos primeiros anos do que nos anos subsequentes. Assim, é lícito admitir que ao fim de 6 anos, correspondendo a 3/10 do período, possa haver uma variação de menos 6%, ou seja 4/10 da variação em valor absoluto, de modo que foi estimada para 1973 a divisão modal de 66% tráfego coletivo e 34% tráfego individual.

A hipótese acima resulta num total de 985.000 viagens em metrô, que corrigidas pelo fator de expansão de 16,2%, colocam a demanda prevista para a Linha Norte-Sul em 1973 ao nível de 1.145.000 viagens diárias.

##### c) Crescimento da demanda

Entre 1973 e 1987 a demanda do metrô irá variar em função de três fatores principais:

I) crescimento da demanda global de tráfego, à taxa de 5,21% ao ano;  
II) incorporação de novas linhas ao sistema de trânsito rápido;  
III) alteração na divisão modal em função da taxa de motorização, de melhoramentos no sistema de transportes e de mudanças no uso do solo.

Na ausência de alocações de tráfego realizadas incorporando, uma a uma, as novas linhas do metrô, admite-se

que os afluxos de tráfego trazidos por elas sejam proporcionais à sua contribuição às viagens apresentadas na alocação de tráfego à rede VIII, em 1987.

Como ponto de partida, com a entrada em operação da linha n.º 2 (Casa Verde-Vila Maria) em 1975, o tráfego na Linha N-S estaria já ao nível de:

$(1.492.000) (1.162) (1.107) (0.64) = 1.229.000$  viagens diárias, admitindo que a porcentagem de tráfego coletivo tenha caído, nesses dois anos, para 64%.

Como ponto de chegada, com a entrada em serviço das últimas linhas a serem construídas, as de n.º 3 e 4 (Pinheiros e Paulista) em 1978, o tráfego na rede do metrô poderia ser estimado neste ano em:

$3.860.000 (6.126.000/1.578) (0,62) = 2.393.000$  viagens diárias, admitindo que a divisão modal em 1987 estivesse na proporção 62/78.

A diferença a ser explicada pela introdução de novas linhas, no período de 1975 a 1978, seria a diferença entre o tráfego de partida e chegada definidos acima, menos o crescimento vegetativo de tráfego no período de construção. Uma aproximação desse crescimento pode ser dada pela aplicação da taxa anual de 5,21% ao ano a um valor intermediário aos tráfegos de chegada definidos acima corrigido da provável variação na divisão modal, ou seja:

$(1.630.000) (0,1645) (0,62/0,64) = 260.000$

Obtemos dessa forma o número de viagens

$(2.393.000 - 1.229.000) - 260.000 = 904.000$

o qual será dividido proporcionalmente aos fatores indicados, dando os acréscimos abaixo:

Linha 2 —	
Fator	1.648.000 — 360.000
Linhas 3 e 4 —	
Fator	2.494.000 — 544.000
Total	904.000

Esses elementos nos permitem, como aproximação ao crescimento da demanda no período 1972-1987,

construir a tabela abaixo (1.000 viagens diárias)

	1980 - 2.580
1973 —	1.145
1974 —	1.186
1975 —	1.589
1976 —	1.670
1977 —	1.755
1978 —	2.393
1979 —	2.480
	1981 - 2.690
	1982 - 2.810
	1983 - 2.930
	1984 - 3.060
	1985 - 3.190
	1986 - 3.330
	1987 - 3.482

d) Alternativa para a demanda do metrô

As estimativas acima basearam-se num fator de correção para as viagens computadas na pesquisa e destino com o valor de 1,162, quando há indícios de que esse fator poderia ser bastante maior, levando o número de viagens a valores de 20 a 25% acima daqueles adotados.

A divisão modal adotada, por outro lado, não apenas seria afetada por essa correção, mas também por quaisquer restrições ao estacionamento no centro da cidade, uma vez que se admitiu que todos os carros que tivessem acesso ao centro da cidade lá pudessem estacionar.

Assim, uma alternativa para os valores da demanda indicados acima, apresentaria uma correção para o número total das viagens, da ordem de 1,20 e uma correção para a divisão modal da ordem de 1,10 (correspondendo a 63% de viagens coletivas em lugar de 57% no traçado do metrô).

Essas correções, no total de 32%, estabeleceriam para a demanda em 1987, um valor de 4.600.000 viagens diárias, cujos efeitos sobre a viabilidade do metrô e a capacidade das linhas devem ser examinados paralelamente aos valores da ordem de 3.500.000 viagens.

Em ambas as estimativas, uma série de aproximações foi utilizada, especialmente relativas a uma taxa geométrica constante de aumento das viagens na área de pesquisa de 5,21% ao ano, em todo o período de 1967 e 1987 e a hipótese de que as viagens alocadas à rede de linhas do metrô crescessem à mesma taxa. Entretanto, para os efeitos de variação da demanda atinentes às projeções econômico-financeiras, tais aproximações são satisfatórias, uma vez que os limites de 1967 e 1987 foram obtidos das alocações de tráfego realizadas com os modelos matemáticos de simulação do Bureau of Public Roads. É recomendado que

Discriminação	Quantidades (1000)	
	Viagens	Entradas e saídas
Viagens com origem ou destino no centro	2.848	2.848
Viagens através do centro	2.854	5.708
<b>Total</b>	<b>5.703</b>	<b>8.556</b>

4.25

Fig. 4.24  
Capacidade dos transportes urbanos para transportar, num sentido, 80.000 passageiros por hora

Fig. 4.25  
Número de viagens por dia útil





4.26

os estudos de tráfego prossigam, com novas alocações de tráfego realizadas para redes que incorporem sucessivamente as novas linhas e com uma nova geração e distribuição de tráfego para o ano em que o sistema do metrô proposto venha, efetivamente, a operar em sua integridade.

#### 4.1.5. Ordem de construção

##### 4.1.5.1. Escolha da primeira linha

Como um dos mais importantes a ser enfrentado numa obra desta importância, ressalta o estabelecimento da ordem de construção das linhas; vários critérios, os mais sofisticados, têm sido desenvolvidos para tal análise, podendo-se mesmo verificar que não conduzem obrigatoriamente aos mesmos resultados.

O caso do Metrô de São Paulo, no entanto, apresenta particularidades excepcionais, que condicionaram o método de ataque com relação a este problema.

Primeiramente cumpre ressaltar, como tem sido frisado ao longo do presente relatório, a situação de atraso em que se encontra a cidade no setor de transportes; indispensável portanto se torna que o projeto seja efetivado no mais breve prazo possível.

O cronograma de construção previsto revela enfaticamente esta preocupação, propondo-se a Cia. do Metropolitano de São Paulo a concluir as 4 linhas que constituem

esta primeira fase no prazo de apenas dez anos, o que se constituirá num esforço nunca dedicado a obra de tal natureza.

Por outro lado, tão curto prazo condiciona fortemente a análise do problema da ordem de construção das linhas, modificando os pesos dos vários fatores a serem considerados e ponderados, adquirindo maior importância aqueles relativos à rapidez com que possam ser desenvolvidas as obras. Dentro deste raciocínio ainda, pode-se dizer que tendem a se diluir as diferenças entre as datas de término entre linhas construídas consecutivamente.

Além dos fatores relativos ao prazo de entrada em operação, foram considerados como básicos, aqueles referentes à integração da cidade ao sistema de transporte rápido e à própria integração dos vários modos de transporte entre si.

De início pode-se eliminar da análise a Linha Vila Madalena-Paulista, que foi concebida tão somente como complementar à rede geral, cuja demanda é essencialmente função das outras linhas, não estabelecendo conexão com o sistema ferroviário.

Destas, ressalta imediatamente a importância da Linha Norte-Sul, não só pelo seu efeito de integração à situação atual do tráfego, como pelo maior benefício que trará.

Com efeito, da análise da figura 4.26 verifica-se que as regiões que se apresentam, em termos de tempo de viagem, como não servidas pelo sistema de trânsito rápido são

justamente aquelas que a Linha Santana-Jabaquara se propõe a atender. Cumpre notar que tal assertiva traz implícita também a integração do sistema ferroviário; esta é, no entanto, uma hipótese básica do presente trabalho.

Por outro lado, a Linha Santana-Jabaquara é a única a realmente atravessar o DCC de São Paulo, podendo portanto provocar um maior descongestionamento, em relação às demais linhas.

Do ponto de vista da demanda, deve-se tomar em consideração que:

— a análise da rede global indicou cifras estatisticamente idênticas para, pelo menos, as Linhas Santana-Jabaquara e Casa Verde-Vila Maria;

— a demanda da Linha Santana-Jabaquara origina-se somente de sua própria área de influência, o que não se verifica para as demais;

— pela própria análise do uso da terra nas regiões por ela atendidas, a demanda da Linha Casa Verde-Vila Maria deverá se apresentar, de início (e as alocações de tráfego o confirmam) fortemente desbalanceadas em relação a seus dois ramos.

Além de satisfazer em maior grau os critérios de integração, a Linha Santana-Jabaquara é aquela que melhor atende àqueles primeiramente mencionados.

Com efeito, possuindo menor extensão em couraça, apresentando maior facilidade de projeto e construção e

tendo grande parte de sua faixa de domínio já reservada, é aquela que mais cedo poderá estar operando, tendo, por todas estas razões, sido selecionada como a linha a ser primeiro atacada.

##### 4.1.5.2. Análise das demais linhas

O critério de integração do sistema e de serviço à maior extensão possível de área urbanizada pelos sistemas combinados de trânsito rápido (metrô e ferrovia suburbana) indica por si só, a seguinte seqüência de construção:

1. Linha Santana-Jabaquara com ramal Paraíso-Moema
2. Linha Casa Verde-Vila Maria
3. Linha Jockey Clube-Via Anchieta com ramal de Vila Bertioga
4. Linha Vila Madalena-Paulista.

As linhas 2 e 3 apresentam, am alto volume de passageiros e, em partes de seu traçado, cortam áreas de influência do sistema ferroviário suburbano. Entretanto, a linha 2 estabelece uma melhor interligação entre o sistema do metrô e o sistema ferroviário, especialmente na distribuição de passageiros no centro da cidade e complementa o ramo Norte da linha N-S. Atendendo às zonas NE e NW, de rápido crescimento populacional e baixo nível de renda e permitindo uma melhor distribuição do tráfego das zonas ao Norte do Tietê que tenderia a saturar, rapidamente, a capacidade da Linha N-S neste trecho, a Linha Leste-Oeste foi considerada como a de prioridade 2, a ser posta em operação logo a seguir à Linha N-S.



Fig. 4.26  
Limites da área em alcance do centro  
em 50 minutos

Fig. 4.27  
Rendimentos do transporte ferroviário  
suburbano em 1967

Fig. 4.28  
Cálculo dos custos operacionais nos  
transportes suburbanos (estradas de ferro)

Fig. 4.29  
Custos operacionais nos transportes  
suburbanos (estradas de ferro)

Fig. 4.30  
Rendimentos nos transportes urbanos — 1967

Fig. 4.31  
Custo operacional do transporte urbano  
(ônibus)

A Linha Vila Madalena-Paulista, não estabelecendo conexão com o sistema ferroviário suburbano e pelo seu menor volume de tráfego, é evidentemente aquela de menor prioridade no sistema.

são apresentados nas figuras 4.28 e 4.29.

Verifica-se que os custos obtidos por passageiros-km e por passageiro para a EFCB são os mais altos sendo de NCr\$ 0,0129 e NCr\$ 0,2391, respectivamente. Para a EFSJ esses valores são os mais baixos, sendo de NCr\$ 0,0118 e NCr\$ 0,1763. A média para as três companhias é de NCr\$ 0,0122 e NCr\$ 0,2121.

O baixo custo por lugar-km apresentado pela EFS em comparação com a EFCB e EFSJ é compensado pela baixa utilização de sua capacidade, obtendo-se um custo final por passageiro-km bem próximo das anteriores.

#### 4.2.1.2. Serviço de ônibus

##### a) Rendimentos físicos

O transporte urbano de ônibus na cidade de São Paulo proporcionou viagens equivalentes a 1.261 milhões de passageiros para o ano de 1967, cerca de dez vezes mais daquele proporcionado pelo transporte suburbano das ferrovias.

Segundo avaliações efetuadas na área de pesquisa, o itinerário dos ônibus coletivos é em média de 8,5 km. Com base neste valor determinou-se o número de passageiros-km por ano, que utilizam os serviços urbanos de ônibus. Conclui-se que a utilização dos lugares-km oferecidos atinge valores consideráveis, sendo de 47,2% para as companhias particulares de ônibus e de 39,1% e 42,7% para a CMTC respectivamente em ônibus diesel e trolleybus (Fig. 4.30).

O número de passageiros transportados pela CMTC nesse período foi da ordem de 211 milhões, cabendo às companhias particulares transportarem 1.050 milhões de passageiros.

##### b) Custos operacionais

A determinação dos custos operacionais das companhias de ônibus que atendem o serviço urbano da capital paulista, baseou-se nos estudos tarifários desenvolvidos em abril de 1968 pelo Sindicato das Empresas e apresentados à Prefeitura de São Paulo, introduzidas correções julgadas necessárias (v. fig. 4.31).

Os custos operacionais atingem a cifra de NCr\$ 6.113 por carro/mês e, considerando que em média os ônibus

#### 4.2. Sistema de transporte integrado

##### 4.2.1. Rendimento dos meios atuais de transporte coletivo

##### 4.2.1.1. Serviço suburbano das estradas de ferro

##### a) Rendimentos físicos

O número de usuários do serviço suburbano das estradas de ferro que servem a área de pesquisa elevou-se a 122 milhões no ano de 1967 (v. fig. 4.27).

Um confronto entre o total de lugares-km oferecidos e o total de passageiros-km transportados mostra a baixa utilização dos serviços suburbanos, já que este índice foi, em 1967, de 20,6% para EFSJ, 17,8% para EFCB e 16,0% para EFS.

A EFSJ foi a que transportou maior número de passageiros em 1967, cerca de 52,6 milhões, cabendo à EFCB 46,0 milhões e à EFS 23,0 milhões de passageiros por ano, cerca da metade da anterior.

Os itinerários médios dos trens suburbanos são de 14,9 km, 18,5 km e 18,4 km, respectivamente para a EFSJ, EFCB e EFS. O número de TU-km rodados por ano foi de 11.209 mil, colocando-se em primeiro lugar a EFCB com 4.770 mil, em segundo a EFSJ com 3.800 mil e finalmente a EFS com 2.639 mil.

##### b) Custos operacionais

Para efeito de comparação posterior com outros meios de transporte, a determinação dos custos operacionais das estradas de ferro não se baseou somente nos custos constantes dos balanços atuais das companhias, devido a deformações naturais ocorridas em períodos inflacionários.

Para tanto, calculou-se os custos operacionais reais, sempre com base em dados e valores fornecidos pelas próprias companhias, cujos resultados

Companhias	TU - km rodados	Lugar km	N.º de passageiros	Passageiros-km	Lotação (%)
EFSJ	3.120	3.800	52,6	783,4	20,6
EFCB	4.417	4.770	46,0	850,1	17,8
EFS	3.116	2.639	23,0	422,2	16,0
<b>Total</b>	<b>10.653</b>	<b>11.209</b>	<b>121,6</b>	<b>2.055,7</b>	<b>—</b>

(1) V. métodos de estimativas no anexo 4.2.-1

Fonte: Valores calculados com base em estatísticas das Companhias para 1967.

4.27

Discriminação	milhares NCr\$		
	EFSJ	EFCB	EFS
1. Administração	188	625	360
2. Pessoal			
— Vencimentos	1.672	1.920	750
— Encargos sociais	1.058	1.210	460
3. Energia de tração	120	136	90
4. Outros custos diretos	322	367	620
5. Manutenção			
— Instalações	2.400	2.740	980
— Veículos	1.245	1.412	650
6. Depreciação			
— Instalações	1.420	1.620	490
— Veículos	848	968	680
<b>Total</b>	<b>9.273</b>	<b>10.998</b>	<b>5.080</b>

Fonte: Valores obtidos com base nos relatórios das Companhias, com as devidas correções e atualizações.

4.28

Companhias	em NCr\$				
	Custos operacionais - anuais (milhares)	Custo por trem-km	Custo por lugar-km	Custo por pass-km	Custo por passag.
EFSJ	9.273	2,97	0,0024	0,0118	0,1763
EFCB	10.998	2,49	0,0023	0,0129	0,2391
EFS	5.080	1,63	0,0019	0,0120	0,2209
<b>Valores médios</b>	<b>—</b>	<b>2,36</b>	<b>0,0022</b>	<b>0,0122</b>	<b>0,2121</b>

4.29

Discriminação	km rodados por ano	km - lugar por ano	N.º de pass. por ano	Pass-km/ano	Lotação %
1. CMTC					
Trolleybus	10,8	972	49	416	42,7
Ônibus	50,4	3.528	162	1.380	39,1
<b>Total CMTC</b>	<b>61,2</b>	<b>4.500</b>	<b>211</b>	<b>1.796</b>	
2. Cias. particulares	270,0	18.900	1.050	8.925	47,2
<b>Total</b>	<b>331,2</b>	<b>23.400</b>	<b>1.261</b>	<b>10.721</b>	<b>—</b>

Fonte: Valores calculados com base em estatísticas das Companhias

4.30

Discriminação	NCr\$/Carro/mês	NCr\$/Carro-km	%
<b>Custos indiretos</b>			
— Administração	201.87	0.040	4,4
— Aluguel e utilidades	106.08	0.054	5,9
— Seguro	73.40	0.010	0,9
— Taxas e contribuições	375.33	0.055	6,0
<b>Custos diretos</b>			
— Salários de operação	2.359.20	0.333	36,4
— Salários de manutenção	703.20	0.100	9,2
— Combustível e lubrificação	792.60	0.106	11,6
— Despesas com manutenção	779,70	0.113	14,1
<b>Depreciação</b>	<b>721.84</b>	<b>0.105</b>	<b>11,5</b>
<b>Total</b>	<b>6.113.22</b>	<b>0.916</b>	<b>100,0</b>

Fonte: Dados básicos — Sindicato das Empresas de Transporte de Passageiros do Estado de São Paulo.

4.31



Índice de passageiro por carro		Custo do carro - km	Custo por passageiro	Custo do lugar km - médio	Custo do pass. km
km	dia				
2.8	616	916	327	14	38,1
2.9	638	916	316	14	36,7
3.0	660	916	305	14	35,5
3.1	682	916	295	14	34,4
3.2	704	916	286	14	33,3
3.3	726	916	278	14	32,2
3.4	748	916	269	14	31,3
3.5	770	916	262	14	30,5
3.6	792	916	254	14	29,6
3.7	814	916	248	14	28,8
3.8	836	916	241	14	28,4
3.9	860	916	235	14	27,7
4.0	882	916	229	14	26,9
4.1	904	916	223	14	26,3
4.2	926	916	218	14	25,7
4.3	948	916	213	14	25,0

Fonte: Dados básicos fornecidos pelo S.E.T.P.E.S.P.

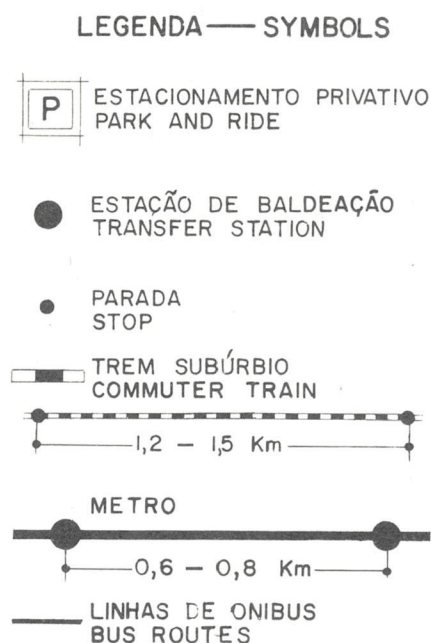
4.32

Fig. 4.32  
Custo operacional do transporte urbano (ônibus)

Fig. 4.33  
Custo do passageiro-km em relação aos passageiros transportados por dia

Fig. 4.34  
Esquema de um sistema integrado

Fig. 4.35  
Exemplo de aplicação: Consórcio dos transportes de Hamburgo



percorrem 6.900 km/mês, resulta custo de NCr\$ 0,916 por km percorrido.

Com base nestes custos e nas estatísticas de lotação dos carros foi calculado o custo/passageiro, bem como o custo do passageiro-km.

