



COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO
boletim técnico



COMONOR

comboios de onibus ordenados
nas avenidas Rangel Pestana e Celso Garcia

22

COMONOR
comboios de ônibus ordenados
nas Avenidas Rangel Pestana e Celso Garcia

FICHA CATALOGRÁFICA

SZASZ, Pedro Álvaro — 1943

COMONOR — Comboio de Ônibus Ordenados, Equipe Técnica coordenada por Pedro Álvaro Szasz. São Paulo. Companhia de Engenharia de Tráfego. 1979.

87 p. il. (Série Boletim Técnico da CET n.º 22)

1. Transporte público. 2. Faixa exclusiva para ônibus. 3. Comboios Ordenados.

I. Título. II. Série

Boletim Técnico da CET nº 22

COMONOR
comboios de ônibus ordenados
nas Avenidas Rangel Pestana e Celso Garcia

Pedro Álvaro Szasz
Luiz de Carvalho Montans
Alair Roberto Godoy

**Publicação da
Companhia de Engenharia de Tráfego — CET**

Presidente

Eng.º ROBERTO SALVADOR SCARINGELLA

Diretor Técnico

Eng.º ELMIR GERMANI

Diretor Administrativo e Financeiro

Eng.º NEANDER DE CAMPOS KERR

Superintendente de Engenharia de Tráfego

Eng.º CARLOS EDUARDO FEGYVERES

Av. Nações Unidas, 7163
05477 — São Paulo — SP

A série Boletim Técnico objetiva a divulgação de estudos e projetos relativos ao binômio Trânsito-Transporte, realizados pela Equipe Técnica da Companhia de Engenharia de Tráfego e, eventualmente, por outras entidades, quando considerados relevantes.

Acreditamos na sua importância, não apenas por se tratar de um eficiente meio de divulgação, mas, principalmente, por se constituir em fonte de subsídios a todos que atuam ou necessitam de informações nesta área, tão carente de bibliografia especializada em língua portuguesa.

Roberto Salvador Scaringella

índice

- 1 introdução
 - 2 COMONOR 9 de Julho
 - 3 o corredor Rangel Pestana- Celso Garcia
 - 4 a solução adotada
 - 5 implantação
 - 6 resultados
 - 7 perspectivas
-

1

introdução

15 meses após a implantação do Projeto Piloto Comonor na Avenida 9 de Julho (Boletim Técnico CET n.º 9) foi implantado em janeiro de 1979 o Comonor II (Comboio de Ônibus Ordenados) no corredor das avenidas Rangel Pestana e Celso Garcia, onde circulam 500 ônibus por hora e sentido, transportando 30 mil pessoas por sentido, no horário de pico.

O problema maior a ser resolvido no corredor Rangel Pestana-Celso Garcia era o de congestionamento de ônibus no pico da tarde, no sentido bairro-centro, devido ao elevado número de passageiros embarcando ao longo do corredor, numa demanda de até 3.500 passageiros por ponto.

A solução adotada consistiu-se de duas etapas: inicialmente (outubro de 1976) a capacidade dos pontos foi duplicada criando-se ilhas com pontos de embarque e desembarque e dividindo-se as linhas, os ônibus e os passageiros em 2 grupos, segundo seu destino.

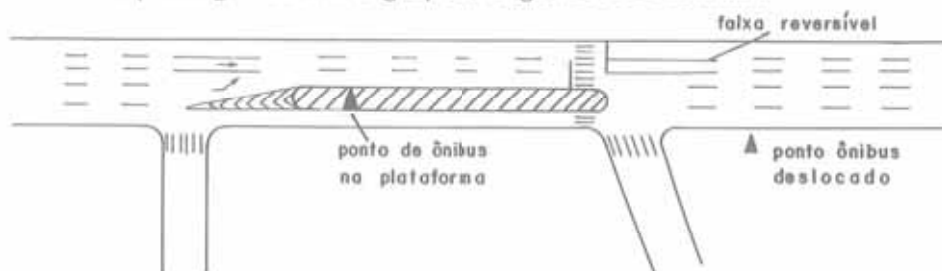


Fig. 1 — plataforma (ilha) da av. Celso Garcia

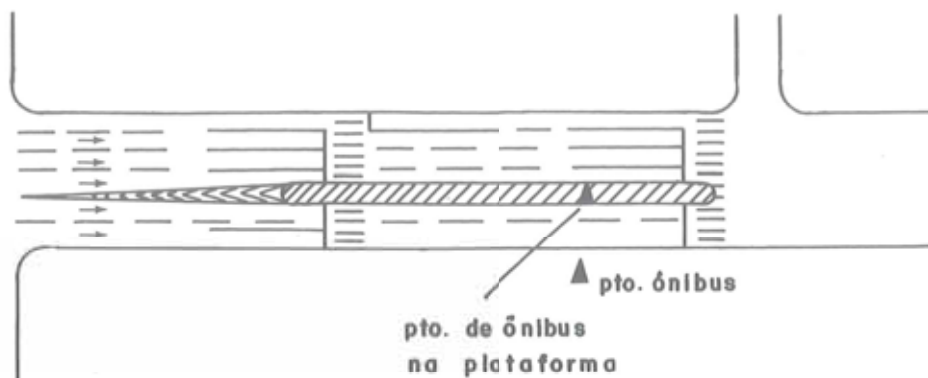


Fig. 2 — plataforma (ilha) da av. Rangel Pestana (trecho largo)

Metade das linhas corria na primeira faixa efetuando o embarque junto à calçada, e o restante corria na terceira faixa efetuando o embarque nas ilhas.

Posteriormente, implantou-se o Comonor com as linhas que operavam junto à calçada sendo divididas em 3 grupos (F, G, H) e as que operavam junto às ilhas em 4 grupos (A, B, C, D), implantando-se duas estações ordenadoras (uma para cada grupo) independentes que soltavam comboios em duas faixas exclusivas, também separadas, com até 6 ônibus na ordem FF, GG, H, H e AA, B, C, DD, respectivamente.

Desta forma, o embarque, que antes era em um só ponto, pode ser efetuado em até 12 ônibus simultaneamente, aumentando muito a capacidade de embarque e melhorando as condições de fluidez da avenida.

No trecho crítico de 2.700 metros, onde há 5 destes pontos múltiplos e 17 semáforos (dos quais 9 de pedestres), o tempo médio de percurso entre 18 e 19 horas foi reduzido de 26,5 para 16,5 minutos, numa economia de 10 minutos por viagem e aumento de 60% na velocidade média (6,1 para 9,8 km/hora). O benefício quantificável estimado foi de Cr\$ 2 milhões por ano e o prazo de retorno de investimento de 1 (um) mês.

O Comonor II, utilizando o mesmo princípio básico do Comonor I (9 de Julho), foi implantado em condições mais complexas, que incluíram: duas faixas exclusivas; faixa exclusiva no contra-fluxo; entrada e saída dos ônibus ao longo do percurso; exequidade de espaço e concentração muito maior de passageiros.

Este boletim abordará principalmente estes problemas e suas soluções, não se aprofundando na técnica do Comonor ou na capacidade de um ponto de ônibus, itens que podem ser vistos com maiores detalhes no Boletim Técnico CET n.º 9 - COMONOR - COMBOIO DE ÔNIBUS ORDENADOS.



Fig. 3 — localização do trecho crítico

2

COMONOR 9 de julho*

* Este capítulo é um resumo do Boletim Técnico CET n.º 9 COMONOR - COMBOIO DE ÔNIBUS ORDENADOS, cuja leitura recomendamos aos que quiserem inteirar-se dos detalhes do método.

2.1 - O Problema do Ponto de Ônibus

Em 1977, quando na Política de Prioridade ao Transporte Coletivo intensificou-se a implantação das faixas exclusivas de ônibus no município de São Paulo, ficou patente que para diminuir o tempo de percurso dos ônibus era necessário além das faixas (que possibilitavam livrar o ônibus do congestionamento de tráfego geral ou ainda encurtar o itinerário, quando implantadas no contra-fluxo), um cuidado com os pontos de embarque ao longo do Corredor para evitar que os ônibus se congestionassem junto a eles.

Com efeito, o ponto de ônibus é o gargalo de capacidade de uma faixa de ônibus. Cada ônibus requer cerca de 12 segundos para parar, abrir a porta, fechar a porta e sair e mais 2 segundos, em média, por passageiro que embarca.

Assim, se num ônibus sobem 4 passageiros ele perderá 20 segundos no ponto, e se esta for a média de passageiros embarcando por ônibus, o máximo de ônibus que poderá efetuar o embarque num ponto será de 3 por minuto ou de 180 por hora.

Caso a frequência de ônibus fosse superior a 180 o excesso passaria a formar uma fila de ônibus por trás do ponto. Se por exemplo, tivéssemos apenas 1 hora de pico com 220 ônibus por hora, ao fim desta, só tendo passado 180 ônibus, a fila seria de 40 ônibus, representando um atraso de 13 minutos por ônibus.

Este tipo de congestionamento ocorre mais facilmente quando existe um elevado número de ônibus no corredor e de passageiros embarcando, em pelo menos 1 ponto de passagem.

O número elevado de ônibus ocorre geralmente próximo ao centro, onde as diversas linhas se concentram na mesma via e o embarque da grande número de passageiros (fora do terminal) ocorre no pico da noite, sentido centro-bairro, nas regiões de atracação de empregos. O problema é agravado quando, pela existência de obras de arte (túneis, viadutos), a distância entre os pontos aumenta, concentrando muitos passageiros no mesmo ponto.

Para se evitar congestionamento devemos instalar e operar os pontos de ônibus de forma tal, que a **capacidade** do ponto seja superior à demanda.

A capacidade de um determinado ponto (da mesma forma que a capacidade de uma via) é função de uma série de variáveis das quais destacamos:

2.2 - Variáveis Quantitativas

- passageiros - demanda e sua variação entre as diferentes linhas;
- semáforos - distância do ponto, ciclo e tempos de verde;
- topografia - inclinação (grade), raio de curvatura e estado do pavimento;
- tráfego de carros - fluxo de carros passando pelo ponto e pela faixa;
- tráfego de ônibus - baias, possibilidade de ultrapassagens;
- ponto - operação em comboio, ponto múltiplo;
- tipo de veículo - relação peso/potência, altura, largura e quantidade das portas de embarque, método de cobrança e posição da catraca; e
- grau de ocupação do veículo.

2.3 - Variáveis Qualitativas

- comportamento dos passageiros*;
- comportamento dos motoristas; e
- fiscalização e supervisão da operação dos pontos.

Conhecendo-se a capacidade do ponto de ônibus, em função destas variáveis, podemos dimensionar e operar estes pontos, de forma a evitar congestionamentos.

As soluções clássicas conhecidas para aumento da relação capacidade/volume são:

- afastamento entre ponto e semáforos;
- aumento do número de pontos;

* O desembarque de passageiros não costuma acarretar problemas pois pode ser efetuado simultaneamente, mesmo quando se dá parada de vários ônibus, aumentando assim a capacidade de desembarque.

- escalonamento de pontos;
- diminuição do número de linhas (distribuição por outros corredores); e
- introdução de ônibus com maior capacidade de embarque.

Estas soluções nem sempre são viáveis, quer pelas características físicas do local, quer pelos custos envolvidos. Algumas vezes, depois de aplicadas, estas medidas mostram-se insuficientes.

2.4 - O Comboio

O COMONOR, como técnica alternativa a estas soluções, foi implantado como projeto piloto na Avenida 9 de Julho. A idéia básica do COMONOR é explorar a maior capacidade dos pontos de ônibus, quando operados em comboio. Assim, se a área de embarque for estendida para abranger diversos ônibus com os passageiros subindo em todos ao mesmo tempo, a capacidade do ponto aumenta consideravelmente, devido a dois fatores:

- os 12 segundos gastos para parar, abrir a porta, fechar a porta e partir, são aproveitados simultaneamente por todos os ônibus do comboio, reduzindo o tempo perdido por ônibus nestas operações. Por exemplo, para um comboio de 6 ônibus chegar e sair são necessários apenas 36 segundos, o que equivale a 6 segundos por ônibus (redução de 50%).
- os 2 segundos gastos por passageiro, também são aproveitados por todos os ônibus. Assim, se 6 ônibus param, nos primeiros 2 segundos embarcam 6 passageiros (1 em cada ônibus) num tempo de 1/3 de segundo, que é seis vezes menor do que em um só ônibus. No final do embarque, este rendimento não será tão elevado, pois alguns ônibus terão menos passageiros que os outros e já não estarão efetuando embarque. Em média, porém, com 6 ônibus o tempo de embarque por passageiro é de 0,75 segundos, numa redução de 62%.

Estes dois fatores conjugados levam a operação em comboio a duplicar ou triplicar a capacidade do ponto de ônibus, permitindo manter a fluidez com altas freqüências de ônibus e de demanda de passageiros, utilizando somente uma faixa de ônibus.

A fórmula prática de capacidade a que se chegou para embarque em comboio foi:

$$C(n, p) = \frac{3600 - 6p/(2+n)}{4 + 8/n}$$

onde $C(n, p)$ = capacidade dada em ônibus por hora num ponto
 p = número de passageiros embarcando por hora
 n = número médio de ônibus por comboio

O gráfico 1 mostra a capacidade resultante e a posição correspondente à demanda e ao número de passageiros para os pontos mais car-

regados dos dois corredores onde o COMONOR foi implantado (9 de Julho e Rangel Pestana).

Como se vê, um comboio médio de mais de 3 ônibus já daria solução ao problema da Avenida 9 de Julho.

2.5. - Alternativas da Operação em Comboio

Para que o embarque aconteça simultaneamente em vários ônibus, há 3 alternativas:

- 1 - todos os ônibus têm o mesmo destino e os passageiros podem se espalhar uniformemente por todos os sub-pontos;
- 2 - os ônibus têm destinos diferentes e vêm sem nenhum processo de ordenação; e
- 3 - os ônibus têm destinos diferentes e vêm ordenados em segundo sub-grupo.

O método 1, que é também o dos metrô e trens de subúrbio, exige uma única linha, com baldeação num terminal de integração.

O método 2, exige um sistema de identificação prévia do ônibus e uma informação antecipada ao usuário sobre qual o ônibus que vem e onde vai parar. Além dos altos custos envolvidos e das dificuldades para o passageiro, este método está limitado à frequências inferiores a 240 veículos por hora.

O método 3, que foi o único factível às condições da Avenida 9 de Julho, deu origem ao COMONOR: se dividíssemos as linhas em sub-grupos A, B, C, D etc., deixando em cada um, linhas com destinos próximos, poderíamos dividir os pontos segundo estes grupos, com placas que informassem aos passageiros quais linhas param em cada sub-ponto.

O motorista de cada linha pararia, também, sempre no mesmo sub-ponto.

O esquema é análogo ao de pontos alternativos. A novidade é que como os ônibus vêm ordenados na mesma ordem dos sub-pontos (A, B, C, D etc.) não há necessidade de ultrapassagens (que além de perigosas, necessitam de uma faixa a mais, nem sempre disponível) e os sub-pontos podem ficar próximos uns dos outros, à distância apenas ligeiramente superior ao comprimento dos ônibus. Isto reduz as necessidades de locais de pontos (em comparação com a técnica de pontos alternados) e facilita a orientação do passageiro.

2.6 - O Método de Ordenação

O problema de ordenar os ônibus foi resolvido através de um semáforo ordenador, instalado no início da faixa exclusiva. Lá, além das faixas dos carros, havia largura suficiente para reservar 3 faixas contíguas para ônibus, cada uma com capacidade de armazenar até 4 ônibus.

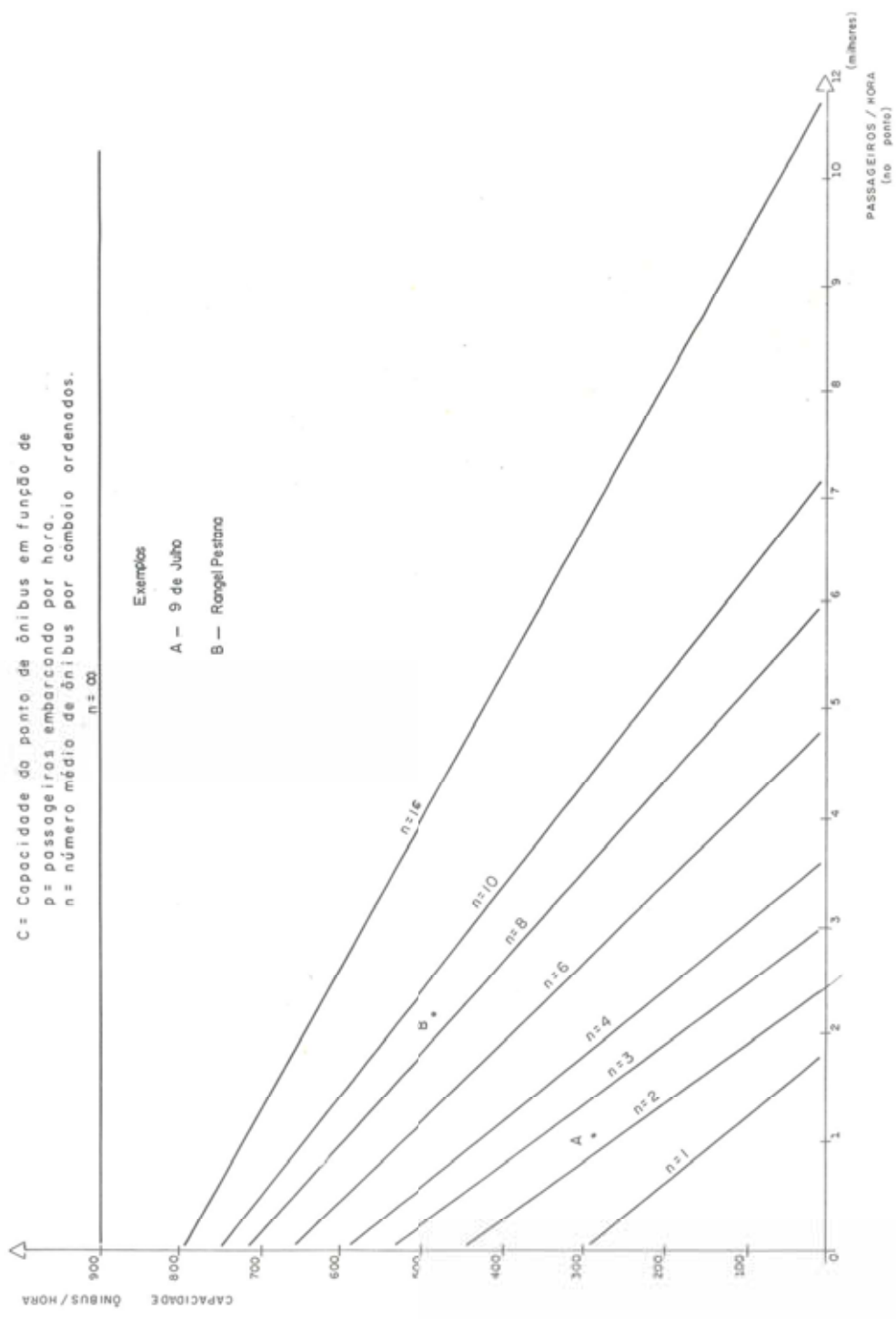


Fig. 4 — capacidade do ponto com operação em comboio



Fig. 5 — placa de orientação de ponto (Comonor av. 9 de Julho)

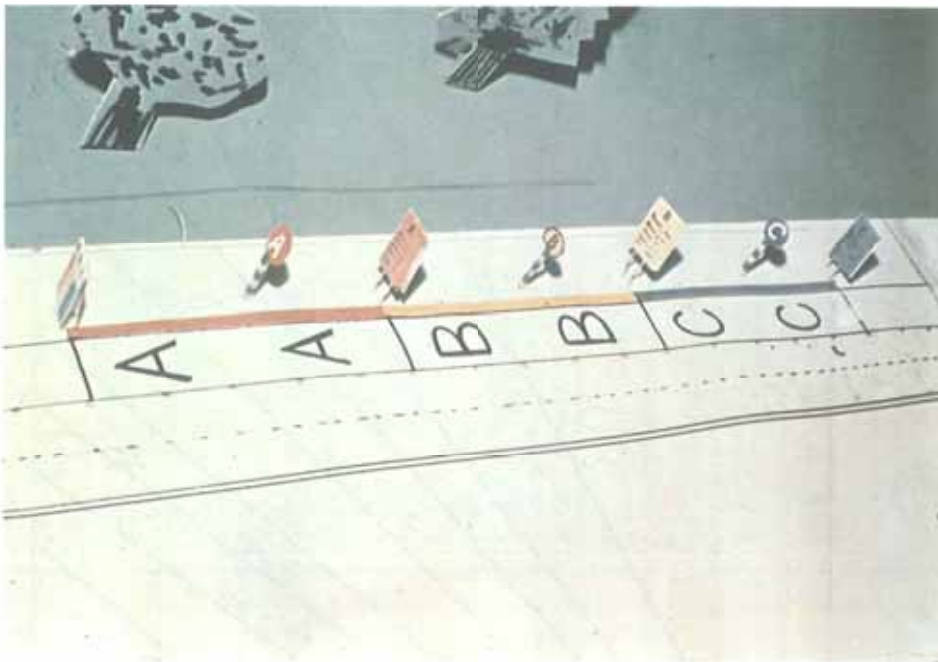


Fig. 6 — esquema da estação de formação

Dividiram-se as linhas em 3 grupos (A, B, C) e os ônibus de cada grupo deveriam entrar em fila, cada um em sua faixa.