Esses valores são apresentados na figura 4.32.

Estes custos são baseados em empresas de ônibus de tamanho médio. Naturalmente, empresas maiores ou menores deverão apresentar respectivamente custos menores e maiores, já que os custos fixos deverão permanecer praticamente constantes. Evidentemente objetivando a presente análise comparações de custos com outros meios de transporte, tais valores poderão ser considerados como básicos.

#### 4.2.1.3. Resumo

Os serviços de transporte público urbano e suburbano de ônibus e estradas de ferro, proporcionaram cerca de 1.383 milhões de passagens no ano de 1967.

Utilizaram-se dos serviços das Companhias de Estradas de Ferro cerca de 122 milhões de passageiros, o que corresponde a 8,8% do total transportado na área de pesquisa, enquanto as companhias de ônibus atenderam a 1.261 milhões de passageiros ou seja 91,2% do total. Os trens unidade (TU) suburbanos percorreram nesse período cerca de 10.653 mil km, cabendo às empresas de ônibus 331.200 mil km.

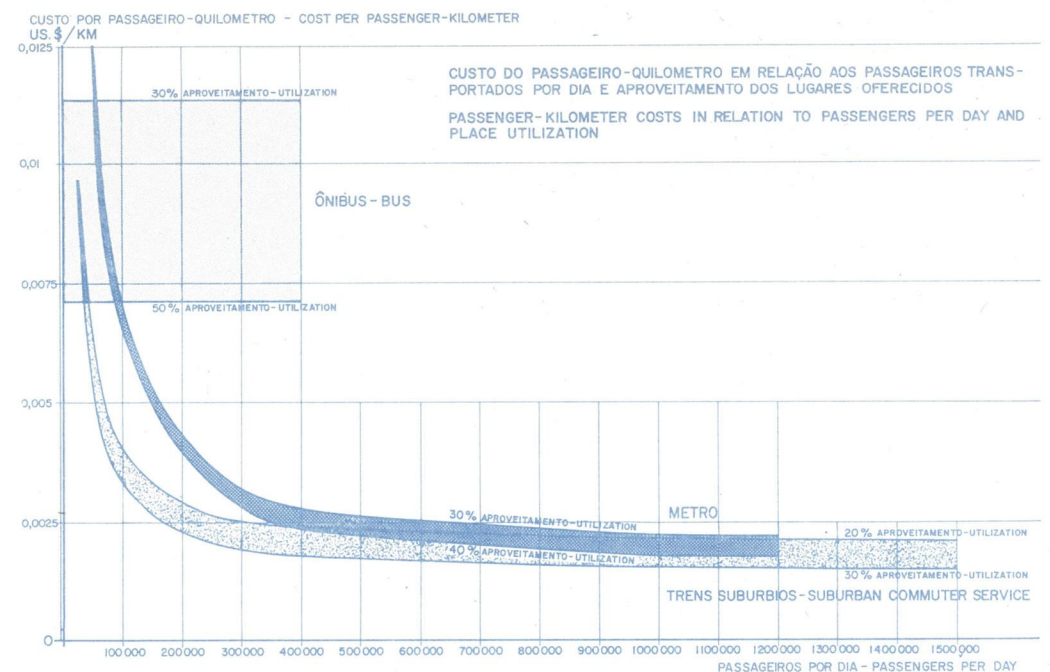
Em termos de lugares-km oferecidos, as companhias de estradas de ferro proporcionaram 11.209 milhões, ou seja, 32,4% do total; já as empresas de ônibus contribuíram com 23.400 milhões, ou seja 67,6% do total. Embora o itinerário médio dos trens suburbanos seja superior ao dos ônibus, percebe-se o baixo rendimento dos primeiros quando se compara o número de passageiros atendidos com o de lugares-km oferecidos pelos dois serviços.

Os custos totais estimados para o atendimento dos volumes acima mencionados foram de 328 milhões de cruzeiros novos, assim distribuídos: 25 milhões (7,7% do total) para as ferrovias e, 303 milhões (82,3% do total) para os ônibus. Os valores de custos obtidos por lugar-km oferecido por passageiro, nas ferrovias é de NCr\$ 0.0022 e NCr\$0.2121 respectivamente; já para o transporte rodoviário estes valores são em média de NCr\$ 0.014 e NCr\$ 0.229.

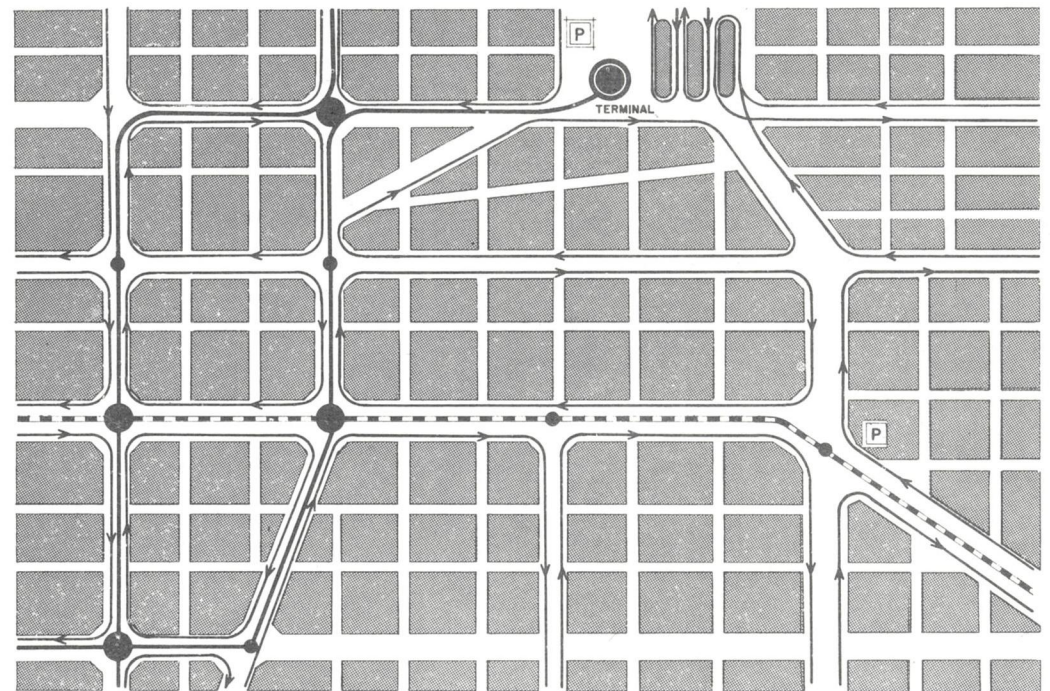
#### 4.2.2. A integração do sistema de transportes

##### 4.2.2.1. Considerações gerais

O serviço de transportes relaciona-se intimamente com todas as atividades econômicas. Assim, a atuação sobre o sistema de transportes de uma coletividade sempre se faz necessária, de forma a impedir que, por sua causa, se elevem custos daquelas atividades, com consequências indesejáveis para todo sistema econômico. Como



4.33



4.34

objetivos básicos dessa atuação podem ser citados: a minimização no emprego dos recursos disponíveis.

Os transportes coletivos urbanos são feitos hoje em dia por ônibus, bondes, metrô e trens de subúrbio, sendo cada um deles o mais adequado, sob o ponto de vista de economia de operação, dentro de diferentes faixas de demanda.

O ônibus, com sua proporção reduzida de despesas fixas em relação aos custos de operação e sua pequena capacidade de transporte, é o meio mais adequado em áreas de baixa demanda, ajustando-se facilmente às suas variações. Contudo, à medida que aumenta a demanda, o número de ônibus necessário exige forte aumento das áreas de rolamento, o que, embora não influa diretamente nos custos de operação, acarreta investimentos e custos de manutenção que recaem sobre o erário público.

Metrô e trens de subúrbio são adequados apenas para transporte em massa. Somente com tráfego intenso podem fazer frente, economicamente, à proporção relativamente alta de investimentos em relação aos custos de operação e tirar pleno proveito dos reduzidos custos unitários variáveis, próprios do transporte por via férrea.

Os custos unitários de operação dos principais meios de transporte urbanos, referidos ao passageiro-km (Fig. 4.33), delimitam claramente, pela sua estrutura, a melhor faixa de utilização para cada um deles. Em comparação com o trem de subúrbio, os ônibus devem operar em setores onde a demanda

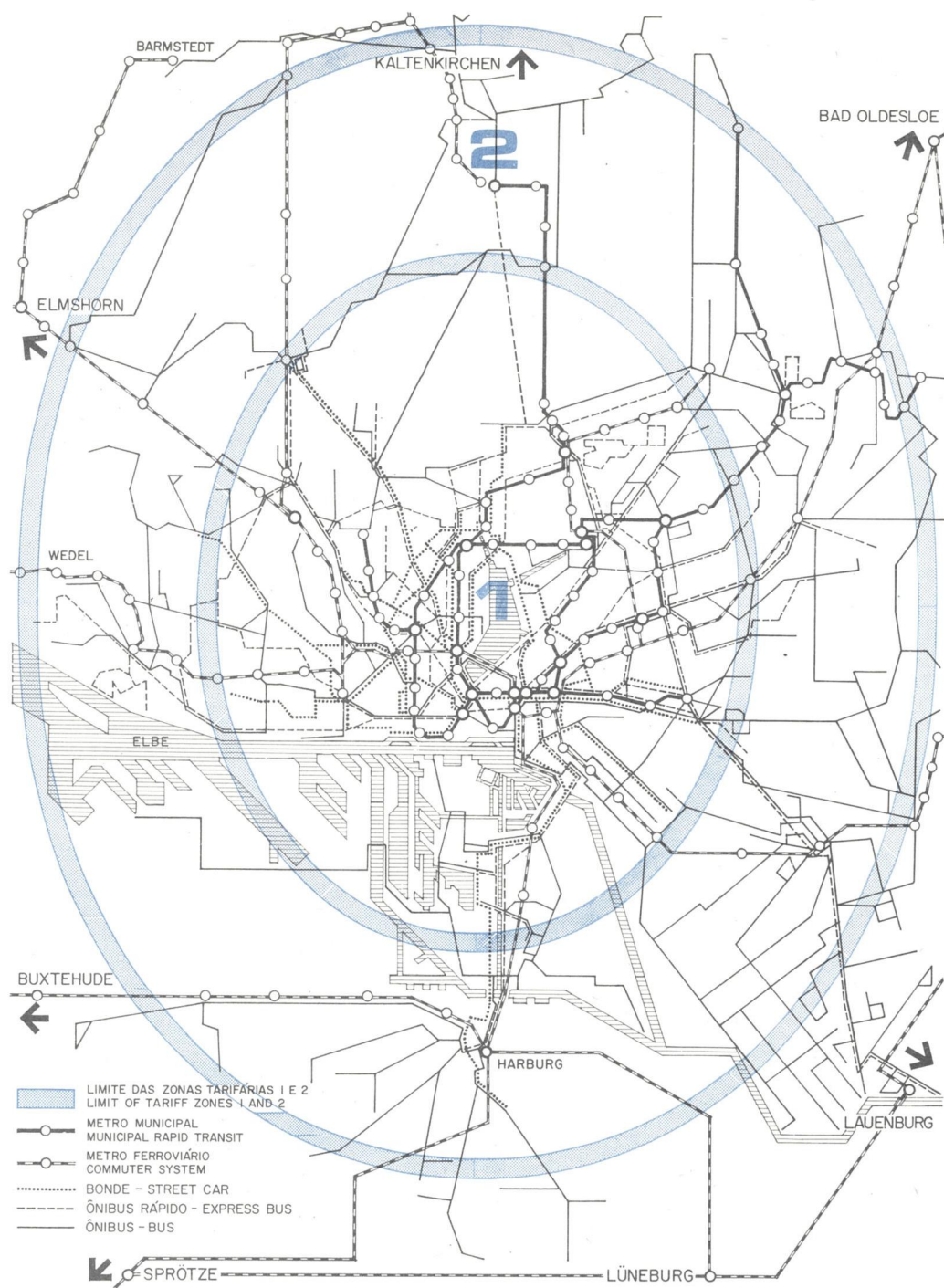
não seja superior a 50.000 passageiros diários por linha, enquanto o metrô, com instalações fixas mais caras, necessita uma demanda mínima de 100.000 passageiros por dia e por linha, para tornar-se mais vantajoso. Metrô e trem de subúrbio, por sua vez, operam economicamente na mesma faixa de demanda.

Para se avaliar o custo da falta de coordenação, foi feito um estudo, a título de exemplo, dos custos médios em linhas paralelas de diferentes meios de transporte. Os custos operacionais foram determinados de acordo com as seguintes hipóteses relativas a demanda de transporte:

1. Cada meio de transporte — ônibus, metrô, trem — atende sozinho à demanda total.
2. A demanda é distribuída por dois tipos de transporte em iguais proporções: ônibus-metrô, ônibus-trem ou metrô-trem.
3. A demanda é distribuída pelo metrô, pelo trem e pelo ônibus na proporção de 50:25:25 respectivamente.

Os resultados desse estudo mostram claramente que se deve prever considerável aumento de custos, quando há mau aproveitamento das instalações dos transportes ferroviários. Assim é que, no exemplo em pauta, para um volume diário de 500.000 pessoas por linha, o aumento dos custos, quando o transporte é efetuado em partes iguais por ônibus e por metrô, eleva-se a 165% em comparação com o transporte exclusivo por metrô.





4.35

Quando feito por metrô e por trem o aumento é de 40%. Este exemplo evidencia que, no planejamento de novas redes de metrô, dever-se-á respeitar as áreas de influência dos transportes ferroviários existentes, para o melhor aproveitamento possível das instalações dentro de um sistema integrado.

As ferrovias devem ser planejadas para a interligação dos bairros mais importantes fora ou perto do perímetro interno da cidade, ficando o metrô para a área da cidade propriamente dita. As principais correntes de passageiros deverão portanto, ser dirigidas para esses meios de transportes, estendendo o mais possível suas áreas de influência por intermédio de ônibus que façam o serviço de ligação. Dever-se-á evitar a entrada de ônibus até a área central da cidade, limitando-se aos casos em que uma ligação por via férrea não seja possível.

A figura 4.34 mostra a formação esquemática de semelhante sistema de transportes integrados, e a figura 4.35 um exemplo de aplicação, que é o consórcio dos transportes de Hamburgo. Tais sistemas não só preenchem de maneira mais completa as exigências de maiores economias, mas também constituem um serviço de transporte rápido e seguro dentro de uma metrópole e sua área de influência.

Esta melhor utilização dos meios de transporte tem como consequência a redução dos custos médios por passageiro-km. Para isso concorre, preponderantemente, a utilização crescente dos transportes por via férrea, cujos custos

específicos são consideravelmente menores. Os custos específicos menos favoráveis dos ônibus do serviço de ligação não são de grande importância, pois sua quota quilométrica no total das operações é menor.

Outros efeitos favoráveis sobre os custos médios devem ser esperados como consequência do deslocamento do tráfego das ruas para as vias férreas, pois os custos de construção e de manutenção ficam correspondentemente reduzidos.

Citem-se ainda as vantagens oferecidas pela economia de tempo, por grande parte da população; com as ligações dos transportes rápidos por via férrea, a circulação livre e desimpedida mesmo nas horas de pico, e mais os ônibus de interligação, gozam os passageiros de grande redução nos tempos de trajeto.

Também os usuários de carros particulares gozam de certa economia de tempo com o grande desimpedimento do tráfego urbano trazido pelo afastamento dos ônibus, ou, se optarem pela utilização do sistema "park-and-ride", poderão incorporar-se ao transporte integrado, cooperando assim, para o desimpedimento das artérias.

#### 4.2.2.2. O sistema integrado de transporte coletivo de São Paulo

O projeto da rede do Metrô de São Paulo foi baseado na demanda futura de um sistema de transporte coletivo integrado fisicamente. Tal sistema (SITC) será constituído pelo metrô, pelas ferrovias e pelos ônibus. O

metrô e os trens suburbanos, pela sua alta capacidade, constituirão os canais principais de escoamento e os ônibus, dada sua flexibilidade de itinerário, constituirão o elemento alimentador da rede metrô-ferrovias, podendo servir como elemento supletivo a esta, quando se fizer necessário. Um estímulo aos usuários de carros particulares, sob forma de estacionamento fácil, próximo as estações, proporcionará uma utilização adicional do SITC com o benefício simultâneo de uma viagem mais rápida e econômica (sistema "park and ride").

#### 4.2.2.3. Influência do sistema integrado de transporte coletivo sobre a estrutura urbana

O sistema integrado de transporte coletivo (SITC), decorrência natural da implantação do metrô, envolve o remanejamento dos sistemas existentes. Ao metrô podem ser atribuídas três funções distintas — catalisadora, inovadora e dinâmica.

Como elemento catalisador provoca e impõe a coordenação dos sistemas existentes, tanto em relação ao novo sistema, como também entre si. Como elemento inovador, na estrutura urbana da metrópole, oferece condições excepcionais para a reestruturação adequada de áreas, a curto e médio prazos. Como elemento dinâmico promove a eficiente distribuição dos passageiros, possibilitando o pleno funcionamento do DCC garantindo a sua permanência de forma equilibrada, compatibilizando a adequação urbanística do presente às condições futuras. A reformulação do sistema viário central torna-se possível pela retirada de grande número de ônibus e veículos particulares desta área.

O metrô exerce a sua função mais intensamente, como transporte coletivo, básica e principalmente no DCC, enquanto que o SITC garante a interligação com os centros secundários, permitindo o estabelecimento de uma situação de equilíbrio funcional na distribuição das atividades urbanas.

Em relação às áreas mais afastadas, o SITC promoverá a sua valorização uma vez que as torna mais próximas do centro, em termos de tempo de percurso, para a sua população. No que diz respeito ao tradicional processo de implantação de atividades econômicas, comerciais e de serviços, ao longo das vias principais de circulação do DCC, o SITC provoca transformações, deslocando, restringindo ou ampliando determinadas atividades.

Na dinâmica da convivência urbana, as estações do metrô constituem-se em polos de atração, contendo atividades comerciais, de prestação de serviços e de recreação. Tal fato tem implicação direta sobre a utilização de terrenos e edificações, sobre o sistema viário de acesso, bem como sobre as áreas destinadas a parada e ao estacionamento de veículos coletivos e individuais.

As administrações dos metrôs mais recentes promovem inclusive a venda dos "espaços aéreos" no entorno das estações — como acontece no Metrô de Montreal.

A valorização das áreas em torno das estações do metrô provocará uma renovação urbana. Com o objetivo de garantir que tal renovação se

desenvolva de maneira equilibrada e permita atingir os benefícios previstos, recomendaria a definição de uma área em torno das estações com raio de aproximadamente 500 metros, a ser controlada através de normas que disciplinassem:

#### Sistema Viário

Dentro do contexto do sistema viário geral, deverão ser estudadas as vias contidas na área controlada, definindo as funções de cada uma e o respectivo dimensionamento.

#### Estacionamento de Veículos

No sentido de garantir o equilíbrio funcional das áreas em torno das estações, deverão ser criados estímulos para a construção de edifícios exclusivamente para estacionamento de veículos, permitindo, para tanto, maior ocupação e aproveitamento dos terrenos utilizados para este fim.

Por outro lado, para todos os edifícios a serem construídos nessas áreas independentemente de sua finalidade, deveriam ser estabelecidas exigências no sentido de serem dotados de garagens em número adequado a suas necessidades.

#### Parada de Veículos

Para a parada de veículos, tanto particulares como coletivos, deverão ser previstas áreas e instalações adequadas a cada caso.

#### Uso do Solo

A utilização dos terrenos para os diversos fins, deverá ser feita de acordo com índices de ocupação e aproveitamento específicos. Igualmente deverão ser adotadas disposições urbanísticas de molde a promover nova utilização dos espaços, tanto privados como públicos, para enriquecimento da paisagem paulistana.

#### 4.2.3. Formas de organização do sistema

##### 4.2.3.1. Apresentação

As alternativas organizacionais da integração de transportes e tarifas em São Paulo podem ser analisadas partindo-se das seguintes hipóteses:

- implantação do metrô, no âmbito municipal e no âmbito metropolitano;
- Implantação do sistema integrado de transportes coletivos (SITC), no âmbito municipal e no âmbito metropolitano.

Para fins analíticos, os aspectos de que se revestem os problemas e as possíveis soluções da integração de transportes e tarifas em São Paulo serão focalizados segundo um esquema de aproximações sucessivas.