O semáforo ordenador tinha focos individuais para cada grupo — A, B, C (verde e vermelho) — podendo serem soltos os ônibus na ordem A, B, C, quer por operação automática, quer manual, com até dois ônibus de cada grupo.



Fig. 7 — semáforo de ordenação Comonor Av. 9 de Julho

O comboio máximo era, pois, de 6 ônibus (A,A, B,B, C,C) tendo cada um dos 3 sub-pontos capacidade também para 2 pontos, com o ponto ocupando, ao todo, uma faixa de 72 metros (12 metros por ônibus).

Com este esquema de 2 ônibus por grupo o usuário é obrigado a andar, em média, 4 metros para pegar seu ônibus, mas consegue-se aumentar o comboio máximo de 3 para 6, o que torna mais eficiente a operação no ponto.



Fig. 8 — ponto de ônibus subdividido (AA, BB, CC)

Os ônibus chegam à estação ordenadora aleatoriamente e muitos comboios não saem completos, a fim de evitar-se um tempo exagerado de espera na estação ordenadora. Com um tempo médio de espera de 15 segundos por ônibus, obteve-se um comboio médio de 4,7 ônibus.

2.7 - A Implantação - Os Resultados Imediatos

Precedido de ampla divulgação na imprensa, o COMONOR foi implantado em outubro de 1977, com os resultados superando as expectativas: no trecho de 4 km, 5 semáforos e 6 pontos de ônibus, o sentido centro-bairro, com 300 ônibus e 12.000 passageiros por hora e mais 1.200 passageiros embarcando por hora no ponto mais carregado, verificou-se, no horário de pico, uma redução de 11 minutos no tempo de viagem (24 para 13), com a velocidade média passando de 10 para 18,5 km por hora (+85%).

Os benefícios anuais mensuráveis foram, na época, avaliados em Cr\$ 27 milhões, e o custo foi de Cr\$ 400 mil, numa taxa de retorno de investimento de 67 vezes num ano (ou tempo de retorno de 6 dias).

2.8 - A Experiência do Comonor 9 de Julho

Nestes 15 meses de operação do COMONOR 9 de Julho foi permitido acumular-se alguma experiência, cujas principais conclusões são:

● Treinamento

Além do indispensável treinamento inicial dos motoristas e inspetores é conveniente uma reciclagem a períodos tanto mais curtos quanto maior a rotatividade dos motoristas nas empresas.

● Manutenção

As linhas sofrem alterações no itinerário e na nomenclatura; algumas são suprimidas do corredor, outras são incluídas. É necessário revisar periodicamente a divisão em grupo, pois alguns ônibus que estejam fora do esquema podem reduzir sua eficiência.

● Operação da Estação Ordenadora

Existe uma tendência espontânea do operador, não vendo o possível congestionamento do ponto de ônibus crítico a alguns quilômetros à frente, a dar um tempo mais curto que o necessário na espera dos ônibus, resultando na formação de comboios menores e reduzindo a eficiência do sistema. É necessário, então, acompanhar o desempenho do operador e fiscalizar para que os ônibus entrem na faixa certa e respeitem o semáforo.



Fig. 9 — posicionamento desejado na estação de formação

● Ultrapassagens

Cada ultrapassagem de um ônibus por outro (que nos sistemas comuns pode até melhorar o desempenho do ponto), significa uma diminuição do número de ônibus do comboio. 30% de ultrapassagens podem reduzir o comboio médio à metade, inutilizando a operação de ordenação. Para evitar a ultrapassagem é necessária uma fiscalização periódica. Pode-se empregar o método de anotação das chapas no início e no fim do corredor, obtendo-se, por comparação, todos os ônibus que efetuaram ultrapassagens (esta anotação é usada também para aferir o tempo médio de viagem).

● Operação do Ponto de Ônibus

O esquema de ponto duplo (AA) exige que:

- o motorista do 1.º ônibus pare bem em frente ao ponto, deixando espaço para o 2.º ônibus;
- o motorista só abra a porta em frente ao seu ponto;
- o motorista só abra a porta uma vez.

Mesmo o motorista treinado, que numa viagem passa por 6 pontos "COMONOR" e 50 pontos comuns, tende a condicionar seu comportamento ao ponto comum. Por isso a presença de um fiscal e/ou operador nos pontos e horários críticos pode melhorar muito o rendimento do ponto de ônibus, exigindo do motorista um comportamento mais adequado. O operador pode, ainda, "apressar" o motorista na operação de chegada e partida, aumentando também o rendimento do ponto.

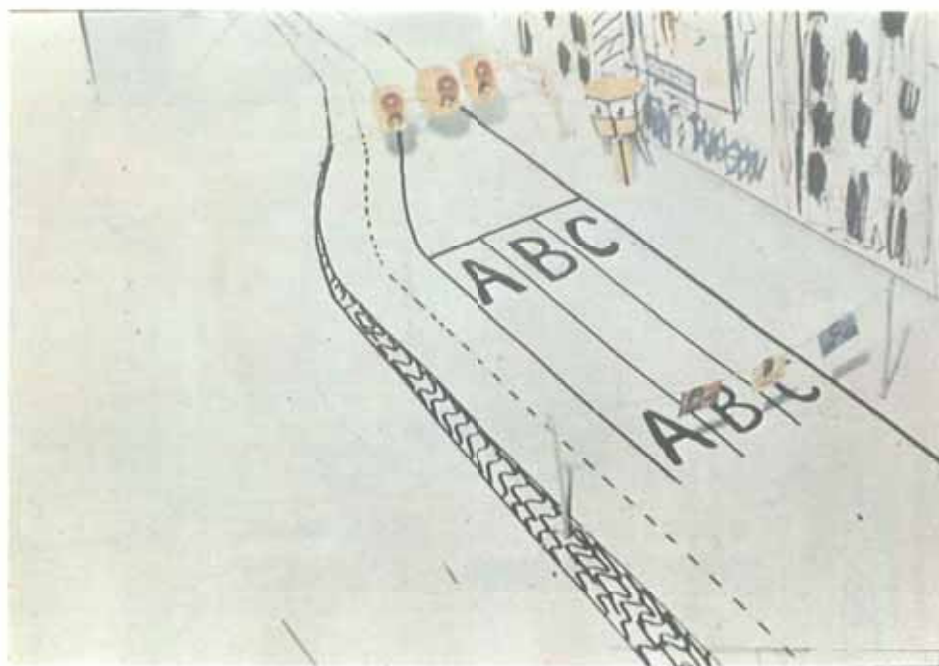


Fig. 10 — esquema de ponto duplo (sub ponto)

Concluindo, o COMONOR necessita de uma equipe que cuide de sua operação, a fim de manter o rendimento inicial. No caso da 9 de Julho, esta equipe custa (valores de outubro-78) cerca de Cr\$ 400.000,00 por ano.

3

**o corredor Rangel Pestana
Celso Garcia**

3.1 - Características do Corredor

Ligando o centro da cidade ao bairro da Penha, polo de irradiação para toda a populosa Zona Leste da cidade e municípios vizinhos, o corredor Rangel Pestana-Celso Garcia, constituía-se até poucos anos, na única alternativa viária para se chegar à Zona Leste da cidade.

Com o crescimento da Zona Leste, todo o transporte coletivo concentrou-se, passando por este eixo que atravessa regiões de alta concentração de emprego. Hoje, embora haja outras ligações com a Zona Leste, cerca de 70% das linhas, ainda se concentra neste corredor.

As novas ligações com a Zona Leste em vias expressas ou semi-expressas mostraram-se mais atrativas para o transporte por carro, enquanto o transporte público continua sentindo-se mais atraído pelo corredor antigo, em consequência da maior demanda de passageiros ao longo do corredor.

Assim, o eixo Rangel Pestana-Celso Garcia encontra-se numa situação particular — baixo número de carros (inclusive abaixo de sua capacidade) e elevado número de ônibus, constituindo-se em um corredor quase que exclusivamente de transportes públicos, como mostra a relação seguinte, em comparação com alguns outros corredores, em horário de pico.

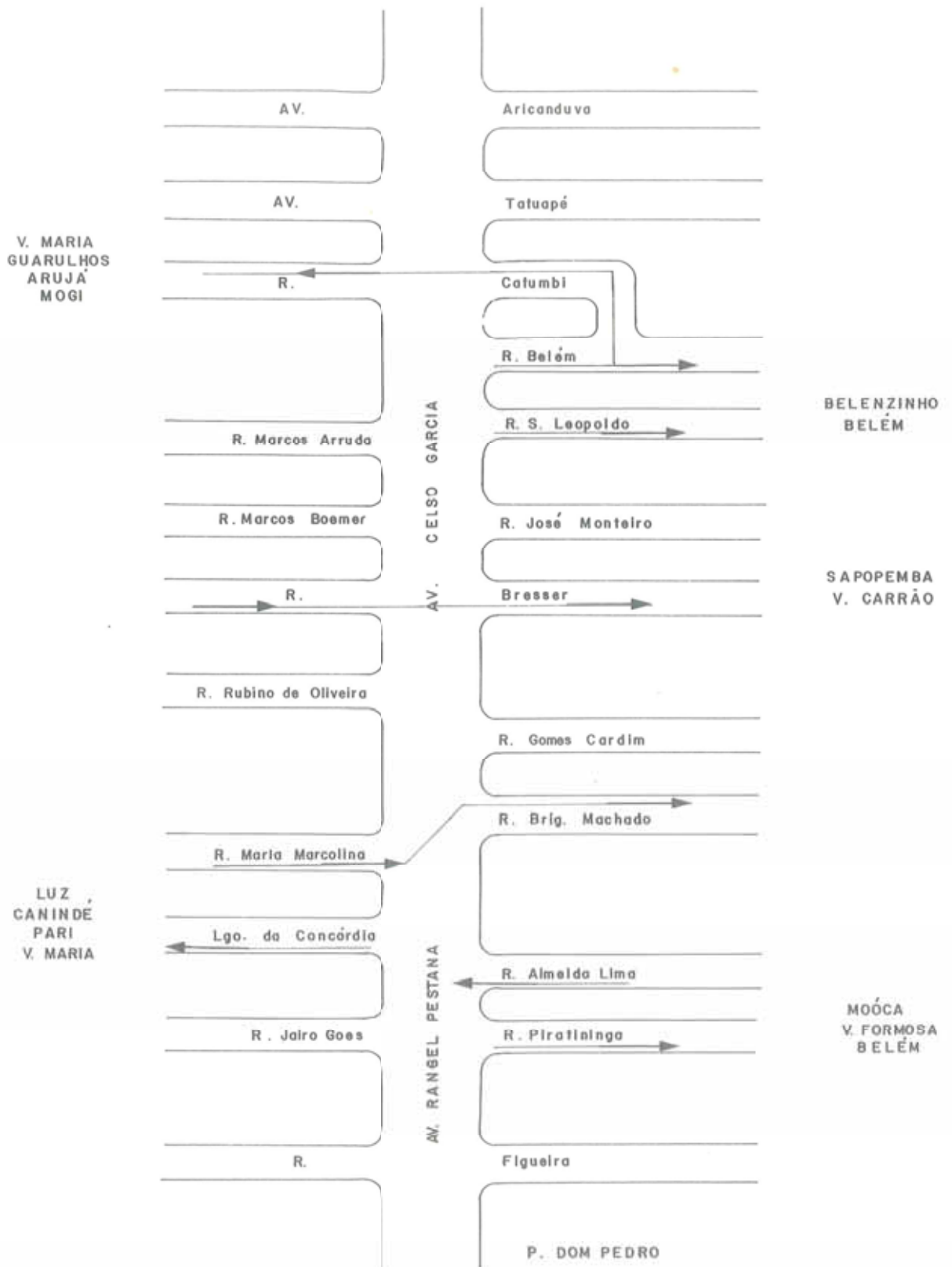


Fig. 11 — esquema do Corredor Celso Garcia e bairros servidos

Corredor	Passageiros/ Ônibus	Passageiros/ Carro	Relação entre Passag. de ônibus/ Passag. de carro
Consolação	6.000	6.000	1
9 de Julho	12.000	3.000	4
23 de Maio	3.500	12.000	0,28
Radial Leste	17.000	16.000	1,06
São João	12.000	4.000	3
Rio Branco	9.000	4.000	3
Rangel Pestana	30.000	2.500	12

Assim, o corredor em questão é o de maior densidade de transporte coletivo e de menor densidade de transporte particular. O problema mais grave de fluidez a ser resolvido era o do embarque nos pontos de ônibus de passagem. A área de Brás, no início do corredor, é uma zona industrial manufatureira de alta concentração de empregos e gera, no pico da tarde, um número muito elevado de viagens por ônibus, no sentido centro-bairro. Este elevado número de embarques, (cerca de 2.400 passageiros por ponto) associado ao elevado número de ônibus (500 por hora) provocava um congestionamento crônico no pico da tarde. As velocidades, nos horários de pico, nos trechos críticos caíam a 4 quilômetros por hora. Os passageiros que aguardavam seus ônibus ocupavam, além da calçada, a 1.ª ou até a 2.ª faixa de tráfego. Os ônibus ocupavam a 2.ª, a 3.ª e até a 4.ª (e última) faixa de tráfego, bloqueando completamente a avenida. O embarque ficava distribuído de forma desordenada até 100 metros para trás do ponto e eram feitos quase que só no meio da rua, num processo perigoso, ineficiente e desconfortável para passageiros e motoristas.

3.2 - 1.ª Etapa - Implantação - Novembro de 1976

Sem dúvida, o Corredor Rangel Pestana-Celso Garcia era, em 1976, o ponto mais crítico de congestionamento de transporte coletivo do município.

Avaliando-se as possíveis soluções, verificou-se que seria necessário aumentar muito a capacidade de embarque nos pontos para se eliminar o congestionamento. Uma das possibilidades estudadas foi a implantação direta do COMONOR, cujas pesquisas iniciais se desenvolviam naquela época. Analisando-se a demanda, verificamos que (ver Fig. 1) para operar com uma relação volume/capacidade de 85%, seria necessário um comboio máximo de 16 ônibus, considerado inviável, quer pelas dificuldades de formação, quer pelo espaço de 200 metros, requeridas para 1 ponto.

Era necessário, pois, aumentar-se o espaço disponível para as operações de embarque.

Como o problema não era de capacidade viária, com excesso de largura da avenida em relação à demanda e falta de espaço para os

pedestres, a solução adotada foi aproveitar o espaço disponível, construindo ilhas de embarque e desembarque (plataformas).

Desta forma, foi possível dividir as linhas, a frequência de ônibus e o número de passageiros por dois; metade nas ilhas e metade nas calçadas.

Os ônibus da primeira faixa efetuavam embarque e desembarque na calçada, enquanto os ônibus que se utilizavam das ilhas construídas na 2.ª faixa circulavam na terceira faixa.

Tudo se passa, quanto à circulação dos ônibus ao embarque e desembarque, como se existissem 2 corredores de transporte independentes.

Quatro das cinco plataformas (ilhas) implantadas foram construídas com comprimento suficiente para permitir embarque de até 6 ônibus simultaneamente, visando a futura implantação da operação em comboio.

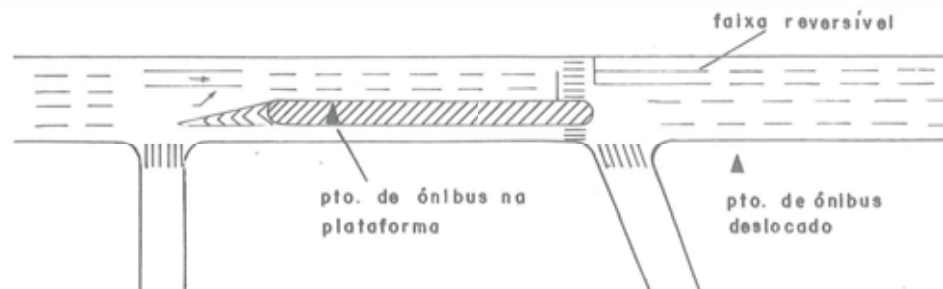


Fig. 12 — plataforma (ilha) da av. Celso Garcia

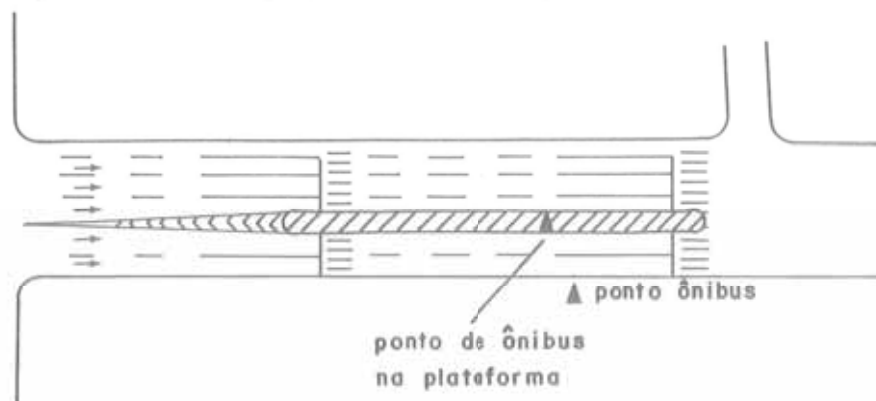


Fig. 13 — plataforma (ilha) da av. Rangel Pestana (trecho largo)

Semáforos de pedestres foram instalados nas extremidades de todas as ilhas para facilitar a travessia segura dos passageiros. Estes semáforos, bem como os já existentes, foram sincronizados através do programa TRANSYT, para minimizar o atraso dos veículos.

O projeto foi bem aceito pelos motoristas e passageiros; 81% dos usuários entrevistados mostrou opinião favorável às modificações.

O tempo de percurso baixou em 6,5 minutos no pico da tarde e de 2,5 minutos na média de todo o dia.

O custo do projeto foi de 2,7 milhões de cruzeiros e os benefícios de 14 milhões por ano (valores da época).

Nos meses seguintes à implantação verificou-se, como consequência, um aumento de 10% na demanda de passageiros.

A fluidez do corredor manteve-se pelo período de 1 ano. A partir de 1978, o aumento da demanda de ônibus (de 400 para 500) e de passageiros (25.000 para 30.000) foi suficiente para que começassem a existir, novamente, congestionamentos nos horários de pico da tarde.



Fig. 14 — embarque no ponto antes da implantação do comonor

Com o sucesso obtido no Comonor 9 de Julho, decidiu-se pela implantação no corredor Rangel Pestana-Celso Garcia.

4

a solução adotada

O Corredor Rangel Pestana-Celso Garcia apresentava uma série de complicações adicionais em relação à Avenida 9 de Julho. Eis algumas das mais importantes:

- tínhamos dois grupos de linhas: os da calçada e os das plataformas (ilhas). Seriam necessárias, então, 2 faixas exclusivas e duas estações ordenadoras;
- o uso do solo era mais intenso que no Corredor 9 de Julho, com inúmeros estabelecimentos comerciais, depósitos e armazéns ao longo do Corredor;
- não havia largura suficiente, pelo esquema de circulação existente, para instalação da estação ordenadora, nem para operação em 2 faixas exclusivas;
- havia entradas e saídas de ônibus ao longo do Corredor;
- as plataformas do ponto mais carregado não permitiam mais de 4 ônibus;
- havia semáforos próximos aos pontos de embarque mais carregados.

Estas condições implicaram em uma série de adaptações e modificações em relação ao Comonor 9 de Julho.

4.1 - A Divisão dos Grupos

O critério básico foi o da divisão geográfica. Traçou-se num mapa o itinerário de todas as linhas e procurou-se juntar, num mesmo grupo, linhas com destinos próximos. Sempre que possível, reuniram-se ônibus da mesma empresa no mesmo grupo. Esta tarefa foi facilitada pela implantação do TOC (Transporte por Ônibus Contratado) que definiu, para cada área da cidade, apenas uma empresa (ou um consórcio de duas) operando. Houve algumas exceções: A CMTC (Companhia Municipal de Transportes Coletivos), que opera em toda a região, teve suas linhas distribuídas nos diferentes grupos, conforme o itinerário; Algumas companhias, mesmo com destino a regiões próximas, entravam ou saíam do corredor em diferentes locais tendo por isso suas linhas também distribuídas em mais de um grupo. Finalmente, uma empresa, a Penha-São Miguel, pela sua quantidade de ônibus, teve de ser subdividida em dois grupos.

Critério de Divisão Plataforma — Calçada

As linhas que entravam ou saíam pela direita do corredor foram localizadas preferencialmente junto à calçada, enquanto as que entravam ou saíam pela esquerda foram, no geral, localizadas na plataforma.

Procurou-se equilibrar o número de linhas de forma que a relação volume/capacidade fosse a mesma para as duas faixas.

Na calçada, o esquema adotado foi o mesmo da 9 de Julho: 3 grupos (F, G, H), com 2 ônibus por grupo, formando um comboio de até 6 ônibus.

Previu-se uma frequência de 240 ônibus por hora, ou 80 ônibus por grupo. Com um comboio médio de 4,5 ônibus, o intervalo médio entre 2 comboios seria de 67 segundos. Como há entradas e saídas de ônibus ao longo do corredor, este volume não é constante nos diferentes grupos, como mostra a tabela abaixo:

GRUPO	N.º LINHAS		
	N.º TOTAL	N.º MÍNIMO	N.º MÁXIMO
F	16	13	16
G	16	14	16
H	23	5	19
TOTAL/CALÇADA	55	32	51

Como se vê, para facilitar as operações de entrada no corredor as variações foram concentradas no último grupo (H), como será mostrado adiante.