No plano das recomendações técnicas e no exame de sua viabilidade jurídica, considera-se a unificação administrativa do sistema como o objetivo final a atingir, conquanto a longo prazo. Conforme o grau de aproximação dessa possível solução, várias alternativas básicas se oferecem, com as respectivas variantes, para a coordenação e o planejamento dos transportes coletivos na área.



#### 4.2.3.2. Apresentação de algumas possibilidades

##### a) Metrô, no âmbito municipal

A Companhia do Metropolitano de São Paulo — METRÔ, é uma Sociedade Anônima constituída de acôrdo com a Lei Municipal n.º 6.988, de 26 de dezembro de 1966.

Ao Município de São Paulo cabe subscrever e realizar, no mínimo, 51% do capital social.

Em face da definição da lei, não há margem para alternativas, de modo que qualquer discussão seria ociosa.

##### b) Metrô, no âmbito metropolitano

Para que a Companhia do Metropolitano de São Paulo possa estender suas linhas e realizar a operação do serviço em áreas de outros municípios, deverá obter a outorga da necessária concessão e permissão pelos Governos Municipais. A competência para essa concessão e permissão é do Poder Legislativo de cada município.

##### c) Sistema integrado de transportes coletivos, no âmbito municipal

###### Situação atual

Nas condições atuais, no campo dos transportes públicos coletivos no Município de São Paulo, do ponto de vista jurídico-administrativo existem os seguintes sistemas:

— o de iniciativa e propriedade federal (Estrada de Ferro Central do Brasil e Estrada de Ferro Santos a Jundiaí, pertencentes à Rede Ferroviária Federal S. A.);

— o de iniciativa e propriedade estadual (Estrada de Ferro Sorocabana);

— o de iniciativa municipal e propriedade mista (Companhia Municipal de Transportes Coletivos e Companhia do Metropolitano de São Paulo);

— o de iniciativa e propriedades privadas (companhias particulares de ônibus).

É suficiente considerar, do ponto de vista de autonomia empresarial, somente os três primeiros sistemas: o federal, o estadual e o municipal.

As particularidades decorrentes dessas características patrimoniais são juridicamente muito importantes. A entrada no campo dos transportes coletivos da Companhia do Metropolitano de São Paulo não altera a natureza da situação, dentro dessa ótica, pois trata-se de mais uma empresa de iniciativa pública municipal, tal como a CMTC.

Do ponto de vista empresarial e técnico, a situação se caracteriza pelo desempenho isolado e independente de cada meio de transporte coletivo, salvo algum entrosamento ocasional de linhas e horários, determinado por intervenção governamental ou conveniências empresariais. Forma de organização jurídica viável para a integração de transportes e/ou tarifas.

Em nível das possibilidades reais imediatas coloca-se, concretamente, apenas a coordenação ou integração do tráfego entre a rede ferroviária

suburbana, a CMTC (incluídas suas permissionárias) e o Metrô.

Está solução possibilita algumas alternativas:

— coordenação ou integração de tráfego apenas da CMTC e do Metrô, permanecendo separadas as ferrovias componentes da rede suburbana;

— coordenação ou integração de tráfego da CMTC, do Metrô e da Rede Suburbana de Estrada de Ferro Sorocabana, sem a participação das duas ferrovias pertencentes à Rede Ferroviária Federal S. A.

— coordenação ou integração de tráfego de todo o sistema de transportes coletivos.

Outras alternativas, radicais e complexas, implicando em maior grau de coordenação administrativa do sistema de transportes coletivos da área apresentam maiores vantagens do ponto de vista técnico e econômico, por permitirem melhor entrosamento e unidade de comando do sistema, condições básicas de exequibilidade do planejamento. Possibilitam, ainda maior comodidade e melhor atendimento das necessidades dos usuários. Para sua adoção, no entanto, apresentam maiores dificuldades imediatas. Exigem, fundamentalmente, novas medidas institucionais, que transcendem a esfera de competência do Poder Público Municipal. Como exemplo dessas alternativas podem ser citadas a autarquia, a empresa pública, a sociedade de economia mista, a companhia "holding" e uma companhia arrendatária de serviço de outras.

No momento, e para fins práticos, é de todo conveniente adotar uma solução que tenha viabilidade imediata, não dependa de inovações institucionais e requeira um mínimo de poder de iniciativa da parte do Governo Municipal.

A colaboração entre entidades públicas pode revestir-se da forma de consórcio ou de convênio. No caso, em conformidade com a jurisprudência brasileira, não cabe um consórcio administrativo porque esta solução pressupõe um acôrdo entre entidades públicas da mesma categoria (só estados, só municípios), para empreendimentos comuns e de competência comum. O problema que se apresenta é o da necessidade de um acôrdo entre entidades públicas de espécie diferente (município, estado, união), visando a exploração e prestação de serviços; a configuração jurídica adequada é a de um convênio administrativo, em conformidade com a Lei 9842, no seu artigo 54: "Os municípios poderão realizar obras e serviços de interesse comum, mediante convênio com o Estado, a União, ou entidades particulares e, através de consórcios, com outros municípios".

##### d) Sistema integrado de transporte coletivo, no âmbito metropolitano

A problemática do sistema integrado de transportes coletivos, no âmbito metropolitano, conserva a mesma natureza que no âmbito municipal. Apenas apresenta o requisito de algumas providências adicionais. Ao se estender a coordenação ou integração dos transportes coletivos de passageiros a outros municípios do Grande São Paulo, seria necessário

firmar convênios entre o Município de São Paulo e seus vizinhos. A fórmula a seguir poderia ser a extensão do convênio firmado pelo Município de São Paulo aos outros a fim de serem regulamentados completamente os respectivos sistemas de transportes coletivos.

e) Conveniência de promover a coordenação e integração de tráfego e/ou tarifas através de um processo gradual.

A solução realista que se apresenta para o problema da coordenação e da integração dos transportes e tarifas está em promovê-las através de um processo gradual. Por isso, as diversas alternativas apresentadas e suas combinações são perfeitamente compatíveis e mesmo complementares. De início pode-se adotar uma delas e evoluir para outra, atendidas sempre as correspondentes exigências de ordem jurídica.

Como fórmula jurídica de organização para a integração dos transportes coletivos no município ou na área metropolitana de São Paulo, o convênio pode não corresponder aos requisitos da melhor solução do problema do ponto de vista puramente teórico de rendimento técnico e administrativo. Contudo, ainda que uma integração completa seja o objetivo final a perseguir, é preciso considerar as medidas institucionalmente viáveis e imediatas, que, ao mesmo tempo, constituem o primeiro passo para a solução tecnicamente mais apropriada do problema.

#### 4.2.3.3. Sugestões sobre uma fórmula jurídica para integração de tráfego e tarifa

##### a) Detalhes de um convênio

Adotado o convênio administrativo, coloca-se a questão de sua instituição. Esta é bastante simples. Para tanto, é preciso ter em conta este fato jurídico primacial: o convênio considerado objetiva resolver problemas de caráter permanente, como o dos transportes coletivos de passageiros, seja do Município de São Paulo, seja da área do Grande São Paulo.

No vigente sistema legal, não existe ainda uma fórmula determinada para a direção de convênios. Recomenda-se, para que tenham estabilidade administrativa a viabilidade funcional, a criação de um órgão diretivo permanente, dotado de personalidade jurídica própria.

Conviria ainda assegurar que o convênio tenha poder e competência para estabelecer o regulamento específico de tráfego — criar, alterar, suprimir linhas e estabelecer horários, no sentido de uma melhor coordenação.

Em relação às empresas particulares de ônibus permissionárias da CMTC, convém ter presente que suas linhas, seus horários e tarifas podem ser livremente determinados pela concessionária, de forma a não oferecer ou criar qualquer problema jurídico, como preceituam os artigos 2.º, 7.º e 9.º do Decreto Estadual n.º 6.547.

##### b) Amplitude do convênio

De imediato, há possibilidades legais e institucionais de um

convênio operacional, como recomendado.

Para tanto, o primeiro passo será a unificação ou integração dos serviços suburbanos das três ferrovias.

No âmbito municipal, a coordenação da CMTC e suas permissionárias não oferece problemas.

No âmbito metropolitano, as linhas intermunicipais, regulamentadas pelo Decreto Estadual n.º 36.780, de 17 de fevereiro de 1960 e legislação complementar, deverão ser coordenadas pelo órgão diretivo do convênio, de acôrdo ou mediante autorização da Secretaria de Transportes do Estado, à qual compete fornecer concessões para esse serviço.

Finalmente, a integração operacional deverá ser completada pela coordenação das linhas e horários das empresas locais de ônibus dos municípios participantes do convênio, por força da participação das respectivas municipalidades.

Quanto à integração tarifária, a solução é mais complexa. Tratando-se de serviços de coletivos exclusivamente municipais, a fixação de tarifas é atribuição privativa do Município de São Paulo (Lei Orgânica dos Municípios, artigo 52), através do órgão competente da Secretaria de Transportes da Prefeitura.

As tarifas das empresas ferroviárias pertencentes à União e ao Estado são de competência e responsabilidade das respectivas autoridades federais ou estaduais, conforme o caso.

A maior dificuldade para a adoção da integração tarifária e para a instituição de um "pool" de receitas decorre da existência de grande número de entidades que se caracterizam por sua natureza diferente, seja pelos aspectos estruturais e operacionais, seja do ponto de vista do regime patrimonial e administrativo, e que devem ser remuneradas obedecendo à legislação que rege as empresas concessionárias de serviços públicos. O artigo 160 da Constituição Federal prescreve que a "lei disporá sobre o regime das empresas concessionárias de serviços públicos federais, estaduais e municipais, estabelecendo:

II — tarifas que permitam a justa remuneração do capital, o melhoramento e a expansão dos serviços e assegurar o equilíbrio econômico e financeiro do contrato".

Conclui-se, então, face à evidente complexidade do problema, que a integração tarifária, como atribuição do convênio, deverá ser cuidadosamente planejada pelo seu órgão diretivo, condição essencial para que sua implantação seja bem sucedida.

O planejamento da implantação de um SITC em São Paulo é semelhante ao do próprio planejamento do desenvolvimento econômico: deverá haver uma expansão global, mas nem todos os setores — e também nem todos os meios de transporte — deverão crescer de forma igual ou proporcional. O critério de reinversões setoriais deverá ser o do interesse social dos usuários e das conveniências técnicas de adequação do sistema de transportes



às necessidades de expansão demográfica e urbana.

#### 4.2.4. Sistemas tarifários e de controle de passageiros

##### 4.2.4.1. Questões fundamentais

Conforme visto anteriormente, a otimização do sistema de trânsito rápido exige integração tanto de tráfego quanto tarifária. A região em estudo conta no momento com um sistema não integrado, constituído de empresas com situações jurídicas as mais diversas. A integração tarifária de tal sistema acarretará sérias dificuldades, tanto no nível da administração pública, quanto na organização interna de cada empresa devendo-se prever uma transição lenta e cautelosa. Assim sendo, o estudo de tarifas será apresentado sob dois aspectos: o do sistema não-integrado, que corresponde à situação inicial prevista, e o do sistema integrado tarifariamente, que corresponde à situação final considerada ótima. A integração restrita aos aspectos de tráfego não altera, sob o ponto de vista tarifário, a condição do sistema não-integrado.

Os dados de planejamento contidos no estudo técnico prevêem a construção de uma rede de metrô com cerca de 66 km de linhas. Comparada com outras redes de metrô do mundo, das quais muitas são maiores e mais ramificadas, a de São Paulo poderá ser considerada como uma das de maior capacidade. A forte demanda de transporte pressupõe um aparelhamento concebido de acordo com os conhecimentos técnicos mais modernos; é indispensável utilizar todos os meios possíveis de servir aos passageiros rapidamente, mesmo por ocasião de concentrações maciças nas principais estações e nas horas de pico. Por isso, deverá ser escolhido um sistema de tarifas simples e de fácil compreensão para o público, sem contudo descuidar da garantia de cobrança das passagens.

A maioria dos metrô considera a sua rede como uma só unidade operacional e administrativa, adotando a tarifa única para evitar consideráveis investimentos em serviços e controles. Mesmo grandes redes — por exemplo aquela de Nova Iorque — dão mais valor a esta simplificação, do que a uma remuneração proporcional ao serviço prestado em cada viagem. Também para o Metrô de São Paulo, a exemplo do que já existe nos ônibus, é recomendável a adoção da tarifa única.

O sistema atualmente adotado em São Paulo, no qual a passagem é paga a um funcionário quando o usuário cruza uma borboleta, requer em média 3,5 segundos por passageiro, equivalente à cerca de 1.000 por hora e por borboleta. Tal capacidade é considerada baixa para estações de grande movimento.

Como para garantir a receita não se pode renunciar aos bloqueios de entrada, a escolha deve recair sobre tipos de borboletas que permitam um aumento substancial do fluxo de passageiros. Com isto, levanta-se a questão do uso ou não de bilhetes de passagem.

Algumas redes de metrô de grande movimento, efetuam a operação de

controle pelo emprêgo de bloqueios automáticos. A introdução de moedas correntes ou então de moedas especiais, como em Nova Iorque, liberta a borboleta automática, dando livre acesso à plataforma. Esse sistema reduz consideravelmente o tempo de controle. A não serem usadas moedas oficiais ou especiais, existe ainda a possibilidade do acionamento por bilhetes, como no sistema utilizado pela Illinois Central, de Chicago, o qual pode ser considerado como o mais moderno em uso atualmente. Opera com computador, bilhetes impressos em material magnético, bloqueios controlados eletronicamente e distribuidores automáticos de bilhetes.

Na realidade, o problema de venda de passagens e acesso do passageiro é tipicamente de racionalização. Existem várias atividades a serem executadas quer pelo passageiro, quer por empregados ou por equipamentos do metrô, desde o momento em que o passageiro decide viajar até o momento de ingressar na plataforma. A melhor solução para cada estação é relacionada com o volume da passageiros que a utilizam.

Em vista do exposto, propõe-se:

- Tarifa única, independente da extensão do percurso, com bloqueios de entrada e borboletas de um só sentido na saída;
- Borboletas com cobrança direta ou borboletas automáticas acionadas por moedas especiais, para compradores de passagens individuais;
- Borboletas com atendentes ou borboletas com acionamento automático por bilhetes, para compradores de conjuntos de bilhetes;
- Venda de passagens em guichês mediante dinheiro trocado, com guichês especiais para fornecimento de trôco aos passageiros.
- Número de guichês para cada tipo de atendimento que estimule o passageiro a determinadas opções;
- O sistema automático eletrônico deverá ser avaliado cuidadosamente antes de ser adotado em lugar de outros sistemas de bloqueio, automático ou não, de confiabilidade conhecida.

##### 4.2.4.2. Pormenores tarifários

- Redução no preço das passagens

Já foi sugerido anteriormente um preço mais baixo para passagens compradas em conjunto, em virtude da redução do custo de venda e da antecipação da arrecadação. Deve ser prevista, também, a redução de 50% para estudantes, em virtude da Lei Municipal n.º 365 de 10/10/1946. Esta e qualquer outra do mesmo gênero que venha a ser concedida, deve ser suficientemente controlada para evitar abusos. Sugere-se, entre outras medidas, que passagens com redução especial sejam vendidas em locais destinados especificamente a essas vendas, mantendo registro dos beneficiários, que as passagens sejam vendidas em conjunto para períodos limitados e que tenham aparência diferente dos bilhetes normais. Além disso, admite-se o reembolso por parte da Prefeitura de quantia equivalente ao total dos

descontos concedidos, por imposição municipal, na venda de passagens.

- Tempo de validade dos bilhetes

A fim de limitar prejuízos decorrentes de possíveis falsificações, deve ser estabelecido um período de validade para bilhetes vendidos.

- Passagens gratuitas

Crianças de colo e aquelas que puderem passar normalmente sob a borboleta terão ingresso gratuito.

##### 4.2.4.3. Diversos sistemas de tarifas empregados nos metrô atualmente

Em várias metrópoles do mundo existem redes de metrô, cujo movimento de passageiros torna-se cada vez maior, devido às vantagens específicas que apresentam. Assim, estas redes de metrô tornam-se espinhas dorsais do transporte coletivo urbano. Se bem que os sistemas de tarifas e embarque difiram entre si em alguns detalhes, foi constatado que, das 29 redes de metrô do mundo, 22 adotaram o sistema de tarifa única para qualquer trajeto. Mesmo as redes metropolitanas mais extensas (como Nova Iorque e Paris) servem-se desse tipo de tarifa. Na maioria dos casos, os preços das passagens estão baseados na média das distâncias dos trajetos, obtida através de contagens estatísticas. Apenas algumas poucas administrações de metrô preferiram adotar o sistema de tarifa por distância, dividindo a rede de linhas em áreas de tráfego, zonas ou por quilômetros e determinando o preço da passagem de acordo com a distância a percorrer.

É de notar, entretanto, que poucos sistemas metropolitanos oferecem ao passageiro a possibilidade de baldeação — com ou sem acréscimo — para outros meios de transporte. Este benefício até agora só foi oferecido em Lisboa e Toronto (sem acréscimo) e em Berlim Ocidental e Chicago (com acréscimo). Porém, mais recentemente, esforços têm sido feitos no sentido de implantar tarifas integradas, permitindo baldeações para os diversos meios de transporte, a fim de tornar mais atraente o transporte coletivo de passageiros. Desta forma, destacam-se pela sua interessante concepção básica, os exemplos de consórcio de Hamburgo e Estocolmo, que se acham discriminados abaixo.

- Hamburgo

Como resultado do consórcio estabelecido entre concessionárias de transporte coletivo de curta distância no Grande Hamburgo, foi criada uma tarifa padrão, cuja finalidade é proporcionar o melhor aproveitamento possível de todos os sistemas, de acordo com as necessidades de cada usuário. Esse tráfego integrado abrange uma área com aproximadamente 150 linhas, cerca de 2.000 km de itinerários e perto de 1.850 estações. Em 1965, essa região tinha 2,3 milhões de habitantes; no mesmo ano foram transportados nessa área 550 milhões de pessoas.

O principal propósito na formação da tarifa foi o de que o usuário escolhesse, independentemente de cogitações financeiras, o meio de transporte e o caminho mais rápido e

confortável para atingir o seu destino. Por este motivo, procedeu-se a uma uniformização de tarifas. Desta maneira, atualmente paga-se o mesmo preço para o mesmo trajeto, qualquer que seja o meio de transporte escolhido. A implantação de um sistema comum e direto, criou, ao mesmo tempo, condições que permitem baldeação livre para veículos de outros sistemas.

O consórcio não é, porém, a parte contratante no compromisso com o passageiro. Bilhetes e passes são vendidos em nome e por conta da empresa de transportes. Prevalecem as condições de transporte das empresas transportadoras usadas no caso.

A tarifa em si não é tarifa única. Foi determinada de acordo com a distância percorrida (se bem que sem grandes diferenças), com preços de passagens graduados conforme a distância. Para um rápido “despacho em tráfego mútuo” do passageiro e para assegurar baldeação livre, foram adotadas tarifas por zonas, tanto para passagens singulares como para passes válidos por determinado período.

Além disso, há cartões para a rede do consórcio, e passes temporários com descontos para escolares e estudantes.

- Berlim Ocidental

O transporte coletivo de passageiros de curta distância na cidade de Berlim Ocidental é dirigido pela “Berliner Verkehrsgesellschaft (BVG West)”, uma empresa autônoma do Estado de Berlim. No ano de 1965, esta atendia 2,2 milhões de habitantes e operava o metrô (9 linhas), os bondes (5 linhas) e linhas de ônibus (73 linhas urbanas, 4 linhas rápidas e 39 linhas para excursões) com 950,6 km dos quais 80 km de metrô. O metrô elevado que serve Berlim Ocidental (S-Bahn) é dirigido pela ferrovia do Estado da zona soviética. Trabalha com preços de “dumping”, politicamente orientados.

A tarifa BVG é uma tarifa única, que compreende certos elementos de uma tarifa determinada pela distância (acréscimo de preço na baldeação). A baldeação para outros tipos de transportes do sistema é perfeitamente possível pela compra de passagens e passes temporários correspondente. Prevalece o seguinte:

Através da compra de uma passagem individual pode ser usada a rede do metrô inteira (sem baldeação para outros meios de transporte), ilimitadamente, até o destino da viagem, independentemente da distância do percurso. A passagem de ônibus e bonde, porém, é válida apenas para a respectiva linha, se bem que para todo o trajeto. Através da compra de uma passagem especial o passageiro obtém o direito de fazer baldeação (por uma ou duas vezes) para outros meios de transporte, pagando um acréscimo correspondente. Existem bilhetes múltiplos com pequeno abatimento (10%) bem como bilhetes e passes a preços limitados a desempregados, mutilados e crianças.

Passes temporários

São feitos em forma de passes nominais com fotografia. O passageiro pode escolher o meio de transporte



bem como o trecho por ele utilizado, não influenciando a distância sobre o preço. Com um cartão desse tipo não poderá haver baldeação de um meio de transporte para outro.

Além disso, existem passes para a rede total e passes mensais (com limitação de percurso) para escolares e estudantes.

#### c) Paris

O transporte coletivo dentro da área do Grande Paris é operado pela "Régie Autonome des Transports Parisiens" (RATP) (metrô, ônibus no tráfego urbano e suburbano, linha para Sceaux) e pela "Société Nationale des Chemins de Fer" (SNCF) (tráfego ferroviário suburbano). Apesar de não existir um consórcio operacional ou de tráfego nem uma tarifa integrada, as tarifas de todas as empresas de transporte têm origem numa base comum. Os preços de passagem relativos à rede de ônibus, às linhas suburbanas da SNCF, bem como à linha para Sceaux, importam em várias vezes o preço base, conforme a distância do trajeto. Todas as redes citadas — com exceção da rede do metrô — estão divididas em seções de trajeto, motivo pelo que as etapas estão dispostas em distâncias alternativas de 2 a 3 km cada uma, concentricamente, em volta de Paris. Os preços do tráfego suburbano da SNCF são calculados, além disso, através da utilização de um coeficiente especial que é maior que um.

Apesar das redes do metrô e de ônibus serem administradas por uma única empresa, não é possível utilizar diversos meios de transporte com apenas uma passagem. A linha Sceaux, que possui tarifa integrada com o metrô, é uma exceção.

#### d) Estocolmo

Estocolmo possui hoje aproximadamente 1,2 milhões de habitantes, dos quais 400 mil moram nos subúrbios. No Grande Estocolmo o transporte coletivo de passageiros vinha sendo efetuado há anos por várias empresas de transporte. Todo o transporte coletivo do centro da cidade e a maior parte daquele das zonas residenciais situadas na periferia da cidade era proporcionado pela "Stockholmer Strassenbahn", uma empresa municipal que opera uma excelente rede de metrô, bem como linhas de bondes e ônibus. As demais zonas residenciais situadas na periferia da cidade, bem como subúrbios da região, são servidas pelas ferrovias federais suecas (SJ), por empresas ferroviárias particulares, bem como por empresas de ônibus particulares e públicas.

Após terem sido firmados os respectivos contratos, o "Kommunalförbundet för Stockholms stads och läns regionale frägor" (KSL) assumiu, em 1.º de janeiro de 1967, a responsabilidade para operação e coordenação do transporte coletivo local e suburbano, com o propósito de proporcionar à população de Estocolmo e àquela dos distritos situados nas regiões vizinhas à cidade melhores serviços. Para tanto, uniram-se a cidade de Estocolmo e os municípios vizinhos. A execução desta tarefa coube a uma empresa, pertencente ao KSL. Para este fim a antiga companhia de bondes de Estocolmo foi transferida à propriedade do KSL, responsável

pelo cumprimento dos serviços acima citados.

Através de contratos especiais, as linhas suburbanas das ferrovias foram incorporadas ao sistema. Igualmente, o transporte por ônibus e pelas ferrovias federais suecas na região do Grande Estocolmo, inclusive esquematização dos horários e tarifas, a partir de então, coube à empresa do KSL.

Como as linhas de metrô, bonde e ônibus pertenciam à mesma empresa, sua rede pôde ser traçada de forma que os ônibus funcionassem principalmente como conexão para a rede do metrô. Desta forma, é possível utilizar linhas de metrô e de conexão sem acréscimo na passagem. A região urbana foi dividida em 4 áreas de tráfego e estas, por sua vez, exceto a central, divididas em 2 a 4 zonas, com limites de preços. Os preços para passagens individuais, blocos e passes temporários são determinados sempre conforme o número de áreas de tráfego, ou zonas dessas áreas de tráfego percorridas. Mesmo depois da entrada em vigor do KSL nada foi modificado nesse sistema de tarifa, resultando o preço do transporte sempre da distância percorrida.

#### e) Nova Iorque

No Metrô de Nova Iorque (New York Transit Authority), a estrutura da tarifa é bastante simples. O preço da passagem importa, com uma única exceção, em US\$ 0.20 por pessoa para toda a rede (tarifa única). São utilizadas moedas de latão (denominadas token), as quais são colocadas na borboleta e liberam assim a entrada na plataforma. Deste modo, o passageiro pode, uma vez pago o preço da passagem, utilizar toda a rede. A única exceção é a linha "The Rockaways" na periferia, no lado Sudeste. Na baldeação para essa linha o preço da passagem de US\$ 0.20 precisa ser pago novamente (ficha colocada na borboleta da saída).

Escolares até a idade de 18 anos gozam de um desconto de 66 2/3% na passagem. A autorização para esse desconto é dada pelo Órgão Educacional (Board of Education) da cidade de Nova Iorque. Todavia, esse órgão reembolsa a diferença entre a tarifa comum e o desconto para a Transit Authority (1963 = US\$ 12.104.308,00). Os escolares recebem um passe válido para o ano escolar, com o qual se dirigem às plataformas através das saídas.

#### 4.2.4.4. Sistemas atuais de tarifas e modalidades de cobrança de São Paulo

O transporte coletivo de passageiros na área do Grande São Paulo, está sendo efetuado por diversas ferrovias (Estrada de Ferro Central do Brasil, Estrada de Ferro Santos a Jundiaí, Estrada de Ferro Sorocabana), por uma empresa municipal de transportes urbanos (Companhia Municipal de Transportes Coletivos), bem como, por um grande número de empresas de ônibus particulares.

Não existe consórcio operacional ou de tráfego das diferentes empresas de transporte. A baldeação de passageiros de um meio de transporte para outro não é possível sem compra de outra passagem. Os esquemas de tarifas e

cobrança dos passageiros são regulamentados de formas diversas. Prevalcem os seguintes pontos:

#### a) Trens de subúrbio

Na utilização de trens suburbanos da Estrada de Ferro Santos a Jundiaí, o passageiro paga uma tarifa única de NCr\$ 0,20. Como não existem bilhetes, o passageiro precisa passar por uma borboleta efetuando o pagamento no ato. O funcionário, por sua vez, é controlado pelo contador automático embutido no bloqueio. Não há emissão de passagens temporárias nem controle nas saídas. Geralmente a saída da plataforma na linha suburbana se dá por portas giratórias que funcionam num só sentido.

Na Estrada de Ferro Sorocabana a rede suburbana é dividida em duas zonas. O preço da passagem importa em NCr\$ 0,20 ou NCr\$ 0,35, de acordo com a distância da viagem. Além disso, são emitidos passes temporários com desconto de 25%. As portas de entrada e saída são controladas, há fiscalização por parte dos condutores nos trens suburbanos. Os bilhetes são comprados nos guichês e entregues na saída da plataforma. Na utilização de trens de longo percurso vale a tarifa para os mesmos (mais elevada).

Também a Estrada de Ferro Central do Brasil tem tarifa única para seu tráfego suburbano. O embarque dos passageiros se dá na mesma forma como na Estrada de Ferro Santos a Jundiaí. O preço da passagem na rede é uniforme (NCr\$ 0,15).

Para trens de longo percurso e trens de subúrbio especiais (automotriz e Alvorada) devem ser adquiridos bilhetes a preços mais elevados.

O controle do embarque e desembarque dos passageiros se dá nas entradas e saídas especiais da plataforma; os bilhetes devem ser devolvidos no fim da viagem. Cada ferrovia tem a sua tarifa e seu sistema próprio que não permitem baldeação de uma ferrovia a outra sem pagar de novo.

#### b) Ônibus

As tarifas e a cobrança dos passageiros no tráfego urbano são muito simples. Em princípio são cobrados NCr\$ 0,25 para uma viagem numa linha de ônibus; com isso pode ser percorrido todo trajeto da linha, não sendo, na grande maioria dos casos, emitidos bilhetes. Baldeação gratuita não é, pois, possível; o passageiro paga a passagem ao atravessar a borboleta no interior do ônibus. O cobrador presta contas à administração de acordo com o contador automático na borboleta. Existem, em parte, descontos de preços nas passagens para escolares. Os passes devem ser então adquiridos através de compra adiantada e entregues ao cobrador na passagem pela borboleta.

#### 4.2.4.5. Descrição dos sistemas convencionais de controle e venda de passagens

Pelo antigo sistema de controle de embarque, o passageiro comprava no guichê passes ou então bilhetes para uma só viagem. Ao passar pelo

bloqueio controlado por um funcionário, o bilhete era picotado ou simplesmente examinado quanto à sua validade. Chegando ao destino, o bilhete de passagem era entregue ao fiscal junto à saída; também o passe era exibido. Além disto, no intuito de restringir a utilização abusiva do meio de transporte, havia durante o percurso, um controle dos bilhetes nos trens.

Com o advento dos transportes em massa, este processo já não é suficiente, razão pela qual se tratou em primeiro plano da racionalização da venda de bilhetes. Fortes atrativos financeiros foram oferecidos para induzir o passageiro a comprar passes, pois, é sabido que estes são válidos para diversas viagens e, por isso acarretam menores despesas de venda. No transporte suburbano rápido, onde já anteriormente a graduação dos preços por zonas de tarifas havia sido reduzida e mesmo suprimida, foram instalados aparelhos automáticos, cada vez em maior número, os quais fornecem os respectivos bilhetes contra a introdução de moedas. Facilitou-se também a venda de bilhetes múltiplos ou blocos, conseguindo-se assim também redução nas despesas de venda nos guichês. Estas medidas, contudo, não reduzem decisivamente as falhas do processo de controle, enquanto os bloqueios de entrada continuarem ocupados por pessoal de serviço. Por essa razão, muitas empresas de transporte reformularam suas tarifas de maneira a poder dispensar os bloqueios de saída sem grandes prejuízos.

Mesmo este tipo de controle exige uma despesa muito grande em pessoal. Está demonstrado, além disto, que os meios que transportam muitos passageiros nas horas de pico, não podem dispor de guichês e borboletas em número suficiente. Desde que o sistema de tarifa o permita, estas empresas aplicam bloqueios com funcionamento mecânico, em que as borboletas são liberadas pela introdução de moedas ou de fichas especiais. O passageiro deve, neste caso, estar provido no início da viagem das respectivas moedas para introduzi-las na borboleta automática.

Não há nenhum outro controle durante ou no fim do trajeto. Este sistema foi considerado por muitos anos como o processo mais moderno e mais simples, e é ainda hoje utilizado, não comportando contudo, o emprego de passes que necessitem de verificação visual.

Ambos os processos, porém, não são totalmente satisfatórios. Ao passo que o processo tradicional não permite uma maior racionalização, o segundo sistema exige uma unificação da tarifa que em muitos casos não é conveniente e não satisfaz necessidades diversificadas.

Têm sido desenvolvidas, nos últimos anos, sistemas de fiscalização e controle de embarque utilizando técnicas de processamento eletrônico de dados. Funcionam com borboletas operadas eletronicamente, permitem a venda de bilhetes por comando eletrônico e fornecem bilhetes de leitura automática, processados com o auxílio de computadores. É possível, com o emprego destes sistemas, por meio de programação adequada, fornecer o bilhete desejado contra a inserção de moedas ou de cédulas



nos aparelhos automáticos especiais de venda, controlar os passageiros nos bloqueios de entrada (e saída, se fôr o caso) e invalidar os bilhetes nessas borboletas automáticas, por meio das marcas estampadas em correspondência com as determinações de controle e de tarifa. Além da maior capacidade de atendimento, estes sistemas permitem grande economia em pessoal de serviço. Ao mesmo tempo, realizam sem falhas o controle exato da receita, mesmo no caso de ser necessário prever diversos preços de passagem ou mesmo a utilização de diferentes meios de transporte com o mesmo bilhete.

A limitação da validade do bilhete ou então a limitação de validade em um percurso pré-estabelecido depende, neste caso, inteiramente da programação do aparelho. Tais sistemas ainda estão em um estágio de aperfeiçoamento e sua confiabilidade não é muito alta, mas certamente constituem a solução para o futuro.

#### 4.2.4.6. Sistema de tarifa integrada para São Paulo

As investigações realizadas mostraram que a longo prazo só é possível oferecer um serviço adequado e satisfatório do transporte coletivo em São Paulo, através da implantação de um sistema integrado. Este sistema deve incluir todos os meios de transporte, para que a participação destes em serviços e tarifas seja devidamente coordenada.

Entretanto, a cooperação de diferentes meios de transporte nestes termos só poderá ser eficaz do ponto de vista econômico-operacional e prover o bem estar da população se fôr fundada em condições equitativas que regulamentem a oferta e execução dos serviços para cada um deles. Por isso, é indispensável que, a longo prazo, o estabelecimento de um sistema integrado assegure uma política uniforme também no campo de tarifas. A tarifa comum deverá servir à mesma finalidade que a integração do transporte, ou seja, a de oferecer um serviço ótimo, através do aproveitamento das vantagens típicas de cada meio disponível e também assegurar que este objetivo seja alcançado. No caso presente, todas as considerações tarifárias deverão levar em conta o fato de que na rede proposta para São Paulo, o metrô e as ferrovias deverão representar a espinha dorsal do sistema, enquanto que os ônibus executarão principalmente o serviço de ligação. A tarifa comum deve, portanto, obrigatoriamente, possibilitar aos passageiros o uso de vários meios de transporte mediante um único comprovante.

O capítulo 4.2.4.3. refere-se ao fato de que em muitas metrópoles da Europa foi necessária uma reorganização dos serviços públicos de transporte de passageiros, no sentido de torná-los mais atrativos, através de uma cooperação das empresas e uniformização de tarifas dentro de sistemas integrados.

O fato predominante causador deste desenvolvimento foi a necessidade de habilitar os serviços públicos — considerando a situação financeira cada vez pior das empresas — a fazer concorrência ao transporte particular. Um

exame minucioso mostra, todavia, que até agora não se conseguiu, em lugar nenhum, obter a desvinculação completa dos sistemas antigos. Estas dificuldades confirmam-se nas complicadas disposições de tarifa e controle pelas quais algumas empresas responsáveis por diferentes meios de transporte tentam salvaguardar para o futuro suas concessões e possibilidades de lucros.

Tendo em vista a situação especial de cada metrópole, estes exemplos não podem servir de modelo, mas apenas apontam o caminho a ser seguido para a solução dos problemas tarifários. Já nas considerações sobre a tarifa do metrô (sem integração) foi demonstrado, no capítulo 4.2.4.1., que em São Paulo deveremos contar com tal afluência de passageiros, que seu controle só será possível mediante a aplicação de sistemas dos mais simples. Para tanto, no sistema integrado tarifariamente deverá também ser garantida a possibilidade de controlar com bloqueios automáticos eletrônicos o direito a viagem da grande maioria dos passageiros.

Propõe-se, portanto, o estabelecimento de uma tarifa comum, com as mesmas características das tarifas propostas para o sistema não integrado tarifariamente. Os preços de passagens devem ser independentes do serviço prestado. O preço comum deverá ser calculado pela média dos percursos de todas as viagens e devem ter o mesmo valor para toda a rede. O controle de passageiros no metrô e nas ferrovias deverá ser feito exclusivamente por bloqueios eletrônicos, antes do embarque, ficando excluídos os controles adicionais durante ou no fim da viagem.

O passageiro precisará, em princípio, de um bilhete, que poderá ser adquirido nos guichês das vias férreas, ou em outros locais, em blocos.

Bilhetes individuais não serão vendidos. O preço base de passagem no esquema tarifário proposto, é o preço de um bilhete no bloco.

As passagens são transferíveis dando direito à utilização dos meios ferroviários em toda a rede, bem como a duas viagens de ônibus no mesmo dia.

Possibilitam, portanto, a baldeação de um para outro meio de transporte com o que qualquer destino pode ser alcançado sem aumento de preço.

#### 4.2.4.7. Proposta de um sistema de controle de embarque

Conforme exposto no capítulo 4.2.4.6. deverá ser prevista a complementação do sistema de transporte integrado com a adoção de um convênio de tarifa comum, a ser adotada por todos os meios de transporte participantes do convênio e os bilhetes darão direito a baldeação entre todos. Isto significa a baldeação dos ônibus para a rede de transportes por via férrea ou vice-versa. Se, entretanto, o passageiro pagar sua passagem ao cruzar uma borboleta controlada por cobrador, ou atuada por ficha especial não receberá bilhete e não poderá fazer baldeação. Estudantes terão abatimento para o trajeto de casa à escola, com

bilhetes comprados antecipadamente, mediante identificação. O sistema de controle de embarque guiar-se-á pelas prescrições tarifárias e zelará para que estas sejam respeitadas e postas em prática. Deve-se ainda assegurar que o embarque dos passageiros possa ser efetuado sem atritos. Os bilhetes reunidos em blocos deverão ser vendidos nos guichês das empresas ferroviárias ou procurados antecipadamente em determinados postos de venda situados em locais centrais da cidade. A venda de blocos nos ônibus deverá ser evitada. Contudo, o passageiro teria sempre a possibilidade de pagar ao motorista a passagem de trajeto simples, para a ligação com a rede ferroviária, onde poderá comprar bilhetes. Com a possível adoção futura do sistema automático de venda de bilhetes poderão ser também fornecidos bilhetes individuais. Seriam assim preenchidas as condições para a posterior supressão das borboletas de acesso, controladas por pessoal de serviço.

O controle de embarque deverá ser efetivado — pelo menos nas empresas de transporte por via férrea — por meio de bloqueios operados eletronicamente e, além disso, com automáticos, respondendo à introdução de bilhetes e invalidando-os ao mesmo tempo.

A invalidação do bilhete dever-se-á limitar, cada vez, ao trajeto correspondente, executado por ônibus ou por via férrea. Poderia assim o passageiro, com o mesmo bilhete, tomar se quisesse, duas vezes uma linha de ônibus (mesmo ida e volta), interromper a viagem para tomar ou deixar a via férrea, mas esta, por outro lado, só poderia ser utilizada uma única vez. Além disto, a validade de seu bilhete seria limitada pelo dia operacional da rede.

Considerando-se que, na maioria dos casos, o serviço de ônibus limitar-se-á à ligação aos meios de transporte por via férrea e que por isso o comprimento destas linhas seria relativamente curto, e tendo-se em vista que um bilhete autoriza a utilização de todas as linhas integradas até o destino, não seria anti-econômico permitir a utilização do mesmo para uma viagem de retorno, quando se renuncia a utilizá-lo no metrô.

Não resta dúvida de que o sistema de controle de embarque aqui proposto poderá ainda ser simplificado. Foi concebido na forma a que nada impeça sua maior automatização posterior.

Durante um certo tempo de transição, deverá haver a possibilidade não só nos ônibus, mas também nos transportes por via férrea, de viajar sem bilhete e contra pagamento, a vista, em borboleta controlada por pessoal de serviço ou liberada por fichas especiais.

#### 4.2.4.8. Bases para a repartição das receitas

Para o sistema integrado de transportes e de tarifas de São Paulo, prevê-se que todas as receitas sejam atribuídas a um órgão coordenador, por todas as empresas de transporte ligadas ao sistema; estas serão indenizadas de acordo com o serviço por elas realizado. Somente terão validade os serviços

executados sob o controle deste órgão.

Os custos operacionais totais serão controlados pelo mesmo órgão através da aplicação de princípios econômicos e contábeis estabelecidos para todo o sistema pela autoridade competente. Os novos investimentos deverão igualmente estar sob o controle deste órgão.

Os lucros provenientes do total das operações deverão ser atribuídos às empresas participantes, de acordo com o respectivo rendimento operacional.

Quanto às perdas de receita provenientes de reduções de tarifas por parte de autoridades municipais ou estaduais (abatimento para escolares, por exemplo) deverão ser reembolsadas pela repartição respectiva, responsável pela imposição.

#### 4.3. Aspectos técnicos do sistema

##### 4.3.1. A rede do sistema de trânsito rápido

Pela análise dos dados fornecidos pelas pesquisas realizadas, pôde-se concluir pela escolha de linhas que seguem as correntes principais de tráfego, dirigidas para o centro da cidade.