Já na plataforma, formaram-se 4 grupos (A, B, C, D), com 2 ônibus por comboio para A e D, e apenas 1 para B e C, num comboio de até 6

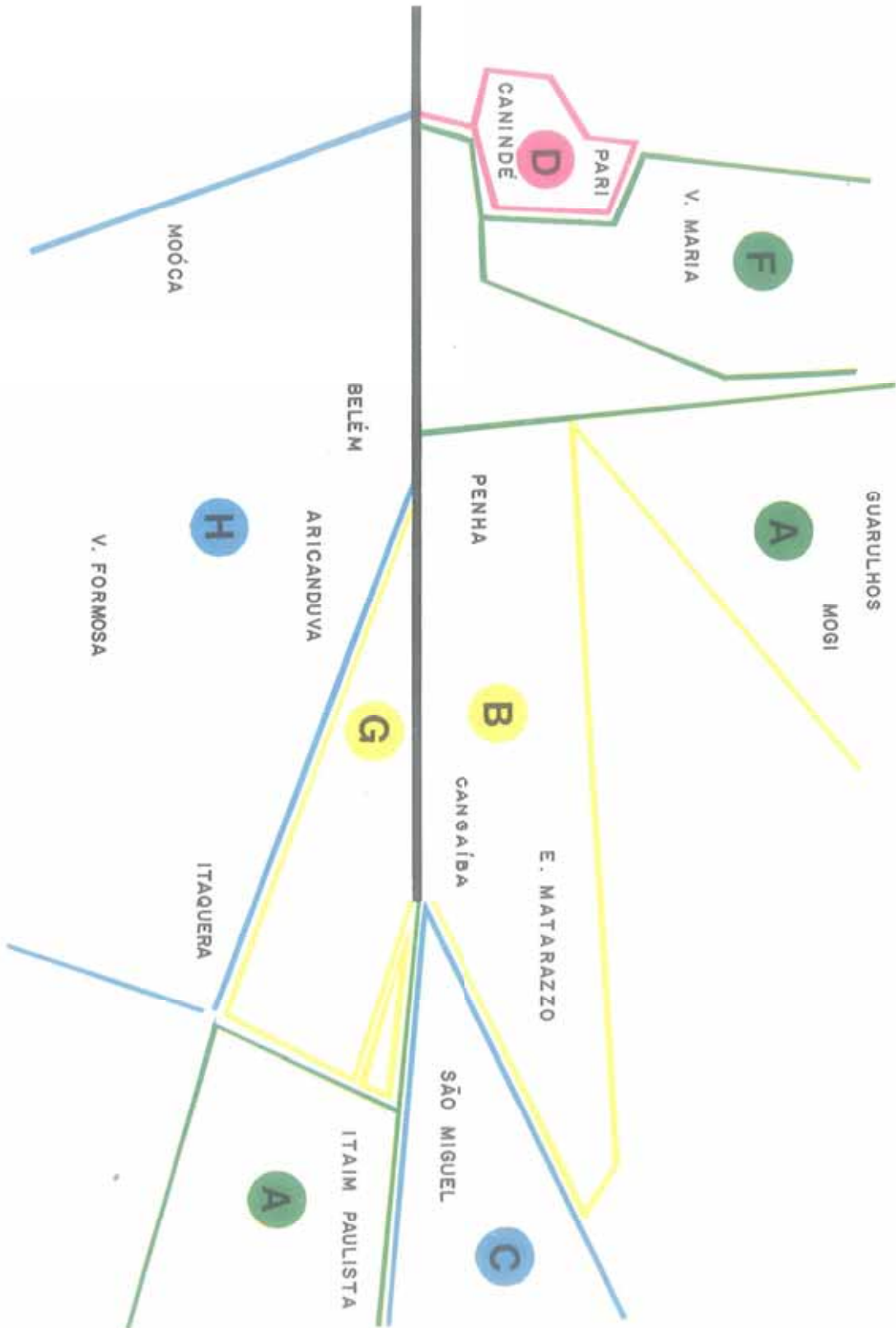


Fig. 15 — áreas de atendimento das linhas que trafegam pelo Corredor Av. Rangel Pestana e Celso Garcia e divisão de Grupos

ônibus (A,A, B, C, D,D). Além disso, todas as linhas do grupo D saem do corredor após os 2 primeiros pontos, antes de chegarem ao ponto de embarque crítico no Largo da Concórdia, onde o comboio máximo na plataforma é de 4 ônibus (A,A B, C).

Na 5.^a e última plataforma, entram mais linhas, principalmente do grupo C, passando o comboio a um máximo teórico de 6 ônibus (AA, BB, CC). Esta heterogeneidade de tratamento foi decorrente das variações ao longo do corredor:

O grupo D teve seu itinerário simplificado para não passar pelo ponto crítico do Largo da Concórdia e permitir um melhor rendimento ao sistema. Além disso, no caso, não havia espaço na plataforma do Largo da Concórdia para mais de 4 ônibus.

O motivo de se adotar um só ônibus por comboio para os grupos B e C foi, além da falta de espaço, a alta concentração de passageiros esperando numa área relativamente acanhada, a plataforma do Largo da Concórdia. Isso dificultaria a movimentação de passageiros, se fosse usado o esquema de dois ônibus por grupo.

As freqüências, em ônibus por hora e número de linha para cada grupo, eram:

Grupo	Freq.	Linhas
A	82	16
B	53	12
C	49	18
D	87	13
Total	271	59

Para um comboio médio de 4,5 ônibus o intervalo entre comboios seria de 60 segundos.

4.2 - A Estação Ordenadora

Como aconteceu no Comonor 9 de Julho, a parte mais delicada da operacionalização do esquema estava no processo de ordenação. O esquema de ordenação escolhido foi o mesmo da 9 de Julho: os ônibus deveriam parar à frente de um sinal, cada um na faixa de seu grupo, e serem soltos na ordem préestabelecida dos comboios. As principais etapas do processo foram:

- escolha do local
- adaptação do tráfego ao esquema
- adaptação ao uso do solo

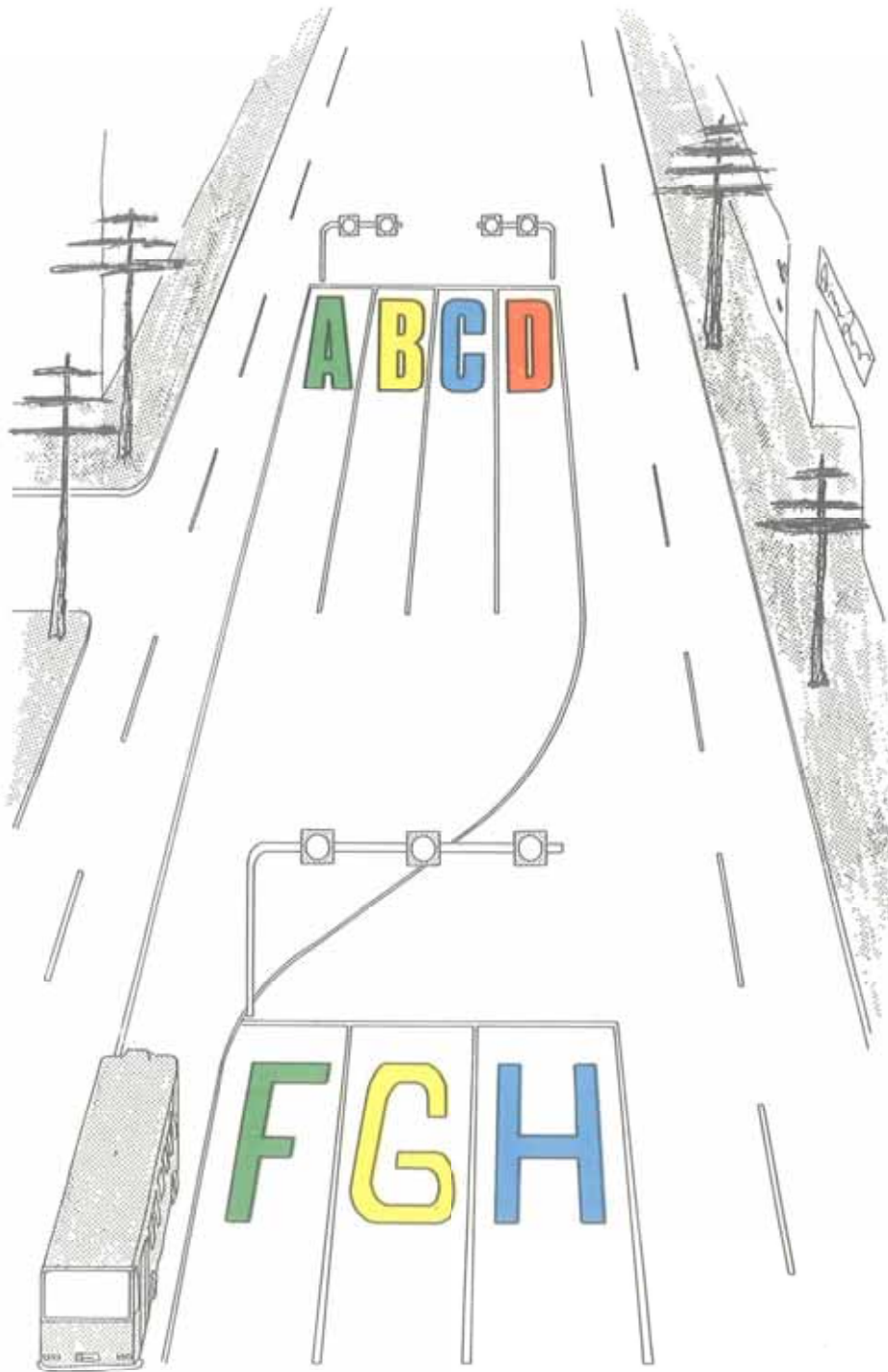


Fig. 16 — esquema da estação de ordenação

Escolha do Local

Por termos dividido todas as linhas em 7 grupos parecia, de início, ser necessário um local muito amplo para efetuar a ordenação. Pensava-se, inicialmente, no próprio Terminal do Parque D. Pedro, de onde partem 65% dos ônibus do Corredor. A idéia não se viabilizou por existirem muitas outras linhas com destino a outros corredores, que também se utilizam desse terminal e porque os 35% de ônibus restantes, provenientes de outras origens, exigiriam uma nova estação de intercalação. Finalmente, porque desde o Parque D. Pedro até o primeiro ponto há uma distância relativamente grande, com condições de fluidez propícias a que os ônibus ultrapassassem e desmanchassem o comboio. Chegou-se à conclusão de que o processo de ordenação deveria ser feito no início da faixa exclusiva, e com o máximo possível de ônibus já passando pela estação ordenadora. O único ponto viável era a própria Avenida Rangel Pestana, logo após o Viaduto 31 de Março a qual cruza o Parque D. Pedro e o Rio Tamandateí recebendo, já nesta altura, 85% de todos os ônibus que passam pelo corredor.

Os outros 15% teriam que ser ordenados em estações de intercalação, como mostraremos adiante.