Quatro foram os traçados escolhidos para integrarem a rede do metrô, numa primeira fase:

Santana-Jabaquara com ramal Paraíso-Moema  
Casa Verde-Vila Maria  
Pinheiros-Via Anchieta com ramal Parque Pedro II-Vila Bertioga  
Vila Madalena-Paulista.

Estas linhas são descritas a seguir, na ordem selecionada de sua construção. A figura 4.36 apresenta ainda um mapa do traçado geral da rede.

##### 4.3.1.1. Linha Santana-Jabaquara com ramal Paraíso-Moema

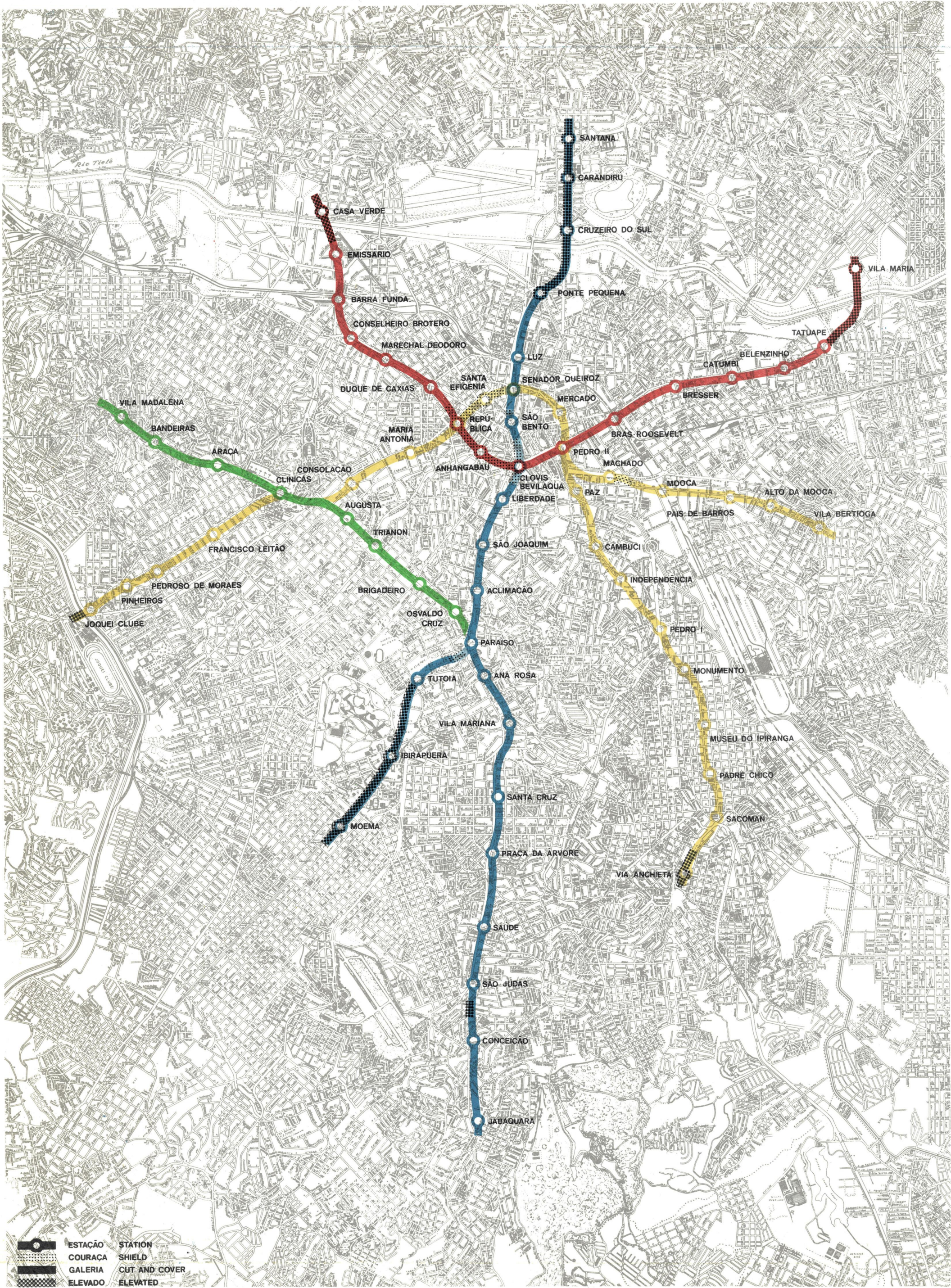
Começará no bairro de Santana, ao norte do Rio Tietê e no fim da Avenida Cruzeiro do Sul, sobre esta passando em plano elevado na faixa central. Santana e Carandirú serão as duas primeiras estações. Junto à Estação Cruzeiro do Sul será instalada uma estação rodoviária possibilitando aos passageiros de ônibus intermunicipais a utilização do metrô.

Na continuação do traçado serão aproveitados os pilares, entre as duas pistas, da ponte sobre o Rio Tietê. Após desvio para Sudoeste, atravessará em elevado o Rio Tamanduateí, passando sob a Av. Tiradentes ao lado da Estação da Luz. A estação do metrô neste ponto, estabelecerá conexão com a EFSJ. Entre a Estação Cruzeiro do Sul e esta última, estará a da Ponte Pequena. Na Avenida Senador Queiroz, próxima estação, está prevista baldeação para a Linha Pinheiros-Via Anchieta.

O centro da cidade será atravessado na direção Sul, em subterrâneo pelo Largo-São Bento, Rua Boa Vista e



Fig. 4.36  
Proposta da rede do Metrô





Praça Clóvis Beviláqua, com estações em São Bento e Clóvis Beviláqua, onde dar-se-á o cruzamento com a Linha Casa Verde-Vila Maria. Continuará sob a Av. Liberdade e Rua Vergueiro. Estarão neste trecho as Estações: Liberdade, São Joaquim, Aclimação, Paraíso e Ana Rosa. A do Paraíso foi concebida como entroncamento dos trechos até Jabaquara, Moema e Linha Vila Madalena-Paulista.

Da Rua Vergueiro continuará sob a Praça Teodoro de Carvalho, sob a Rua Domingos de Moraes e Avenida Jabaquara, dispondo das Estações: Vila Mariana, Santa Cruz, Praça da Árvore, Saúde e São Judas. Ao Sul de São Judas, em curto trecho em elevado, será transposto o vale do córrego da Água Vermelha. Daí prosseguirá sob a Av. Diederichsen e sob a Avenida Armando Arruda Pereira até o ponto final provisório, previsto para a Estação Jabaquara. Entre esta e a Estação São Judas estará a Estação Conceição.

A Linha Santana-Jabaquara terá um ramal que, saindo da Estação Paraíso, seguirá primeiramente em subterrâneo para Sudoeste, acompanhando a Av. 23 de Maio, pelo lado Este. Pouco além do cruzamento por baixo da Rua Tutóia, onde localizar-se-á a estação do mesmo nome, a linha volta à superfície dirigindo-se ao Parque Ibirapuera, para transpô-lo em elevado, onde haverá outra estação. O ramal seguirá um pequeno trecho da antiga linha de bondes, para alcançar seu ponto final provisório na Estação Moema, próximo ao cruzamento com a Av. Indianópolis.

A Linha de Santana-Jabaquara, com ramal Moema, terá comprimento de 20,98 km. Foram previstas, conforme descrito, vinte e três estações com distanciamento médio entre si de 915 m. Nos trechos centrais tal comprimento é de cerca de 600 m.

#### 4.3.1.2. **Linha Casa Verde-Vila Maria**

Esta linha começa na margem Norte do rio Tietê e terá uma estação terminal provisória no bairro Casa Verde. Partindo daí, atravessará o vale do rio Tietê em elevado, cruzando os trilhos da EFSJ e EFS na Barra Funda. Em seguida atingirá, com ampla curva, em subterrâneo, a Avenida São João. Ao Sul do Rio Tietê está prevista a Estação Emissário.

A Estação Barra Funda propiciará baldeações às ferrovias. Seguindo a Av. São João, a linha passará pelas estações: Conselheiro Brotero, Marechal Deodoro e Duque de Caxias. Desta desviar-se-á em direção à Praça da República, em túnel sob o Largo do Arouche. Na Estação República haverá possibilidade de baldeação para a Linha Pinheiros-Via Anchieta. Seguirá sob a Rua Sete de Abril, sob a parte Sul da Av. Anhangabaú, onde localizar-se-á a estação de igual nome, até alcançar a Praça Clóvis Beviláqua.

Partindo da Estação Clóvis Beviláqua passará pelo Parque D. Pedro II e respectiva estação, prosseguindo sob a Avenida Rangel Pestana até a Estação Brás — Roosevelt, que propiciará utilização do metrô pelos usuários das ferrovias.

A linha continuará sob a Av. Celso Garcia passando pelas Estações

Bresser, Catumbi, Belenzinho, até a Rua Ulisses Cruz, onde voltará à superfície em direção ao Norte, pelo vale do Tietê, pouco antes da Estação Tatuapé.

Após cruzar o rio, terminará, provisoriamente na Estação Vila Maria, perto da Via Dutra e no bairro do mesmo nome. O comprimento desta linha será de 13,33 km e contará com 16 estações. A distância média entre estações será de cerca de 840 m.

#### 4.3.1.3. **Linha Pinheiros-Via Anchieta com ramal Pedro II-Vila Bertioga**

A linha começará na margem Oeste do Rio Pinheiros, nas proximidades do Jôquei Clube. A estação terminal Jôquei Clube será em plano elevado sobre o Rio Pinheiros, com acesso de passageiros de ambas as margens do rio. Haverá possibilidade de baldeação com a EFS, que neste ponto constrói uma nova estação.

Deixando o plano elevado, a linha passará sob o bairro de Pinheiros, pelas Estações: Pinheiros, Pedro de Moraes, prosseguindo pela Francisco Leitão e Clínicas. Cruzando por baixo da Linha Vila Madalena-Paulista, entrará sob a Rua Consolação, atingirá a estação do mesmo nome, posteriormente a Maria Antônia e, sob a Av. Ipiranga, a Estação República que fará conexão com a linha anteriormente descrita. A partir daí Estação Santa Ifigênia, Senador Queiróz, Mercado, D. Pedro II, passando sob o rio Tamanduateí.

A estação de entroncamento Pedro II servirá simultaneamente à linha tronco para a Via Anchieta e ao ramal para Vila Bertioga. Atravessando novamente o Tamanduateí, seguirá pela Rua Luiz Gama, e Estações Paz, Cambuci, Independência, Pedro I, Monumento, Museu Ipiranga.

Após a Rua do Grito a linha emergirá transpondo a Rua Bom Pastor em elevado. As Estações Padre Chico, Sacoman e Via Anchieta completarão a linha tronco.

Na Estação Pedro II, esta linha terá um ramal para Vila Bertioga, passando sob a Radial Leste até a Rua Barão de Jaguará, prosseguindo sob a Rua da Moóca até a estação terminal de Vila Bertioga. Intermediariamente estarão dispostas as Estações: Machado, Moóca, Paes de Barros e Alto da Moóca. O comprimento desta linha e correspondente ramal será de 23,83 km. Contará com 26 estações distanciadas entre si de 885 m, em média.

#### 4.3.1.4. **Linha Vila Madalena-Paulista**

Como parte de um primeiro anel de ligação, esta linha encarregar-se-á do tráfego transversal da periferia Sudoeste do centro da cidade.

Partindo da Estação Vila Madalena, prosseguirá sob a Rua Heitor Penteado, Araçá até a Estação das Clínicas. Bandeiras e Araçá serão as estações intermediárias.

Na Estação das Clínicas está prevista conexão com a Linha Pinheiros-Via Anchieta. Prosseguindo sob a Avenida Paulista, atingirá as Estações

Augusta, Trianon, Brigadeiro, Osvaldo Cruz, Paraíso e Ana Rosa. Na Estação Paraíso passará sob a Linha Santana-Jabaquara e ramal Paraíso-Moema, propiciando transferência de passageiros entre elas.

O comprimento total será de 8,08 km, com 10 estações e distância média de 840 m entre estações.

#### 4.3.1.5. **Modificações do pré-projeto de engenharia**

No momento da elaboração final do presente relatório, estão sendo examinadas a conveniência e a viabilidade de algumas modificações nas Linhas Norte-Sul e Sudoeste-Sudeste (Pinheiros-Via Anchieta).

A primeira diz respeito à substituição das atualmente previstas Estações “Luz” e “Senador Queiroz” por uma única estação (Luz), a ser localizada na Av. Prestes Maia e ao Sul da linha da EFSJ, para qual seria deslocada a Linha Sudoeste-Sudeste que, neste caso, ficaria ligada diretamente à estação da estrada de ferro mencionada. Com tal solução impor-se-ia a criação de uma nova estação (Politécnica) no cruzamento da Av. Tiradentes com a R. João Teodoro.

A segunda modificação seria quanto ao tipo de construção no ramal de Moema, previsto em elevado, face a implicações de caráter urbanístico e paisagístico na região da Av. 23 de Maio, Av. Brasil e Parque Ibirapuera.

#### 4.3.2. **Características técnicas do sistema**

Aprofundado estudo técnico das condições e necessidades de transporte, presente e futuras, de São Paulo e áreas circunvizinhas, determinou a escolha das características do sistema de trânsito rápido a ser implantado. Os principais aspectos serão a seguir comentados.

##### 4.3.2.1. **Sistema de trânsito rápido**

Uma análise cuidadosa das vantagens e desvantagens do sistema convencional de metrô, comparada com a dos novos tipos que estão sendo utilizados ou experimentados em outros países, indicou o mais adequado para São Paulo. Trata-se do consagrado sistema de carros de rodas de aço, sobre trilhos de uso corrente.

É o tipo de veículo mais seguro e econômico, para as peculiares condições desta Capital. Os outros sistemas estudados foram especialmente:

a) Sistema ALWEG, no qual os carros movimentam-se sobre pneumáticos, em pistas elevadas de concreto, sendo dotados de rodas auxiliares laterais que funcionam como estabilizadores.

b) O sistema SAFEGE, onde os carros, suspensos por rodas com pneumáticos, deslizam dentro de uma canalleta de concreto, sendo dotados de rodas auxiliares estabilizadoras e discos de aço verticais, que suportam o veículo em caso de estouro de pneus.

c) O sistema R.A.T.P. onde os carros, dotados de pneus, percorrem uma pista junto a um sistema de trilhos convencionais, usado para manobras e suporte em caso de acidentes provocados por rompimento de pneus.

Os principais aspectos considerados na comparação citada foram:

a) A maior aceleração e poder de frenagem, resultantes do mais elevado coeficiente de aderência dos pneumáticos, que poderá aumentar a velocidade média e capacidade do sistema, não se aplicam ao nosso caso por razões de conforto e segurança dos usuários.

b) A redução do nível de ruídos pode ser obtida com adequada utilização de rodas convencionais.

c) Os pneus produzem desagradáveis vibrações em alta velocidade.

d) Os sistemas ALWEG e SAFEGE requerem carros com maior seção transversal e, conseqüentemente, implicam em maiores custos de construção das vias subterrâneas.

e) Pistas para rolamentos de pneumáticos e os meios de manobra custam muito mais do que os trilhos convencionais.

f) O mais elevado tempo de manobra requerido para os carros do ALWEG e SAFEGE é inadequado para curtos intervalos de tempo entre trens.

g) O custo operacional dos carros convencionais é inferior ao do similar com pneus.

##### 4.3.2.2. **Características gerais dos trens**

O dado básico considerado na escolha das características dos trens foi a máxima capacidade de transporte de passageiros, nas horas de pico. Esta foi fixada em 80.000 passageiros/hora/linha, em função da demanda estimada para o ano de 1987. Quarenta trens por hora, com capacidade unitária para 2.000 passageiros, tráfegarão a cada 90 segundos, nas horas de pico.

Foi projetada adequada disposição de assentos, de portas e de áreas para fácil entrada e saída nas unidades, visando oferecer conforto aos usuários.

A unidade básica será composta de 6 carros, oferecendo um total de 397 assentos e 230 m<sup>2</sup> para passageiros em pé.

Outras características operacionais serão:

Velocidade máxima = 100 km/h  
Tempo necessário para atingir a velocidade de 80 km/h = 30s  
Aceleração máxima de partida = 1,35 m/s<sup>2</sup>  
Deceleração para parada normal = 1,20 m/s<sup>2</sup>  
Comprimento do carro = 21,75 m  
Largura = 3,21 m  
Altura = 3,55 m  
Comprimento da composição padrão = 130,50 m  
Tempo de parada nas estações = 30 s.

##### 4.3.2.3. **Sistema de alimentação**

Uma comparação entre a utilização de corrente alternada e de corrente contínua indicou ser esta a mais apropriada para a alimentação do



Santana — Jabaquara - Ramal Moema				Casa Verde — Vila Maria		
Linha km	20,98			13,33		
Extensão						
N.º de Estações	Nome da Estação	Tipo da Estação	Sistema Construtivo do trecho	Nome da Estação	Tipo da Estação	Sistema Construtivo do trecho
01	Santana	Elevada	Elevado	Casa Verde	Elevada	Elevado
02	Carandiru	Elevada	Elevado	Emissário	Elevada	Elevado
03	Cruzeiro do Sul	Elevada	Elevado	Barra Funda	Elevada	Elevado e Cut and cover
04	Ponte Pequena	Elevada	Cut and cover	Cons. Brotero	Subterrânea	Cut and cover
05	Luz	Subterrânea	Cut and cover	Mal Deodoro	Subterrânea	Cut and cover
06	Sen. Queiroz	Subterrânea	Cut and cover	Duque Caxias	Subterrânea	Shield
07	São Bento	Subterrânea	Shield e cut and cover	República	Subterrânea	Shield
08	Clóvis	Subterrânea	Shield e cut and cover	Anhangabaú	Subterrânea	Shield
09	Liberdade	Subterrânea	Shield e cut and cover	Clóvis	Subterrânea	Shield
10	S. Joaquim	Subterrânea	Cut and cover	Pedro II	Subterrânea	Cut and cover
11	Aclimação	Subterrânea	Cut and cover	Brás	Subterrânea	Cut and cover
12	Paraíso	Subterrânea	Cut and cover	Bresser	Subterrânea	Cut and cover
13	Ana Rosa	Subterrânea	Cut and cover	Catumbi	Subterrânea	Cut and cover
14	V. Mariana	Subterrânea	Cut and cover	Belenzinho	Subterrânea	Cut and cover
15	Santa Cruz	Subterrânea	Cut and cover	Tatuapé	Superfície	Superfície
16	Pça. Árvore	Subterrânea	Cut and cover	Vila Maria	Superfície	
17	Saúde	Subterrânea	Cut and cover			
18	São Judas	Subterrânea	Elevado e cut and cover			
19	Conceição	Subterrânea	Cut and cover			
20	Jabaquara	Subterrânea	Cut and cover			
21	Paraíso	Subterrânea	Shield e cut and cover			
22	Tutoia	Superfície	Elevado			
23	Ibirapuera	Elevada	Elevado			
24	Moema	Elevada				

4.37

Pinheiros — Via Anchieta Ramal D. Pedro II — Bertioga				Vila Madalena — Paulista		
Linha km	23,83			8,08		
Extensão						
N.º de Estações	Nome da Estação	Tipo da Estação	Sistema Construtivo do trecho	Nome da Estação	Tipo da Estação	Sistema Construtivo do trecho
01	Jóquei	Elevada	Elevado	V. Madalena	Subterrânea	Cut and cover
02	Pinheiros	Elevada	Elevado e cut	Bandeiras	Subterrânea	Cut and cover
03	Pedroso Moraes	Subterrânea	and cover	Araçá	Subterrânea	Cut and cover
04	Fco. Leitão	Subterrânea	Cut and cover	Clínicas	Subterrânea	Cut and cover
05	Clínicas	Subterrânea	Cut and cover	Augusta	Subterrânea	Cut and cover
06	Consolação	Subterrânea	Cut and cover	Trianon	Subterrânea	Cut and cover
07	M. Antonia	Subterrânea	Cut and cover	Brigadeiro	Subterrânea	Cut and cover
08	República	Subterrânea	Shield	Oswaldo Cruz	Subterrânea	Cut and cover
09	Sta. Ifigênia	Subterrânea	Shield	Paraíso	Subterrânea	Cut and cover
10	Sen. Queiroz	Subterrânea	Cut and cover	Ana Rosa	Subterrânea	
11	Mercado	Subterrânea	Cut and cover			
12	D. Pedro II	Subterrânea	Cut and cover			
13	Paz	Subterrânea	Cut and cover			
14	Cambuci	Subterrânea	Cut and cover			
15	Independência	Subterrânea	Shield			
16	D. Pedro I	Subterrânea	Shield			
17	Monumento	Subterrânea	Shield e cut & cover			
18	Museu	Subterrânea	Cut and cover			
19	Padre Chico	Subterrânea	Cut and cover			
20	Sacoman	Elevada	Elevado			
21	Via Anchieta	Superfície				
22	D. Pedro II	Subterrânea	Cut & cover			
23	Machado	Subterrânea	Shield e cut & cover			
24	Moóca	Subterrânea	Cut and cover			
25	Paes de Barros	Subterrânea	Cut and cover			
26	Alto Moóca	Subterrânea	Cut and cover			
27	V. Bertioga	Subterrânea				

4.38

Fig. 4.37  
Tipo das estações e sistema de construção dos trechos intermediários

Fig. 4.38  
Tipo das estações e sistema de construção dos trechos intermediários

metrô, tendo em vista o grande número de veículos por quilômetro de linha.