Adaptação do Tráfego ao Esquema

Como tínhamos **7 grupos**, 4 na plataforma (A, B, C, D) e 3 na calçada (F, G, H), verificou-se que não seria possível dispor-se de 7 faixas exclusivas para ônibus, para efetuar a ordenação. Era necessário que fossem separadas, ao longo da avenida, em duas estações: inicialmente se ordenava F, G, H em **3 faixas** e os ônibus A, B, C, D passavam em uma 4.ª faixa; e mais à frente se ordenava em 4 faixas o grupo da plataforma (A, B, C, D) enquanto os ônibus da calçada passavam numa 5.ª faixa, já ordenados.

A Avenida Rangel Pestana com **25 metros de largura** era utilizada em mão dupla, com **5 faixas** no sentido centro-bairro e duas faixas no sentido bairro-centro. Estas 2 faixas eram utilizadas principalmente para dividir com outra rua (do Gasômetro) o fluxo de ônibus no sentido bairro-centro.

Como seriam necessárias 5 faixas só para o esquema de ordenação, foi necessária uma modificação na circulação, para converter a avenida em mão única, obtendo-se, então, um número de faixas tal, que permitisse efetuar a ordenação sem prejudicar o tráfego geral. Para tanto, foi desenvolvido um projeto de área (tipo PAITI), que implantou as seguintes modificações principais:

- mão única na Avenida Rangel Pestana — sentido centro-bairro, para permitir largura necessária para a estação ordenadora, mais o tráfego de passagem;

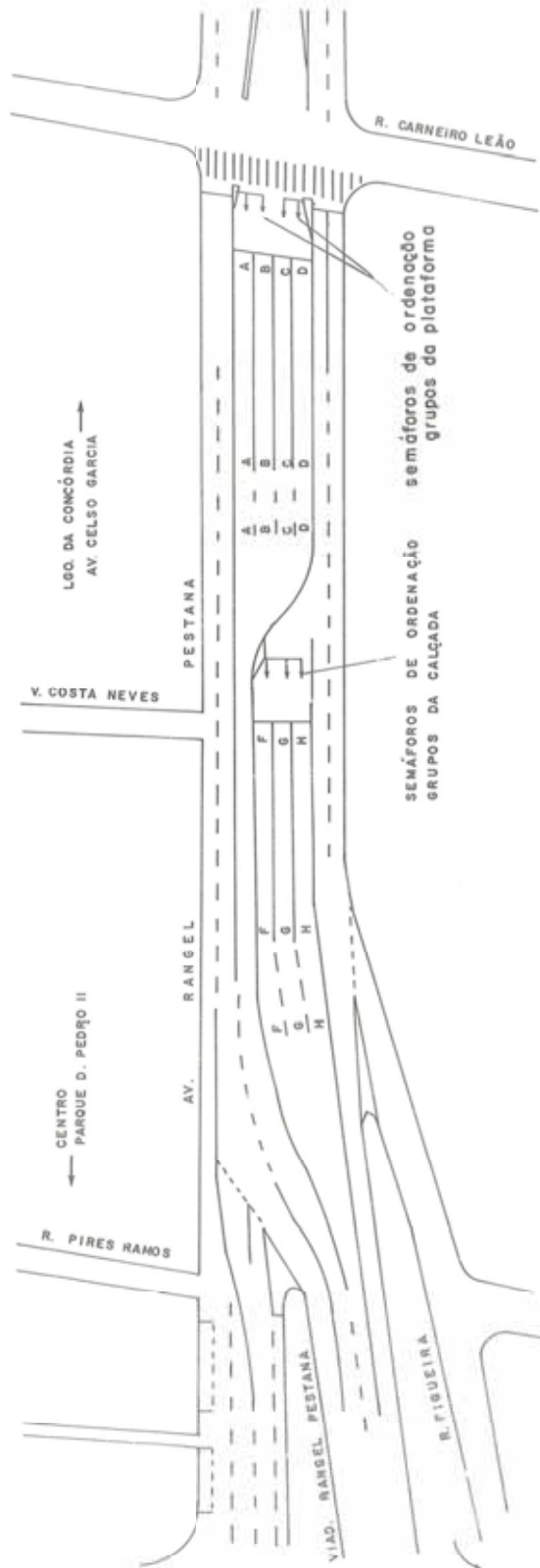


Fig. 17 — localização da estação de formação

- corte de canteiro na ligação Rua da Figueira — Avenida Rangel Pestana, debaixo do Viaduto 31 de Março para permitir o aproveitamento da mão única implantada;
- modificação no cruzamento da Rua do Gasômetro x Rua da Figueira, para aumentar a capacidade do cruzamento, em virtude dos ônibus serem desviados da Avenida Rangel Pestana (sentido bairro-centro) para a Rua do Gasômetro; e
- modificações diversas na Rua do Gasômetro para adaptá-la a um aumento de circulação de 200 ônibus a mais, por hora.

Além destas modificações houve outras, não decorrentes da conversão da Avenida Rangel Pestana em mão única, que serão explicadas em outro capítulo.

Adaptação ao Uso do Solo

Resolvido o problema de circulação e obtida a largura de via necessária à ordenação, a questão seguinte era a compatibilização entre o uso do solo e as conversões à direita.

Na 9 de Julho, com exceção de dois estacionamentos de automóveis, que não apresentavam maiores problemas, não havia uso comercial do solo, nem conversões à direita pois a avenida corre num vale. Já na Rangel Pestana, além do uso comercial do solo, com exigências de carga e descarga, faziam-se conversões à direita logo após a estação ordenadora. Como se trata, aqui, de duas faixas exclusivas, seria inseguro que os carros cruzassem as 5 faixas exclusivas para ônibus para efetuarem carga e descarga adiante, ou que fizessem conversão à direita.

Quanto à carga e descarga no local de ordenação, poderíamos tê-las proibido, a exemplo do que fizemos em outras faixas exclusivas, mas a menos de uma fiscalização permanente, estaríamos sujeito ao desrespeito.

Nas faixas exclusivas o desrespeito não é tão grave, quando moderado, pois o ônibus sai da faixa no local onde há outro veículo estacionado, e retorna em seguida, sem perdas apreciáveis de fluidez (para os ônibus); já na estação ordenadora, qualquer veículo estacionado inutiliza o esquema por não permitir que os ônibus se posicionem na baía correta. Estes irão estacionar na baía próxima, à esquerda, e assim teremos dois grupos funcionando incorretamente.

Para solucionar esses problemas optamos por colocar a estação ordenadora afastada das calçadas, deixando-se 2 faixas à esquerda, só para o tráfego em geral e 2 faixas à direita para o grupo de ônibus F G H. Os veículos com destino à curta distância foram colocados do lado direito da avenida (para conversões ou para carga e descarga). Para as duas correntes de tráfego que alimentam o corredor (Rua da Figueira e Viaduto 31 de Março) existem opções e orientação para

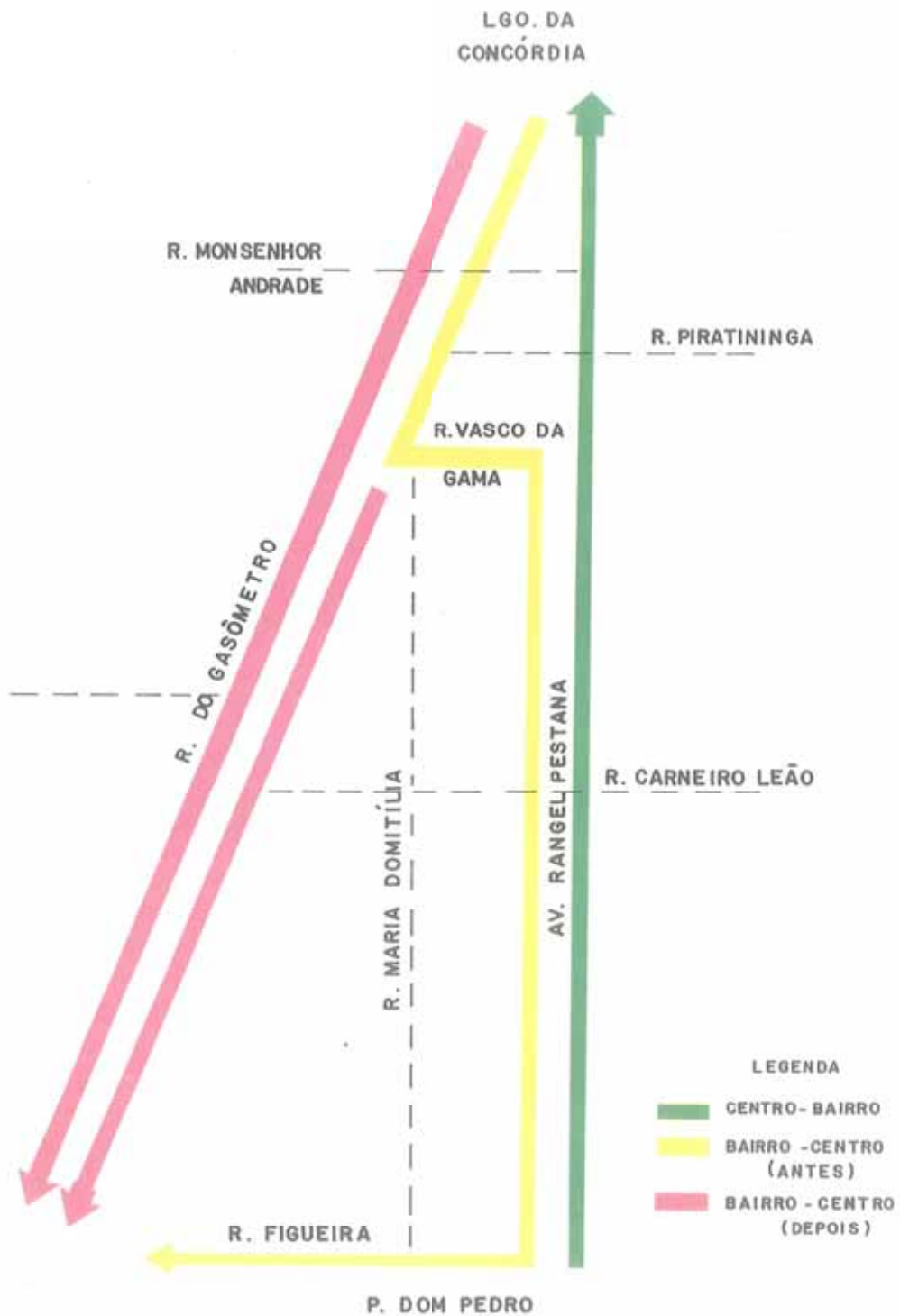


Fig. 18 — esquema de circulação

que possam atingir os dois lados da avenida, sem cruzar com os ônibus do comboio.

Assim, as 4 faixas centrais existem, exclusivamente, para a operação de ordenação. Os ônibus são separados em 2 grupos (ABCD e FGH) através da sinalização horizontal e vertical, que se inicia 200 metros antes do semáforo ordenador.

Após esta separação, o grupo F G H abre-se em 3 faixas (uma para cada grupo) de 3,20 m. de largura por 45 m. de comprimento, com espaço para acumular até 4 ônibus por grupo.



Fig. 19 — controlador de semáforo — grupo da calçada

O semáforo ordenador é similar ao do Comonor I, sendo atuado manualmente a partir de uma cabine instalada na calçada. Após a saída, os ônibus, já ordenados em comboio, passam às faixas da direita, onde há ligeira interferência com o tráfego local (o que não é suficiente para alterar a formação do comboio) e parando logo a seguir na primeira estação da calçada. Daí em diante os ônibus circulam em faixa exclusiva.

70 m. adiante da 1.ª estação (F G H) está a segunda, com 4 grupos (A B C D) e 4 faixas também de 3,20 m. de largura por 45 m. de comprimento. Logo à frente (10 metros) da linha de parada da estação ordenadora existe um cruzamento normal com semáforo. Este está acoplado ao semáforo ordenador deste grupo, de forma tal que só é possível ao operador soltar os comboios (dando verde aos grupos A B C D) quando o tráfego geral estiver livre para a avenida. Na fase de vermelho do cruzamento, o semáforo ordenador tem todos os seus focos forçados a vermelho.

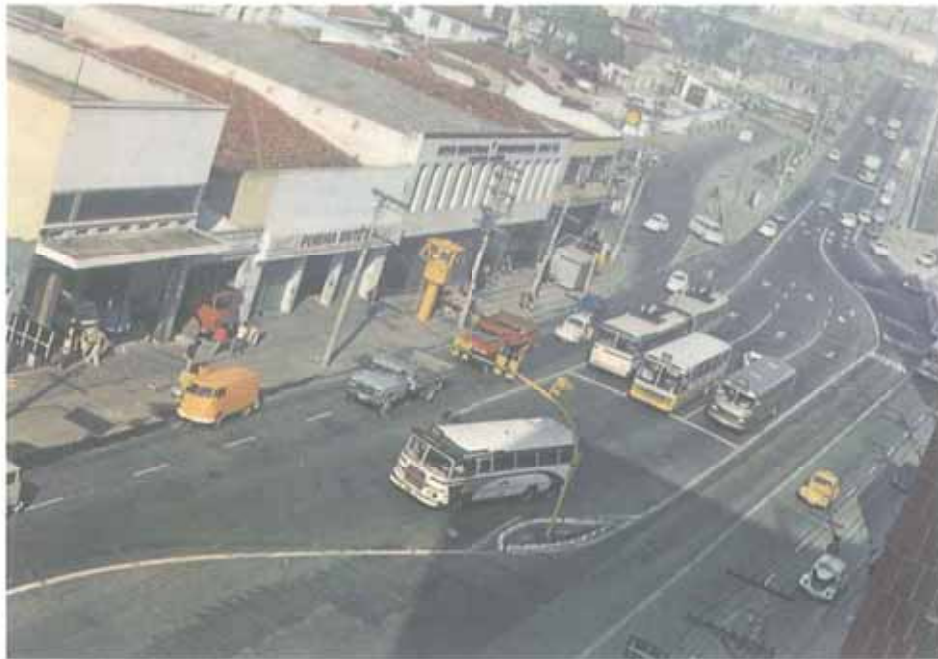
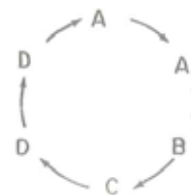
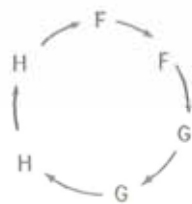


Fig. 20 — estação de ordenação — saída de comboio (grupo calçada)



Fig. 21 — estação de ordenação — saída de comboio plataforma

Quanto ao esquema de operação, deve-se seguir a ordem rotativa, como no Comonor I



Os comboios podem ser liberados mesmo incompletos, quando se acumulam 4 ou mais ônibus na estação de ordenação. No pico da tarde, este número pode ser aumentado a fim de se obter comboios mais completos.

O esquema não é perfeitamente simétrico pelas irregularidades do corredor:

O grupo da calçada, o grupo H, tem muitos ônibus saindo e entrando antes do ponto crítico, como veremos adiante, e pode ser solto com menos de dois ônibus (pois será completado adiante) ou com mais de dois ônibus (pois alguns saíram antes de atingir o ponto crítico).

O grupo da plataforma, o grupo D, sai do corredor antes do ponto crítico e pode ser solto com menos dois ou se houver número excessivo de ônibus esperando, com mais 2 ônibus por comboio.

O grupo A, também pode ser solto com menos 2 ônibus, pois sua frequência não chega a ser o dobro das dos grupos B e C.

4.3 - As saídas e entradas do corredor

Como ao longo do corredor existem saídas e entradas de ônibus (aproximadamente 20% de saídas e 15% de entradas) foi necessário preparar a divisão dos grupos de tal forma que os comboios continuassem equilibrados na frequência e, principalmente, ordenados.

Exemplificando: se tivermos um comboio de 6 ônibus (FF, GG, HH) e um ônibus H sair do comboio, e entrar um outro, aleatoriamente, no meio do comboio, existe uma chance de 67% de que ele entre no lugar "errado", formando 2 comboios ao invés de 1 e quase que duplicando o tempo de embarque, inutilizando a operação de ordenação. Apenas 20% de entradas são suficientes em volume para reduzir em 80% a eficiência adicional do comboio em relação ao embarque desordenado.

As saídas do corredor

Os problemas da saída do corredor poderiam ser resolvidos mais facilmente, pois:

- um ônibus quando sai do corredor não estraga o comboio, apenas deixa uma vaga: se o comboio tiver 6 ônibus, passa a ter 5, e a diferença de eficiência entre 6 e 5 ônibus não é muito grande;
- os ônibus, quando saem do corredor num determinado ponto, têm destino quase sempre não coincidente com os ônibus que ficam no corredor e, portanto, podem ser colocados num mesmo grupo, o que facilita a operacionalização do processo.

Assim, existindo apenas 2 saídas no trecho do comboio, elas foram colocadas em apenas 2 grupos:

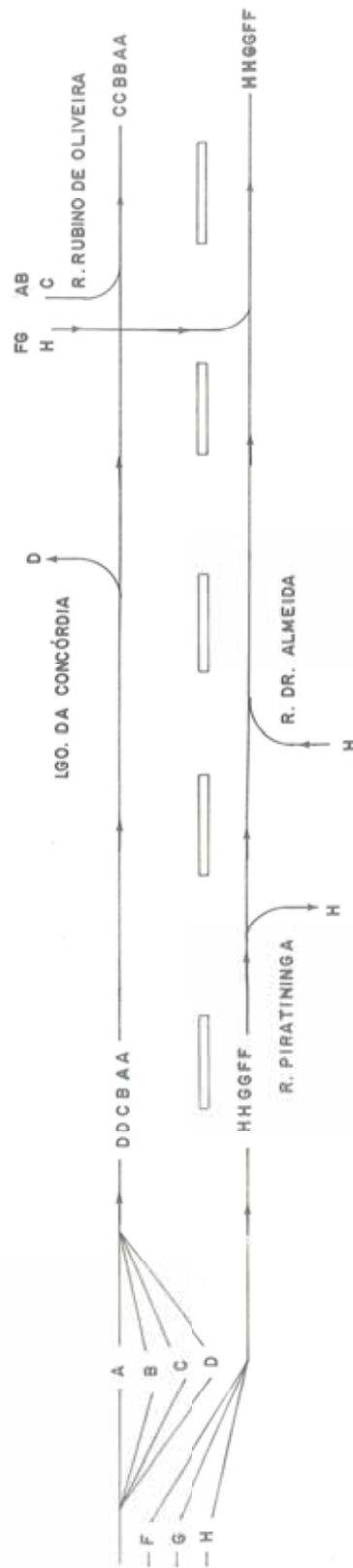


Fig. 22 — esquema de ordenação dos comboios

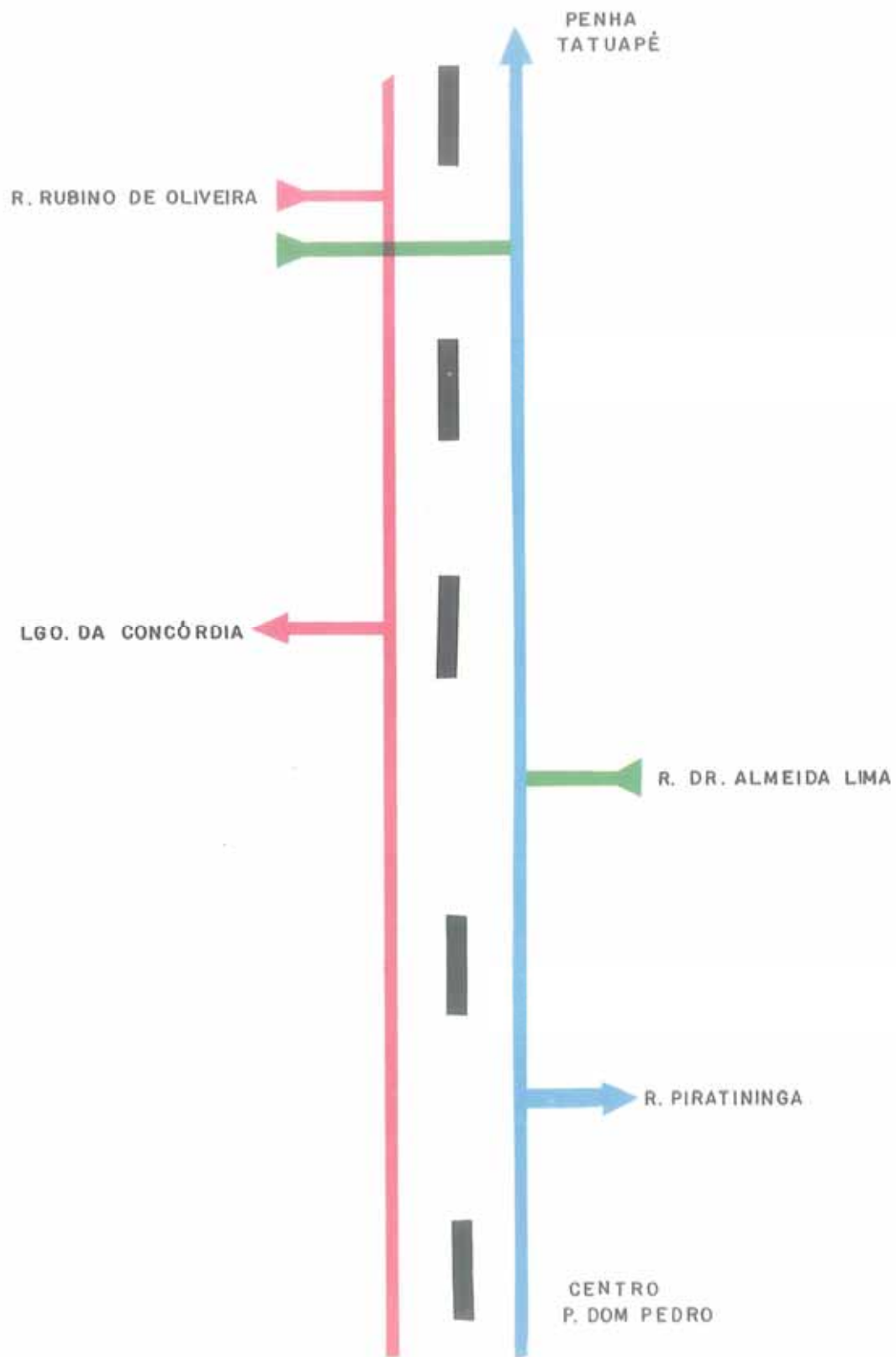


Fig. 23 — esquema de entradas e saídas

A primeira delas é à direita do corredor e se dá na Rua Piratininga, logo após o primeiro ponto. As 5 linhas, num total de 30 ônibus por hora, que saem neste ponto foram colocadas no grupo H, último do comboio da calçada (as vagas deixadas pela saída são utilizadas adiante para entrada de ônibus).