Quanto à tensão, recomendam as especificações internacionais a escolha de instalações fixas de 750 ou 1.500 ou 3.000 V.

Para o caso de São Paulo foi adotada a tensão de 750 V, por considerações de ordem econômica e de segurança.

4.3.2.4. Características das linhas

A mais importante característica das linhas de metrô é a sua construção

sem cruzamentos e sem interferências com outros meios de transporte.

A bitola escolhida foi de 1.600 mm, que é padrão no Brasil e permite pequenas oscilações dos carros, com economia na construção.

O greide máximo foi fixado em 40‰ e 2,5‰ nas estações; o raio de curva mínimo foi estabelecido em 300 m nos trechos de linha e 400 m nas estações. As plataformas das estações terão 236 m de comprimento, ao nível do assoalho dos carros, a 1,05 m acima do tópo do boleto.

As vias laterais e desvios foram projetadas tendo em vista os

requisitos de segurança, manobras e estacionamento.

As plataformas foram dimensionadas para um fluxo de passageiros condizentes com as horas de grande afluência: mínimo de 4,0 m de largura, 2 escadas rolantes de 3,40 m e mais 0,60 m para escada de emergência, no fim da plataforma.

Para estações com fluxo superior a 40.000 pessoas por hora, serão adicionadas duas plataformas laterais, tendo a central 6,5 m de largura com escadas rolantes nos extremos.

Foi considerada a velocidade de 1,4 passageiros por segundo em cada porta.

Estas condições garantirão um fluxo ordenado e eficiente dos usuários, mesmo nas horas de pico.

4.3.2.5. Métodos construtivos

Em função das condições específicas de cada trecho, foram adotados para a construção do metrô os métodos relacionados nas figuras 4.37 e 4.38.

4.3.2.6. Isolamento acústico

Para redução do nível de ruídos na infra-estrutura, serão empregados dormentes de madeira e trilhos soldados. Os carros serão ainda, tratados acusticamente.

Serão usados três diferentes métodos de isolamento acústico, em diferentes estações, objetivando a adoção do mais eficiente.

4.3.2.7. Equipamentos para operação e controle de trens

As seguintes características foram consideradas na seleção do sistema de sinalização e operação:

- a) Segurança
- b) Desempenho do sistema
- c) Flexibilidade em condições especiais de operação
- d) Economia
- e) Automatização
- f) Possibilidade de futuro desenvolvimento
- g) Perícia do pessoal de operação.

Foi adotada uma solução em três estágios na implantação do sistema de controle:

1.º estágio — Sistema de sinalização na cabina do condutor ("Cab-Signal"). Controle operacional centralizado com trens automáticos.

2.º estágio — Trens com controle automático, incorporando linha e veículo, dentro do programa de viagens. Partidas pelo condutor.

3.º estágio — Operação automática dos trens, com decisão de partida e seleção de programa de viagem em função de eventuais mudanças de horários.

4.3.2.8. Superestrutura

Os trilhos TR-57, fabricados no Brasil, apresentam condições satisfatórias de elasticidade e resistência ao desgaste.



Para o primeiro estágio de construção, serão empregados dormentes de madeira sobre lastro usual, devendo-se construir experimentalmente uma seção com trilhos apoiados em camada de borracha e argamassa plástica, para avaliação de eventuais vantagens.

#### 4.3.2.9. Ventilação

Condições mínimas de conforto exigem que a diferença de temperatura, entre o meio ambiente e as estações subterrâneas e túneis, seja de poucos graus. Poços de ventilação e ventiladores serão dimensionados de modo que os deslocamentos de ar produzidos pelos trens não ultrapassem 0,3 m/s.

Ventiladores axiais com capacidade nominal de 40 kW, dotados de rotores, deverão integrar os poços de ventilação.

#### 4.3.2.10. Drenagem

Foram tomados cuidados especiais em relação ao sistema de drenagem.

#### 4.3.2.11. Aspectos arquitetônicos

A funcionalidade e os aspectos urbanísticos e paisagísticos, foram cuidadosamente considerados no estudo da rede em geral e dos seguintes elementos em particular:

- Estruturas externas
- Túneis
- Estações subterrâneas
- Estações elevadas
- Acessos, saídas e plataformas
- Sistema de prevenção contra incêndio
- Pátios e oficinas
- Prédios
- Local para limpeza de veículos
- Subestações
- Salas de controle
- Edifício administrativo.

As três estações que seguem, merecem maior detalhamento, pela importância de que se revestem: Estação da Luz  
Estação de São Bento  
Estação Clóvis Beviláqua

A primeira permitirá conexão com a Estrada de Ferro Santos a Jundiaí, através da estação de igual nome.

A última delas possibilitará a conexão de três linhas.

#### 4.3.2.12. Energia Elétrica

Como fonte de suprimento de energia elétrica foram analisadas as seguintes alternativas:

- Geração própria, termoelétrica a vapor;
- geração própria, termoelétrica a gás;
- utilização de energia da concessionária local.

A comparação dos custos destas alternativas, para uma demanda de 200 a 220 MW, indicou ser as de geração própria, pelo menos, 85%, mais onerosas do que a da utilização de energia da concessionária.

Considerando, ainda, que a concessionária (Light — Serviços de Eletricidade S.A.) está em condições de atender as necessidades do metrô, torna-se aconselhável a

obtenção de energia elétrica diretamente desta.

A energia recebida diretamente da rede de 88 kV, através de subestações primárias distribuídas, em 23 kV, às subestações retificadoras, que utilizarão unidades de silício.

Escolheu-se a capacidade nominal destas subestações retificadoras de 6.000 kW para obter-se o número mais econômico de unidades.

Para atender às necessidades de iluminação e de serviços auxiliares foi prevista em cada estação do metrô, uma subestação transformadora.

Oficinas e pátios contarão com suprimento independente de energia.

Como proteção contra corrosão eletrolítica de cabos e dutos subterrâneos, provocada pelas correntes de dispersão, foi recomendada a polaridade positiva do terceiro trilho, bem como afastamento entre subestações não superior a 2,0 km.

Para o sistema de sinalização e controle, foram previstos transformadores intermediários separados, baterias elétricas (DC) de emergência e linha direta (AC).

#### 4.3.2.13. Equipamento de comunicação

Recomendam-se os seguintes sistemas:

- Sistema convencional de telefones;
- Rádiorcomunicação com os operadores dos trens;
- Circuito fechado de televisão para os condutores dos trens;
- Sistema de relógios elétricos sincronizados;
- Sistema de alto-falantes para trens e estações.

#### 4.3.2.14. Características dos trens

As características estáticas e dinâmicas dos trens foram estudadas, preliminarmente, como base para o projeto dos protótipos a serem fabricados no parque manufatureiro nacional.

Dois carros constituirão a menor unidade do metrô.

Potência e torque foram determinados, considerando-se uma distância média entre estações de 915 m na Linha Norte-Sul.

Estrutura de alumínio, ou aço inoxidável, amplas janelas, portas duplas de correr, ventilação pelo teto dos carros, suspensão a ar, são algumas das especificações.

#### 4.3.2.15. Veículos auxiliares

Foram propostos os seguintes veículos auxiliares:

a) trem para socorros, nos casos de acidentes, colisões, descarrilamentos, etc.

b) locomotiva de tração dupla para socorro de carros e operar no pátio de manutenção (duas unidades para a rede total)

c) carros de linha

d) "trolleys"

e) carros de esmerilhamento

f) carros pesados para transporte de materiais

g) automóveis de linha.

#### 4.3.2.16. Suprimento de energia para tração

Uma comparação entre fornecimento de energia para tração, por cabo aéreo e pelo terceiro trilho, indicou este como o sistema mais econômico para as condições do Metrô de São Paulo.

#### 4.3.2.17. Manutenção

O parque de manutenção do metrô estará concentrado em uma área de 13,8 ha, no Jabaquara, no extremo Sul da primeira linha.

#### 4.3.3. Organização da empresa e da manutenção

##### 4.3.3.1. Organização da Companhia do Metropolitano de São Paulo

A Companhia do Metropolitano de São Paulo — Metrô, é uma sociedade anônima, de economia mista, regularmente autorizada e constituída pela Lei Municipal n.º 6.988, de 26 de dezembro de 1966, com prazo indeterminado de duração.

A Companhia tem sede e fôro jurídico na Cidade e Comarca de São Paulo, Capital do Estado de São Paulo.

a) Objetivo social

Segundo os estatutos "a Companhia tem por objetivo a implantação, operação, manutenção e expansão de um Sistema de Transporte Rápido na Cidade de São Paulo, com a finalidade de atender às necessidades de deslocamento de passageiros em massa, integrando-se com os demais meios de transporte".

Esta integração, a longo prazo deveria dar surgimento a uma entidade jurídica de âmbito maior, as "Transit Authorities", que tornam-se possuidoras de todo sistema integrado, bem como de sua operação.

b) Administração

A administração social da Companhia do Metrô é composta por 7 diretores eleitos pela Assembléia Geral de Acionistas, aos quais ficarão afetas as seguintes responsabilidades:

Provimento dos recursos para atender os objetivos e diretrizes recebidas dos acionistas;

Determinação dos meios para atingir os objetivos bem como aquilatar o progresso da empresa;

Desenvolvimento e adaptação da política geral recebida dos acionistas, dando condições favoráveis à integração do corpo executivo com o diretivo, bem como com os órgãos públicos, organizações correlatas e o público em geral.

No período de implantação da primeira linha, as tarefas administrativas permanentes da diretoria deverão recair sobre quatro de seus membros, em regime de dedicação plena.

Entre os membros da diretoria, haverá um dirigente chefe administrativo da empresa: o Diretor Presidente, os demais diretores permanentes terão atividades executivas conforme discriminação no item e.

Os diretores não permanentes, que são em número de três, atuarão nas reuniões deliberativas, nas tomadas de decisões bem como na apreciação dos relatórios de controle e nas auditorias.

Após a entrada em operação da primeira linha haverá necessidade de redistribuição das tarefas, surgindo novas diretorias permanentes (v. item e).

c) Conselho técnico consultivo

A diretoria é assistida por um conselho técnico consultivo composto de 11 membros, que representam respectivamente:

O Prefeito do Município de São Paulo  
A Secretaria Municipal de Transportes  
A Secretaria de Serviços Municipais  
A Secretaria de Obras do Estado de São Paulo  
A Secretaria dos Transportes do Estado  
A Rede Ferroviária Federal S.A.  
O Departamento de Obras Municipal  
O Departamento de Urbanismo Municipal  
O Instituto de Engenharia  
O Instituto de Arquitetos do Brasil, e  
A Companhia Municipal de Transportes Coletivos.

d) Conselho fiscal

O conselho fiscal, com as atribuições previstas em lei, é composto de três membros efetivos e suplentes em igual número.

e) Organograma previsto quando da entrada em operação da primeira linha

O organograma previsto para a primeira fase de implantação do sistema (Fig. 4.39) consistirá de uma unidade de direção executiva com atividades diversas que venham auxiliar direta ou indiretamente a finalidade de implantação do sistema. Esta unidade consistirá na diretoria técnica executiva composta de:

Duas assessorias em posição STAFF  
— Técnica, e  
— Sistemas e métodos.

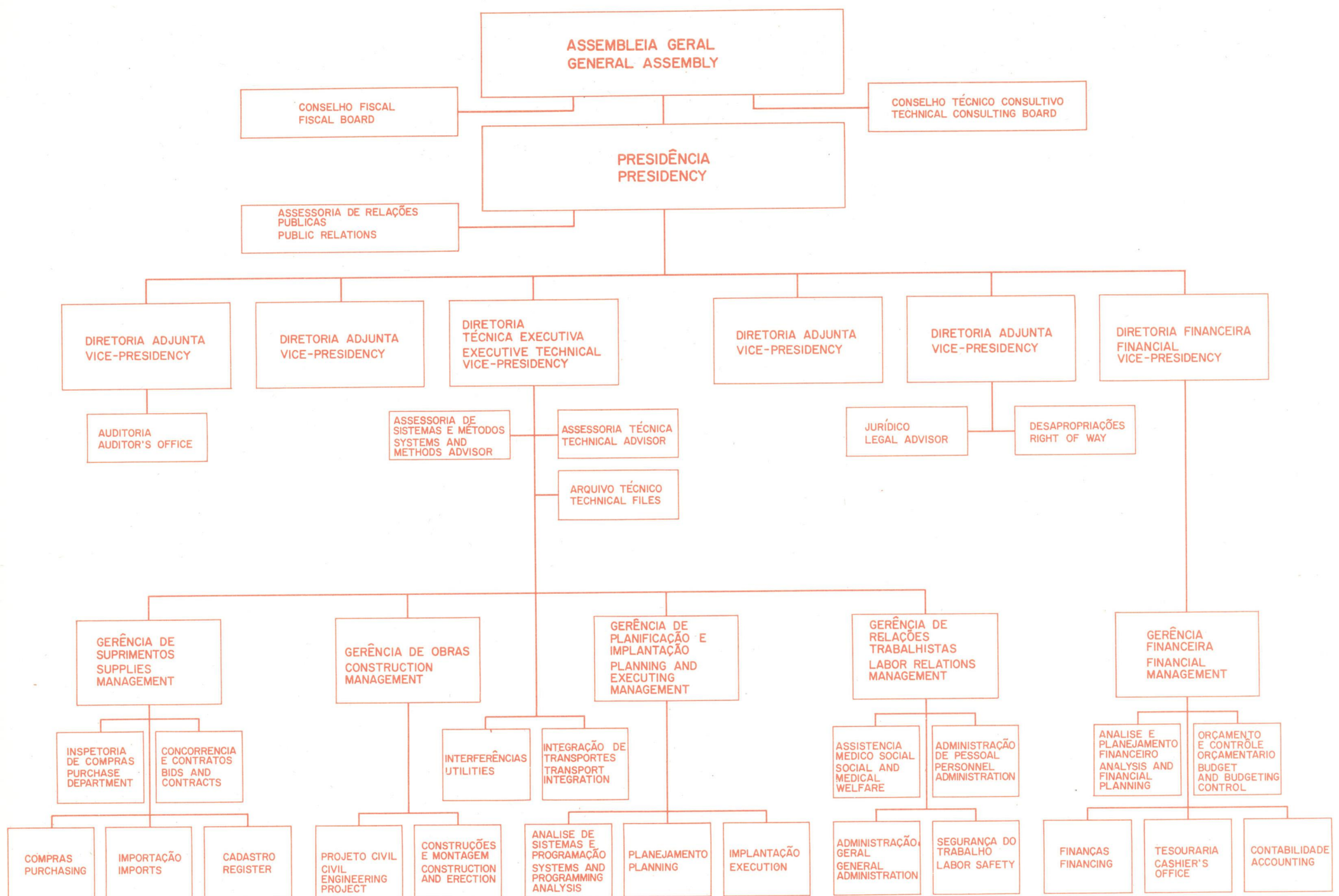
Quatro gerências em posição LINE  
— Obras  
— Planejamento e implantação  
— Suprimentos, e  
— Relações de trabalho.

O comando deliberativo e de controle será formado pela diretoria em conjunto, como colegiado, dirigida pelo Diretor Presidente.

Nesta primeira fase deverão ser adjudicadas a um dos diretores adjuntos as tarefas executivas de desapropriações, bem como de feitura e acompanhamento das ações judiciais respectivas.

Quanto às atividades de auditoria, deverão ser também executadas por um outro diretor adjunto. Ao diretor financeiro serão atribuídas as funções de: Análise e Planejamento Financeiro, Contabilidade, Finanças,





4.39

#### Tesouraria, Orçamento de Custeio e Controle Orçamentário.

O organograma previsto para a segunda fase será um desdobramento do anterior e mais representativo do sistema com a operação das linhas (Fig. 4.40).

As possíveis alterações que deverão ocorrer, tanto quanto pode-se prever no momento, são basicamente:

Subdivisão da diretoria técnica executiva com a formação de atividades grupais que darão surgimento a:

Diretoria técnica, propriamente dita, com:  
assessoria técnica, gerência de obras e interferências;

Diretoria operacional, com:  
assessoria de planejamento, assessoria de integração dos transportes, gerência de operação do sistema, gerência de tráfego, gerência de manutenção e gerência de suprimento;

Diretoria administrativa, com:  
gerência de relações de trabalho e jurídico.

Nestas condições, para efeito de custo operacional do metrô, considerar-se-á a diretoria operacional enquanto a diretoria técnica será considerada como custo de implantação, administração e fiscalização.

Subdivisão da diretoria financeira em duas outras diretorias:

Diretoria financeira, propriamente dita, com:  
contabilidade, finanças e tesouraria;

Diretoria de controle, com:  
auditoria, sistema e métodos, análises e planejamento econômico financeiro, orçamento de custeio, controle orçamentário.

A assessoria de sistema e métodos na primeira fase subordinada à diretoria técnica, deverá passar a assessorar a diretoria de controle, bem como a gerência de planejamento e implantação será subdividida entre a diretoria operacional e diretoria técnica, quando da entrada em operação da primeira linha. Neste período considerou-se como válido, para efeito de determinação do pessoal, bem como do custo operacional, o organograma apresentado na figura 4.40.

Deste modo, o sistema conterà um comando deliberativo, composto de: um diretor presidente, um diretor financeiro, um diretor técnico, um diretor de operação, um diretor de controle, um diretor administrativo e um diretor adjunto.

#### f) Pessoal necessário

O dimensionamento do pessoal necessário, foi elaborado com base em duas épocas distintas no desenvolvimento do sistema:

- 1) entrada em operação da primeira linha (prevista para 1973);
- 2) Entrada em operação da última linha (prevista para 1978).

Um resumo do pessoal necessário

nessas fases é apresentado na figura 4.41.

#### g) Custos de pessoal

Com o objetivo de estimar o custo do pessoal, considerou-se que os salários do pessoal empregado pela Companhia estarão nos níveis relacionados na figura 4.42.

#### 4.3.3.2. Organização de manutenção

##### a) Normas para manutenção

Material rodante

Manutenção

Os seguintes testes e/ou inspeções deverão ser efetuados para o controle seguro das condições de operação:

**Diariamente** — inspeções de rotina executadas pelo condutor do veículo.

**Semanalmente** — com cerca de 2.000 a 3.000 km percorridos, os veículos deverão ser examinados particularmente no que diz respeito a: corpos de rodas, suspensão, juntas e equipamentos de freios.

**Mensalmente** — com cerca de 10.000 km percorridos, uma revisão intensiva dos elementos operacionais deverá ser executada, verificando: funcionamento do maquinário auxiliar, motores de tração, resistências de frenagem e de aceleração, dispositivos de engates dos cabos, freios pneumáticos e elétricos.

As peças e equipamentos devem ser limpos e lubrificados.

**Semanalmente** — inspeções pormenorizadas deverão ser efetuadas, complementando as inspeções mensais, bem como a retificação dos aros das rodas também deverá ser executada.

**Inspeção geral** — possivelmente de 3 em 3 anos com o objetivo de rever todas as partes componentes dos veículos para serem trocadas ou recondiçionadas.

Conservação

Os serviços de limpeza serão basicamente mecanizados e efetuados, sempre que possível, ao mesmo tempo da manutenção:

**Diariamente** — limpeza interna dos veículos à seco deverá ser efetuada duas vezes ao dia.

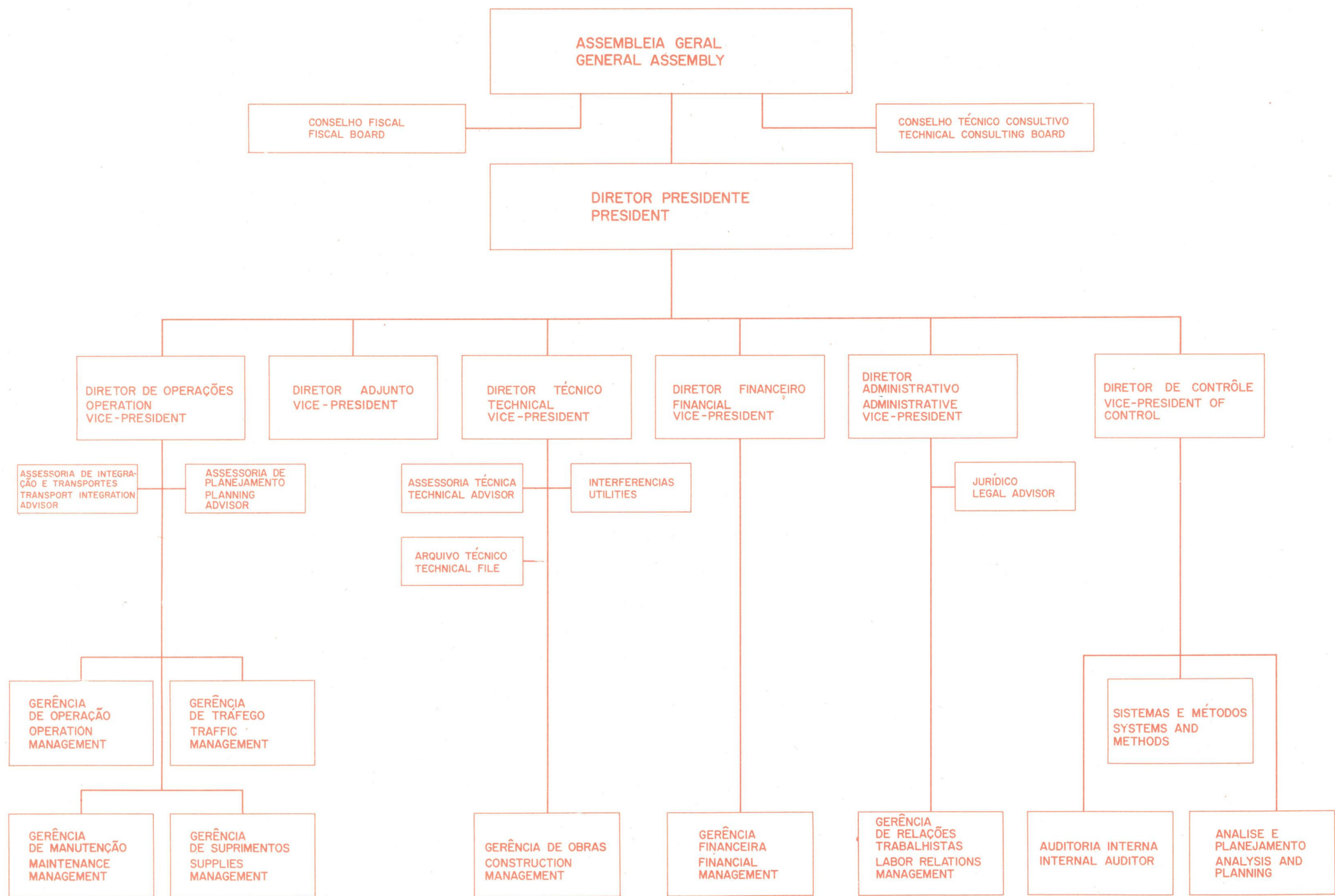
**Semanalmente** — Os seguintes serviços de limpeza deverão ser efetuados: paredes externas, teto e janelas.

**Mensalmente** — Os interiores dos veículos deverão ser lavados e desinfetados, bem como serviços de limpeza dos chassis do equipamento motriz e de rodagem deverão ser efetuados.

Instalações estacionárias

O serviço de manutenção das instalações estacionárias deverá obedecer um esquema preestabelecido e seguido periodicamente, incluindo trabalhos imprescindíveis.





4.40

Obras civis

As instalações de engenharia civil do metrô abrangem obras de arte e edificações em geral. Para as edificações comuns não há necessidade de de formular diretrizes de manutenção específica, bastando-se aplicar tôdas as regras válidas para qualquer construção civil.

Via permanente

Tôdas as vias de tráfego deverão ser percorridas semanalmente pela dresina calibradora da bitola, cujos apontamentos gráficos demonstrarão qualquer irregularidade.

Inspeções visuais regulares deverão ser efetuadas para examinar: estado de conservação dos trilhos e de sua fixação, assentamento dos dormentes.

Maior atenção deverá ser dada nas rampas e nas curvas. Também os desvios deverão ser submetidos a rigorosas revisões periódicas.

Instalações elétricas

Com relação às instalações de alta tensão e das subestações retificadoras, as regras de manutenção se restringem principalmente a testes de funcionamento periódicos e trabalhos de limpeza. Todavia, atenção especial deverá ser dada aos disjuntores das subestações.

Quanto às vias de tráfego, deverá ser organizado um serviço periódico de manutenção do trilho condutor com relação principalmente a sua fixação, isolamento e desgaste.

Finalmente as instalações de fôrça e luz deverão ser submetidas à revisões normais, dando-se atenção especial aos grupos geradores de emergência para garantir a sua eficiência.

Instalações de sinalização e telecomunicação

Estas instalações deverão também estar sujeitas a normais gerais de manutenção. Sugere-se, entretanto, confiar essa responsabilidade às firmas fornecedoras, pelo menos nos primeiros anos de instalação.

Instalações mecânicas

Na manutenção do grande número de máquinas empregadas nas instalações, deverão ser observadas as normas gerais bem como as diretrizes estabelecidas pelos fabricantes.

b) Instalações de manutenção

As instalações para manutenção e revisão do material rodante, bem como dos equipamentos mecânicos e elétricos, foram previstas conjúgadas às instalações para estacionamento dos veículos. Essa concentração deverá proporcionar grande economia, tanto no dimensionamento das diversas instalações, como no tempo gasto para os serviços e para a operação.

Um resumo das principais unidades previstas é discriminado abaixo e maiores detalhes são apresentados no estudo técnico.

Instalações para tratamento, revisão e manutenção do material rodante.

Discriminação	Ano	
	1973	1978
1. Conselho fiscal	3	3
2. Conselho técnico consultivo	11	11
3. Presidência	22	22
4. Diretoria adjunta	4	2
5. Diretoria adjunta (de contrôle)	6	25
6. Diretoria adjunta (administrativa)	11	100
7. Diretoria financeira	54	86
8. Diretoria técnica	441	190
9. Diretoria de operação	702	2.726
Total	1.251	3.165

4.41

A manutenção e conservação do material rodante requererá as seguintes instalações:

A limpeza diária permanente não exigirá instalações especiais, devendo ser feita nos locais de estacionamento previstos na rede.

Um pôsto, do comprimento de um trem, com valeta de inspeção juntamente com as instalações de lavagem externa.

Uma via de 500 m de comprimento para a instalação da lavagem externa.

Seis postos de revisão, do comprimento de um trem, com coberturas e valetas de inspeção, para verificação do mecanismo e eventuais reparos.

Sete postos de espera, do comprimento de um trem, sem cobertura e sem valetas, para pequenos serviços de manutenção.

Quatro postos, do comprimento de um trem, com plataformas laterais

de serviço, para a limpeza interna mensal.

Uma via para acêrto dos perfis das rodas, devendo ser feito numa unidade dupla em um único turno.

Dezoito postos de serviços para as revisões principais, devendo ser feita por carros individuais, sendo 12 para revisões principais em regime normal de fluxo e 6 para revisões mais demoradas.

Fig. 4.39 Organograma previsto para o período de implantação

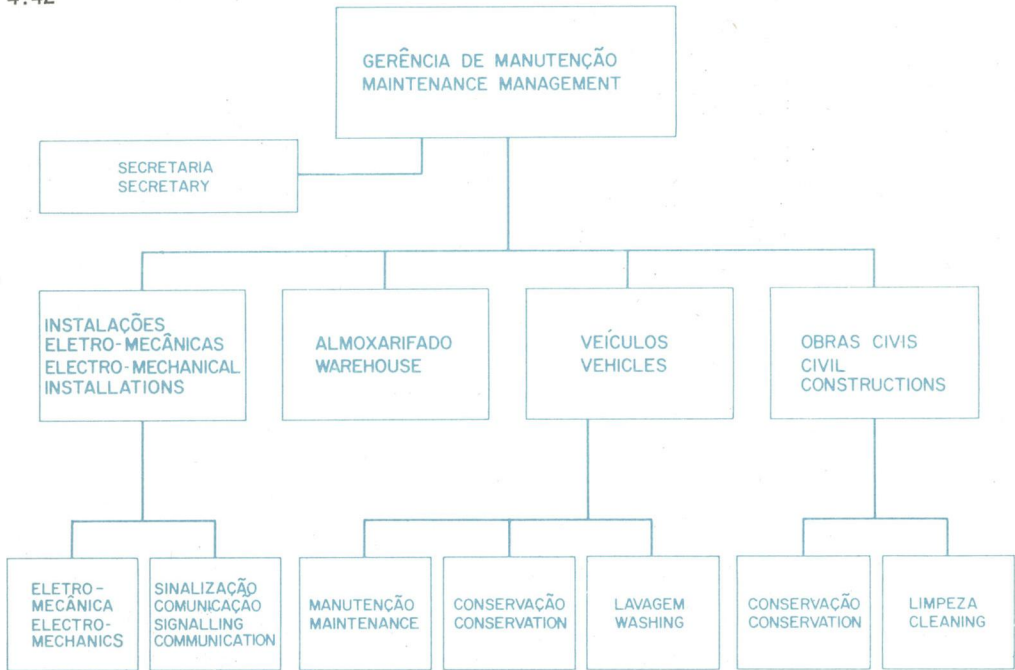
Fig. 4.40 Organograma previsto quando da entrada em operação

Fig. 4.41 Resumo das necessidades de pessoal



Qualificação	Nível Salarial	Unidade	Salário NCr\$
1. Diretor	A	mês	2.700
2. Nível Universitário			
— Chefe	Az	mês	3.000
— Senior	Az	mês	2.600
— Senior/Júnior	Az	mês	2.000
— Júnior	Az	mês	1.500
3. Técnico			
— Assistente Técnico	Bz	mês	1.000
— Auxiliar Técnico	Bz	mês	600
4. Administrador			
— Assistente Administrativo	Cz	mês	850
— Secretária Executiva	Cz	mês	700
— Secretária	Cz	mês	500
— Aux. Administrativo	Cz	mês	400
5. Servente			
6. Mão de Obra Operacional			
— Encarregados	a	hora	2,00
— Operadores	b	hora	1,60
— Pessoal de Estação	c	hora	1,05
— Operários	d	hora	0,63

4.42



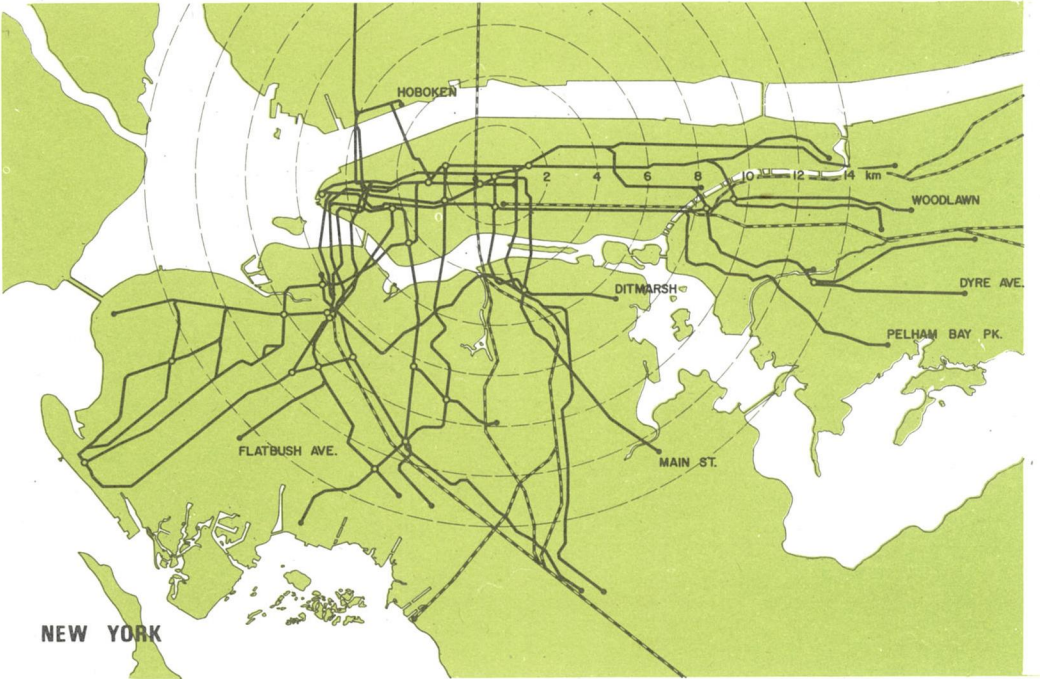
4.43

Discriminação	Pessoal Necessário	
	Primeira Etapa	Etapa Final
1 — Gerência de Manutenção		
Gerente	1	1
Universitário	1	1
Secretária	1	1
1.1 — Almoarifado		
Assistente Administrativo	2	2
Auxiliar Administrativo	4	8
Servente	16	58
1.2 — Civil		
Universitário	1	1
— Conservação	3	2
Assistente Técnico	3	6
Encarregados	3	6
Operários	12	47
— Limpeza		
Assistente Técnico	1	2
Encarregados	5	8
Operários	47	155
1.3 — Instalação Elétrica, Mecânica, Estac.		
Universitário	1	1
— Eletromecânica		
Assistente Técnico	1	2
Encarregados	6	10
Operários	16	85
— Sinalização e Instrumentos		
Assistente Técnico	1	1
Encarregados	3	3
Operários	12	26
1.4 — Veículos		
Universitário		1
— Manutenção		
Assistente Técnico	1	2
Encarregados	2	18
Operários	14	293
— Conservação		
Assistente Técnico	1	2
Encarregados	8	16
Operários	40	90
— Lavagem		
Assistente Técnico	1	3
Encarregados	6	15
Operários	85	325
Total	295	1.185

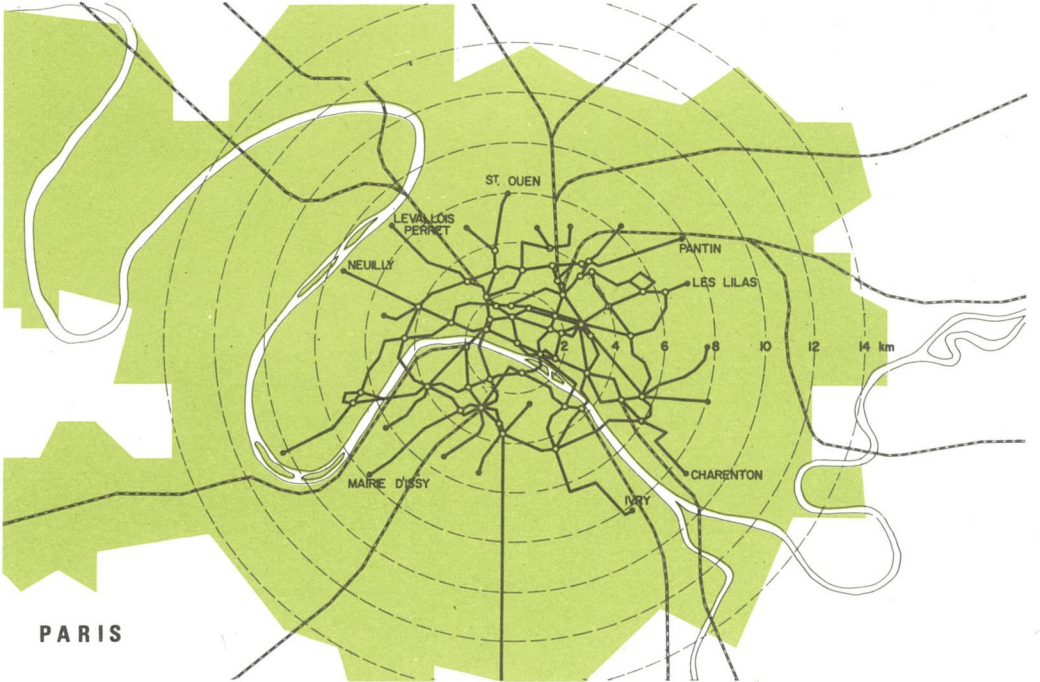
4.44



4.45



4.46



4.47

Fig. 4.45-55  
Comparação dos RTS de várias cidades

- ESTAÇÕES TERMINAIS / TERMINAL STATIONS
- ESTAÇÕES DE BALDEAÇÃO / TRANSFER STATIONS
- LINHA DE METRÔ / METRO LINE
- - - LINHA DE FERROVIA / RAILWAY LINE
- ÁREA URBANIZADA / URBANIZED AREA

Fig. 4.42  
Níveis de salários previstos para a empresa

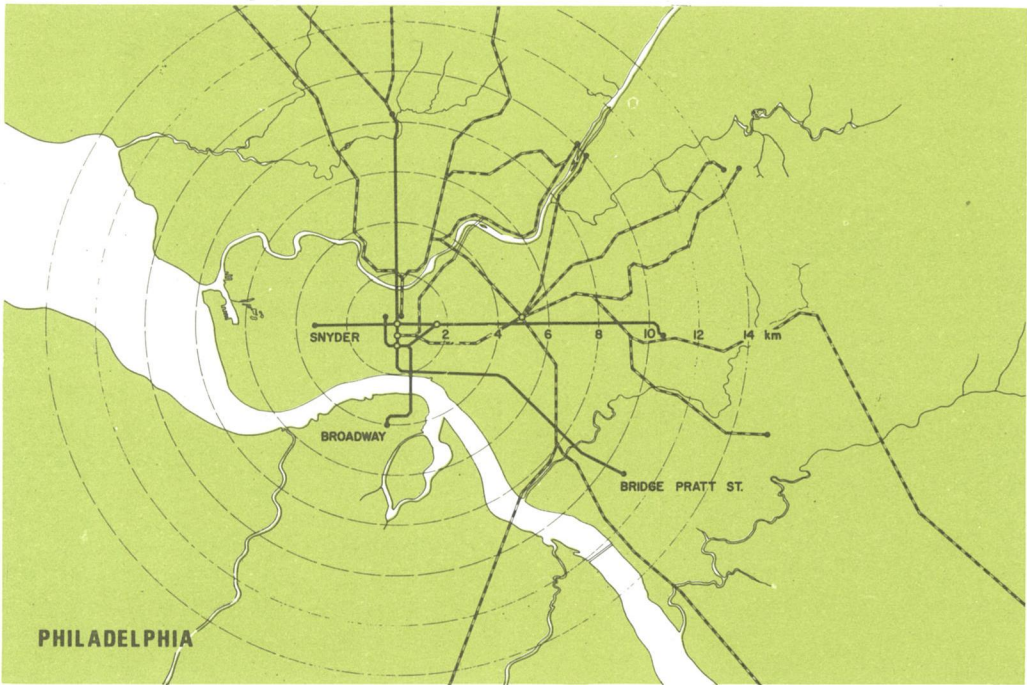
Fig. 4.43  
Organograma da manutenção

Fig. 4.44  
Estimativa detalhada do total de pessoal para a manutenção

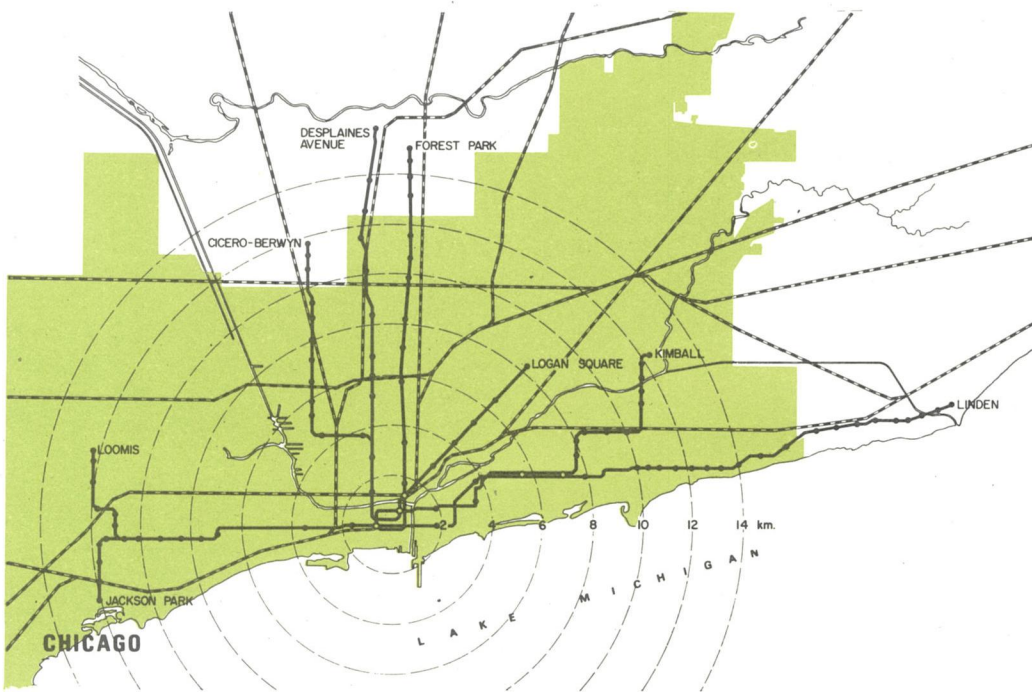




4.48



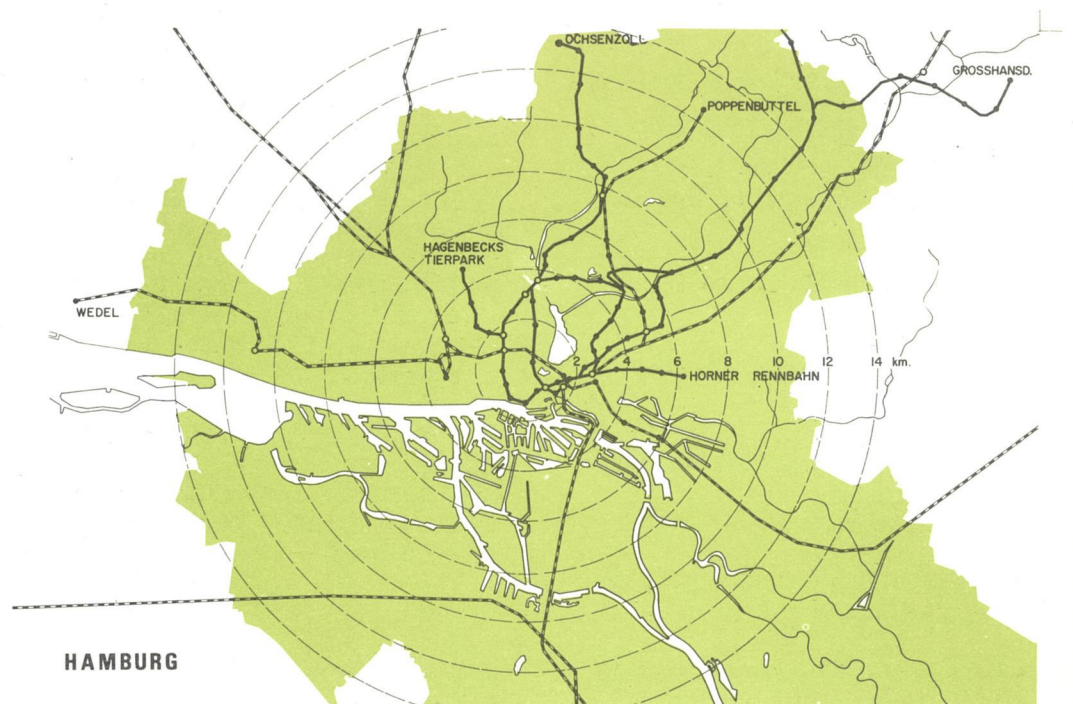
4.49



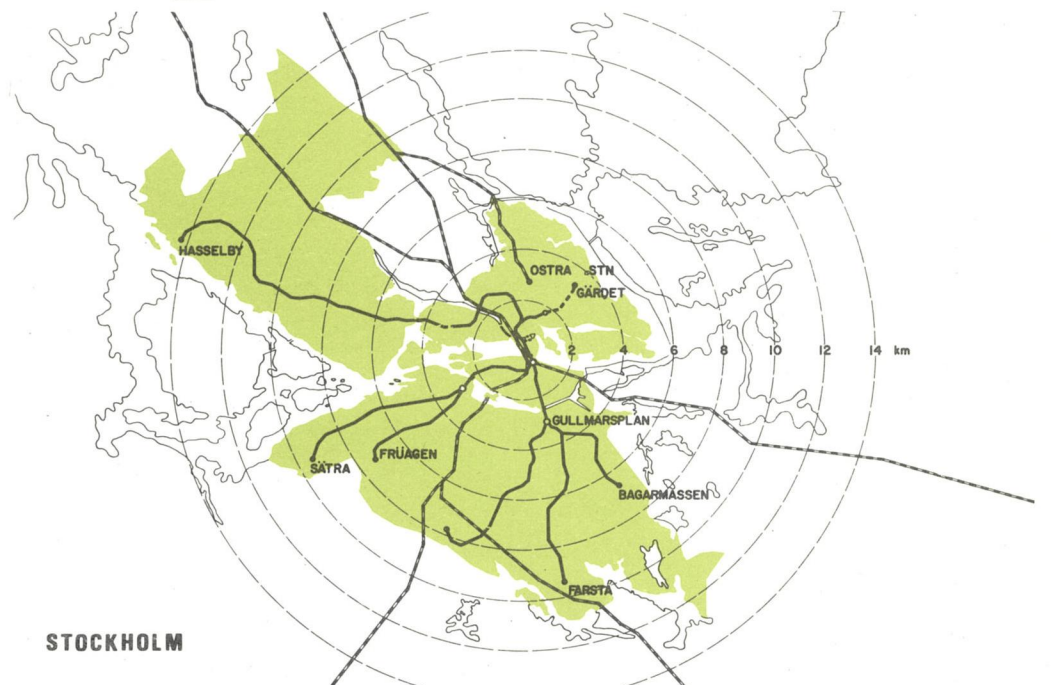
4.50



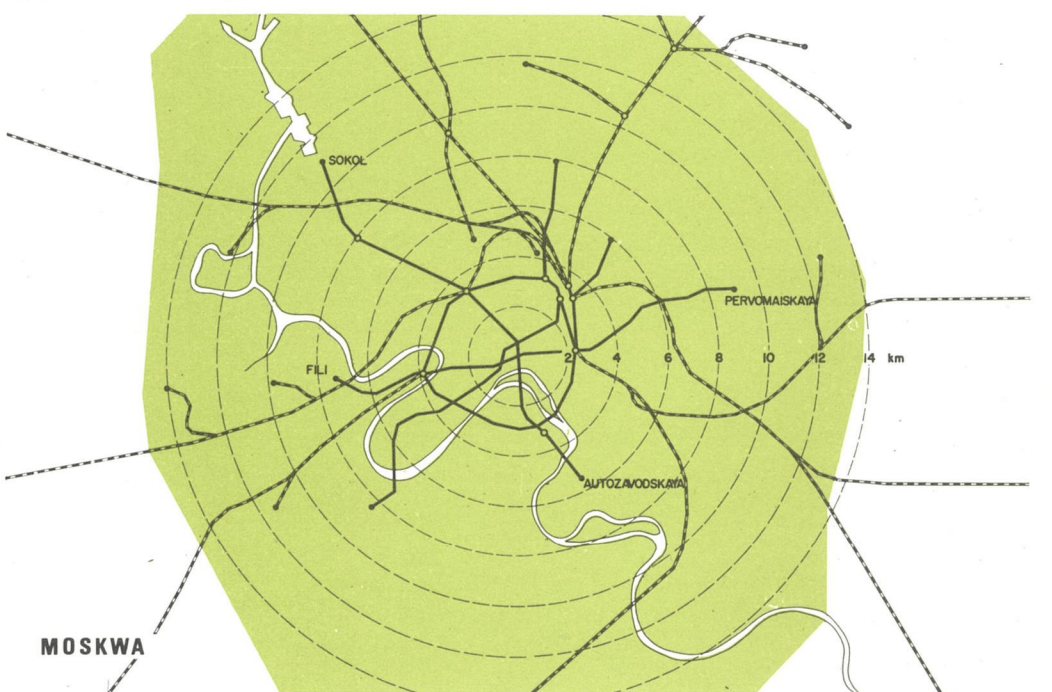
4.51



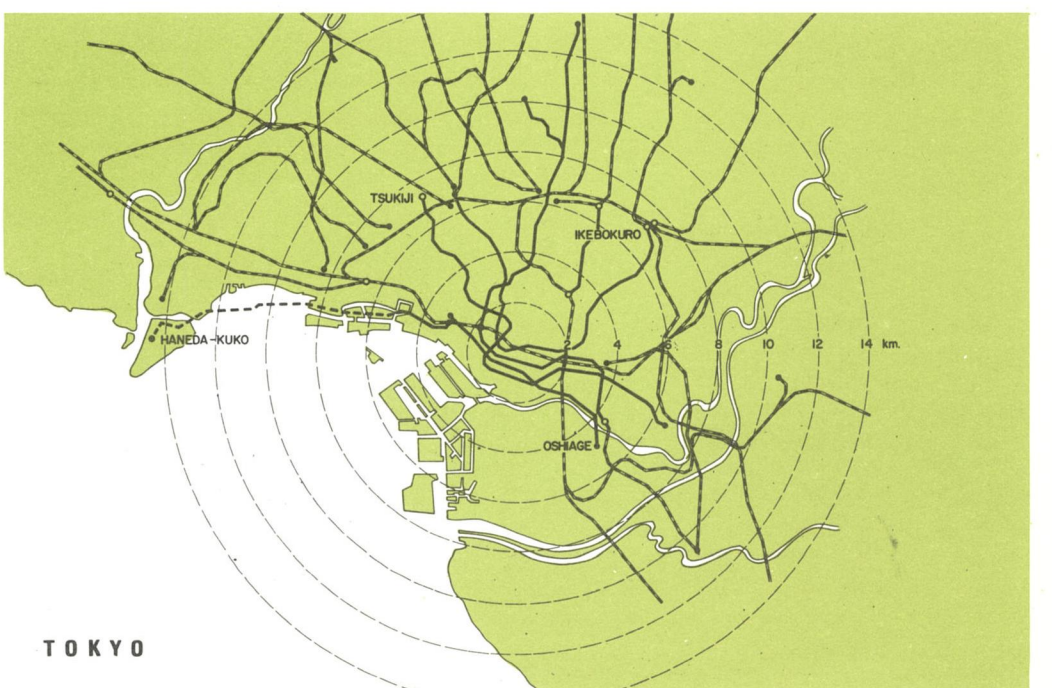
4.52



4.53



4.54



4.55



Instalações para manutenção dos equipamentos elétricos e mecânicos.

Essas instalações localizam-se juntamente às previstas para manutenção do material rodante, constante de:

Uma oficina de 300 m<sup>2</sup> de área coberta

Um depósito de 100 m<sup>2</sup> de área coberta

Uma oficina para pequenos reparos

Um almoxarifado

Salas de trabalho para o pessoal de assistência técnica.

Para consertos de grandes peças prevê-se um grande pátio ao ar livre, junto às oficinas.

Instalações para manutenção dos equipamentos de sinalização e comunicação.

No mesmo edifício das oficinas prevê-se:

Um escritório para esse fim  
Uma oficina de 130 m<sup>2</sup>  
Um almoxarifado de 80 m<sup>2</sup>.

Instalações para conservação das obras civis e escritórios  
Escritórios  
Oficina de 130 m<sup>2</sup>  
Almoxarifado de 80 m<sup>2</sup>  
Carpintaria de 70 m<sup>2</sup>  
Oficina de pintura de 80 m<sup>2</sup>  
Galpão de 400 m<sup>2</sup> em conexão com as vias para armazenar material de construção.

#### c) Pessoal de manutenção

A determinação do pessoal necessário para manutenção e conservação, baseou-se fundamentalmente nas normas e instalações anteriores estabelecidas, bem como em dados experimentais de ferrovias semelhantes. Além disso levou-se em consideração as peculiaridades de cada instalação, o tipo de

construção proposto para os veículos e o estabelecimento de uma sequência apropriada de serviços técnicos.

Para a determinação dessas necessidades, estabeleceu-se o organograma preliminar da Gerência de Manutenção, subordinada a Diretoria Operacional (Fig. 4.43). Estima-se em 295 funcionários o total necessário para a primeira etapa de operação, devendo elevar-se esse montante a 1.185 quando da operação da rede total; a discriminação apresentada na figura 4.44 detalha esses valores, bem como as respectivas funções.

#### 4.3.4. Comparação com outros metrô

##### 4.3.4.1. Metrô de Londres (Fig. 4.45):

O Metrô de Londres foi o primeiro do mundo a empregar como meio de tração as locomotivas a vapor (1863).

Foi construído no sistema "cut and cover" e em nível.

Hoje em dia abrange 390 km de extensão e 273 estações.

A coordenação de todo o transporte a curta distância, seja sobre trilhos ou de ruas, atualmente é feito pelo "London Transport".

##### 4.3.4.2. Metrô de Nova Iorque (Fig. 4.46).

A rede do Metrô de Nova Iorque com sua extensão de 381 km, é a segunda do mundo. Originou-se de uma linha em elevado (1867) que já foi desmontada e substituída por uma em subterrâneo.

O Grand Central Terminal, a Estação Pennsylvania e as estações terminais da PATH no centro de Manhattan, são legítimas estações de metrô e

contribuem para que entre as 8 e 9 horas, 730.000 passageiros sejam atendidos pelos meios de transporte em massa.

##### 4.3.4.3. Metrô de Paris (Fig. 4.47).

A primeira linha do Metrô de Paris foi inaugurada em 1900 numa extensão de 5,1 km.

Hoje em dia o centro urbano de Paris possui a rede de metrô mais densa do mundo, com 15 linhas separadas numa extensão de 189 km e ligadas entre si por meio de 119 estações de baldeação.

A coordenação do sistema, seja do metrô ou dos ônibus de superfície, é feita pela "Régie Autonome des Transports Parisiens".

Em complementação à rede do metrô, os subúrbios da Grande Paris são servidos pelos trens elétricos da "Société Nationale des Chemins de Fer Français".

##### 4.3.4.4. Metrô de Berlim (Fig. 4.48).

Berlim construiu o seu primeiro trajeto de metrô com 11,2 km de extensão, no ano de 1902, com trem elevado, em direção Leste-Oeste. Esta linha fazia conexão com os trens suburbanos da Administração de Ferrovias que a partir de 1925 eletrificou o seu trânsito suburbano, bem como o metropolitano e o trem "circular".

Entretanto, entre 1923 e 1930, a municipalidade construiu duas linhas, Norte-Sul e Leste. A partir de 1929, graças a cooperação entre as duas entidades, foram construídas, além das estações de baldeação, a interligação das linhas Norte com as do Sul, por meio de um túnel de 6 km de extensão. Após 1945, Berlim construiu mais três linhas, estando atualmente em construção a quarta linha.

##### 4.3.4.5. Metrô de Filadélfia e Chicago (Figs. 4.49 e 4.50).

Essas cidades são exemplos de cooperação entre os serviços de trens rápidos e os ônibus de superfície, bem como pela colaboração dada pelos metrô; das ferrovias eletrificadas da "Reading" e "Pennsylvania" em Filadélfia e da "Illinois", "South Shore and South Bend" e outras ferrovias suburbanas em Chicago.

##### 4.3.4.6. Metrô de Buenos Aires (Fig. 4.51).

O primeiro metrô da América do Sul já existe desde 1911, em Buenos Aires, complementado por três ferrovias-metrô de tração elétrica.

##### 4.3.4.7. Metrô de Hamburgo e Estocolmo (Figs. 4.52 e 4.53).

O Metrô de Hamburgo, inaugurado em 1912 e o de Estocolmo, em 1950, têm visado, desde o início, conscientemente, uma coordenação do trânsito, adequada ao serviço público, apesar da separação entre metrô e ferrovias. A extensão da rede de Hamburgo é de 74,7 km, enquanto a de Estocolmo é de 52,5 km.

##### 4.3.4.8. Metrô de Moscou e Tóquio (Figs. 4.54 e 4.55).

Apesar de ambas as capitais terem começado a construção somente em 1935 e 1927, respectivamente, são estas duas cidades as que obtiveram maior progresso na construção. Em ambos os casos são eficazmente complementados por redes suburbanas das ferrovias.

##### 4.3.4.9. Número de usuários nos metrô

Na maioria dos metrô do mundo verifica-se que, em média, cerca de 20 a 30% dos habitantes das cidades são atendidos diariamente pelo metrô; no caso de uma rede muito extensa, como a de Paris, esse valor chega a 50%.

Entretanto, embora redes mais extensas atendam maior porcentagem da população urbana, a utilização específica da rede, em km, apresentará índices mais baixos. Assim, 1 milhão de habitantes é atendido em Nova Iorque ou Londres por cada 28 km em média enquanto em Moscou ou Tóquio, cerca de 12 a 13 km atendem esse número de usuários.

Em termos de aproveitamento, verifica-se que enquanto Londres e Nova Iorque apresentam respectivamente uma rotação de 2,8 a 3,2 passageiros por lugar/dia, Moscou e Montreal apresentam respectivamente uma rotação de 16,7 e 8,8 passageiros por lugar/dia.

##### 4.3.4.10. Comparações de alguns valores específicos entre o futuro Metrô de São Paulo e outros metrô

As figuras 4.56 e 4.57 resumem valores básicos de comparação entre vários metrô no que diz respeito a custos operacionais e alguns valores básicos.

	São Paulo		Hamburgo		Estocolmo		Berlim	
	US\$	%	US\$	%	US\$	%	US\$	%
1 — Despesas administrativas	1,66	4,5	0,67	6,9	0,69	4,4	0,86	3,7
2 — Manutenção	14,63	39,9	1,47	15,2	3,82	24,3	7,45	32,0
3 — Depreciação	12,71	34,6	1,96	20,2	3,62	23,1	3,36	14,4
4 — Pessoal de operação	4,33	11,8	3,75	38,7	4,86	30,9	7,94	34,0
5 — Energia elétrica	1,60	4,4	1,21	12,5	1,80	11,5	2,22	9,5
6 — Eventuais ou outros	1,75	4,8	0,63	6,5	0,90	5,8	1,48	6,4
<b>Total</b>	<b>36,68</b>	<b>100,0</b>	<b>9,69</b>	<b>100,0</b>	<b>15,69</b>	<b>100,0</b>	<b>23,31</b>	<b>100,0</b>
<b>Extensão da rede em km</b>	<b>66,2</b>		<b>74,7</b>		<b>52,5</b>		<b>68,6</b>	

4.56

	São Paulo	Hamburgo	Estocolmo	Berlim
<b>Comprimento das linhas em km</b>	<b>66,2</b>	<b>74,7</b>	<b>52,5</b>	<b>68,6</b>
<b>Carro-km p/ano (em milhões)</b>	<b>118,2</b>	<b>46,47</b>	<b>31,86</b>	<b>46,00</b>
<b>Custo do carro-km em US\$/km</b>	<b>0,348</b>	<b>0,208</b>	<b>0,494</b>	<b>0,506</b>
<b>Lugar-km p/ano (em milhões)</b>	<b>38,500</b>	<b>6,007</b>	<b>4,507</b>	<b>6,000</b>
<b>Custo do lugar-km em US\$/km</b>	<b>0,0010</b>	<b>0,0016</b>	<b>0,0035</b>	<b>0,0039</b>
<b>Passageiro-km p/ano (em milhões)</b>	<b>5.400,0(1)</b>	<b>1.060,0</b>	<b>2.000,0</b>	<b>865,0</b>
<b>Custo do passageiro-km em US\$/km</b>	<b>0,0072(1)</b>	<b>0,0092</b>	<b>0,0078</b>	<b>0,0270</b>
<b>Utilização média em %</b>	<b>14(1)</b>	<b>17,6</b>	<b>44,4</b>	<b>14,42</b>

(1) Válido a partir de 1987.

4.57

Fig. 4.56  
Custos operacionais de diversos metrô

Fig. 4.57  
Valores específicos de diversos metrô