A segunda e mais importante saída se dá no Largo da Concórdia, com cerca de 80 ônibus por hora, constituída de linhas com destino à região à esquerda do Corredor ou diametrais, com ponto final no próprio Largo.

Anteriormente, estas linhas passavam pelo ponto de ônibus crítico e efetuavam uma volta (loop) em torno do quarteirão para converter à esquerda.

No novo esquema, estas 13 linhas passaram a constituir a totalidade do grupo D da plataforma, passando só pelos dois primeiros pontos, e virando diretamente à esquerda do Largo da Concórdia, numa conversão exclusiva para ônibus, sem passar pelo ponto crítico. Desta forma, além de aliviar o ponto do Largo da Concórdia de 80 ônibus deste grupo (D), estes também tiveram seu itinerário reduzido em 400 metros.

Assim, os primeiros dois pontos de parada na plataforma admitem comboios de até 6 ônibus (AA, B, C, DD) passando apenas 4 no Largo da Concórdia (AA, B, C), onde a plataforma é mais estreita (por falta de espaço físico) e não comporta, de qualquer forma, mais de 4 ônibus.

As entradas no Corredor

No caso das entradas, como já foi frisado, é necessário um processo de intercalação dos ônibus para que os ônibus entrando no Corredor, possam entrar nas suas vagas correspondentes.

Do ponto de vista operacional, o mais conveniente é juntar todos os ônibus entrando num determinado ponto, no mesmo grupo, para simplificar a tarefa de intercalação. Isto nem sempre é possível, pois muitas linhas que entram num mesmo ponto têm destino a regiões diferentes, devendo ser integradas a grupos distintos, para manter o conforto do passageiro.

A primeira entrada na Rua Almeida Lima abrange 25 ônibus por hora, de 7 linhas diferentes. Neste caso, pelas restrições físicas existentes, estas linhas tiveram de ficar todas na calçada e puderam ser colocadas todas no grupo H, onde havia brechas maiores no comboio, devido à saída de ônibus da Rua Almeida Lima.

A operação de intercalação é feita através de um semáforo especial para ônibus, que pode dar vermelho e verde para a faixa exclusiva de ônibus da calçada ou para os ônibus do grupo H, a serem intercalados. A operação é manual, numa cabine igual à da estação de ordenação.

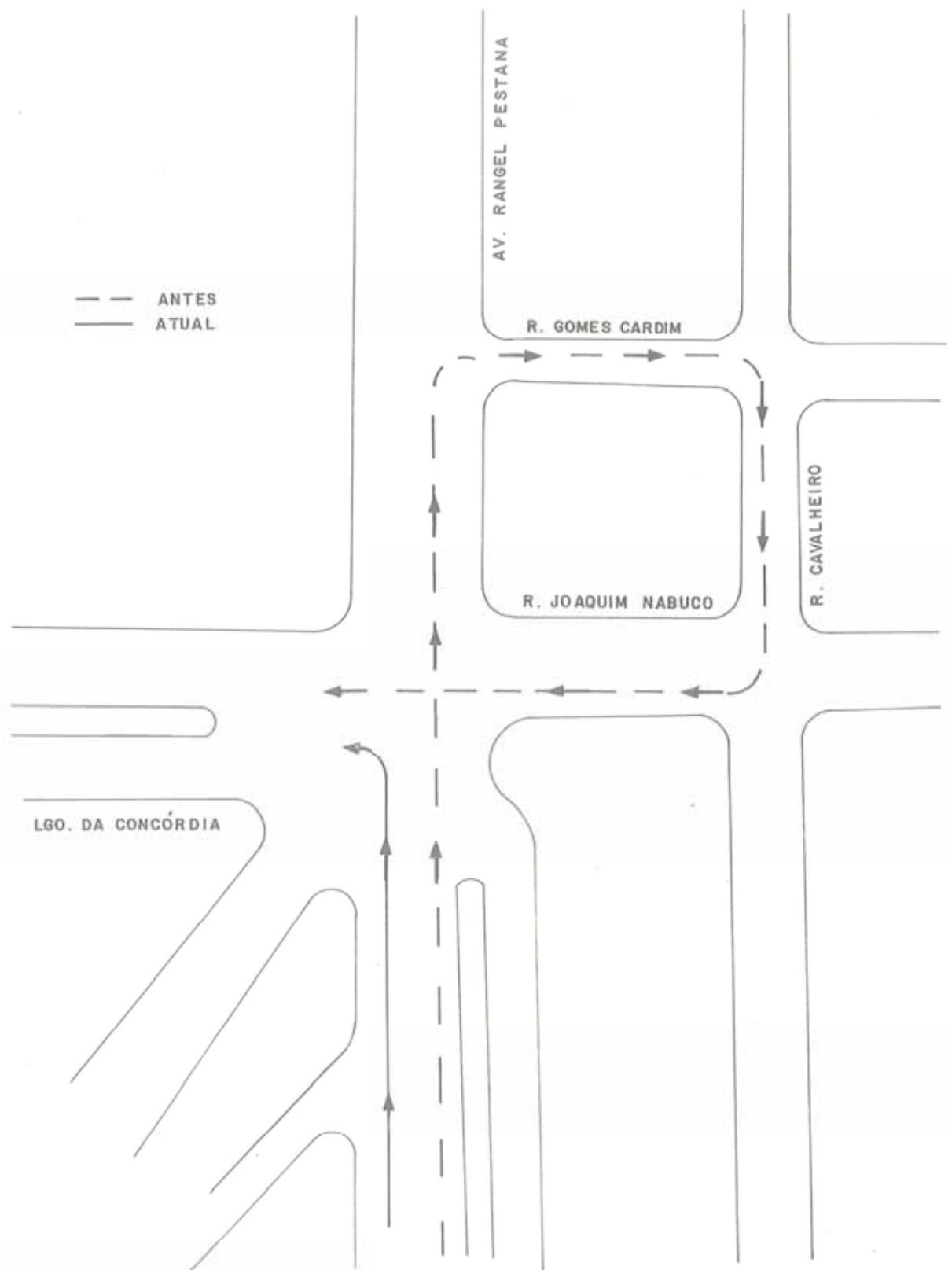


Fig. 24 — conversão à esquerda no Largo da Concórdia

O operador, quando não há ônibus a serem intercalados, deixa correr a faixa exclusiva da calçada normalmente (verde para a Rangel Pestana e vermelho para a Almeida Lima). Quando aparece um ou mais ônibus H na Rua Almeida Lima, o operador aguarda uma brecha nos comboios, isto é, um comboio que venha com menos de dois ônibus no grupo H. Neste caso, o operador dá vermelho ao primeiro ônibus do comboio seguinte (normalmente do grupo F) e deixa passar (dando o verde) um ou dois do grupo H (conforme a demanda e vagas disponíveis). Os ônibus entram antes do ponto do Largo da Concórdia, passando nos 3.º, 4.º e 5.º pontos da calçada.



Fig. 25 — Largo da Concórdia — intercalação de ônibus

A segunda entrada consiste nos ônibus que ligam o Largo da Concórdia e imediações à Zona Leste, entrando no corredor à altura da Rua Rubino de Oliveira, antes do quinto e último ponto do comboio.

O itinerário é, a partir deste ponto, similar ou idêntico ao das linhas provenientes do centro, sendo que às vezes os mesmos ônibus da mesma companhia podem realizar ou o itinerário normal — bairro-centro-bairro, ou o itinerário reduzido — bairro-Concórdia-bairro.

Estes ônibus, que constituem 17 linhas com frequência total de 45 ônibus por hora, tiveram que ser encaixados nos diferentes grupos, para manter o conforto do passageiro embarcando. A tabela a seguir mostra esta situação:

**ÔNIBUS SAINDO DA RUBINO DE OLIVEIRA
NÚMERO DE LINHAS POR GRUPO**

GRUPO	ITINERÁRIO		TOTAL
	IDÊNTICO	SIMILAR	
A	1	—	1
B	1	—	1
C	2	1	3
D	—	—	—
F	1	2	3
G	1	1	2
H	—	7	7
Total	6	11	16

As linhas do grupo H, mais numerosas, constituem atendimento específico ao corredor, cujas linhas de maior frequência, que fazem a ligação completa centro-bairro, estão em outro corredor (Radial Leste). Embora fosse possível tentar um esquema de intercalação também para estes ônibus, preferiu-se não efetuar-lo, pois:

- os ônibus passavam apenas no último ponto da área do comboio, que não é o ponto mais crítico do sistema;
- há ônibus de 6 dos 7 grupos e o esquema operacional seria muito complexo;
- o itinerário desses ônibus é provisório pois, 2 meses após a implantação do Comonor II, parte deles passaria a efetuar integração com o 1.º trecho da linha Leste-Oeste do Metrô, passando a entrar em outro local, antes do 1.º ponto de embarque.

Ao invés disso, tomaram-se as seguintes medidas de contorno: para o grupo da plataforma, deixou-se uma vaga a mais no ponto para os grupos B e C passando de AA, B, C para AA, BB, CC e, não havendo congestionamento existe, pelas características dos tempos de embarque dos ônibus nos diferentes grupos, essa possibilidade dos ônibus dos grupos B e C se encaixarem automaticamente na posição correta de ordenação.

Para o grupo da calçada, colocou-se uma posição a mais para o ponto H, para o qual as chances de intercalação correta são elevadas.

Destes ônibus, os 70% correspondentes aos grupos F e H passarão a efetuar integração com o Metrô e no novo itinerário entrarão pela Rua Caetano Pinto, logo após a estação ordenadora. Ali será instalada uma estação de intercalação similar à da Rua Almeida Lima.

4.4 - O Ponto de Parada

4.4.1 - Localização

O número de pontos de parada foi mantido: 5 na plataforma e 5 na calçada, com a mesma concepção da 1.ª fase (de 1976).

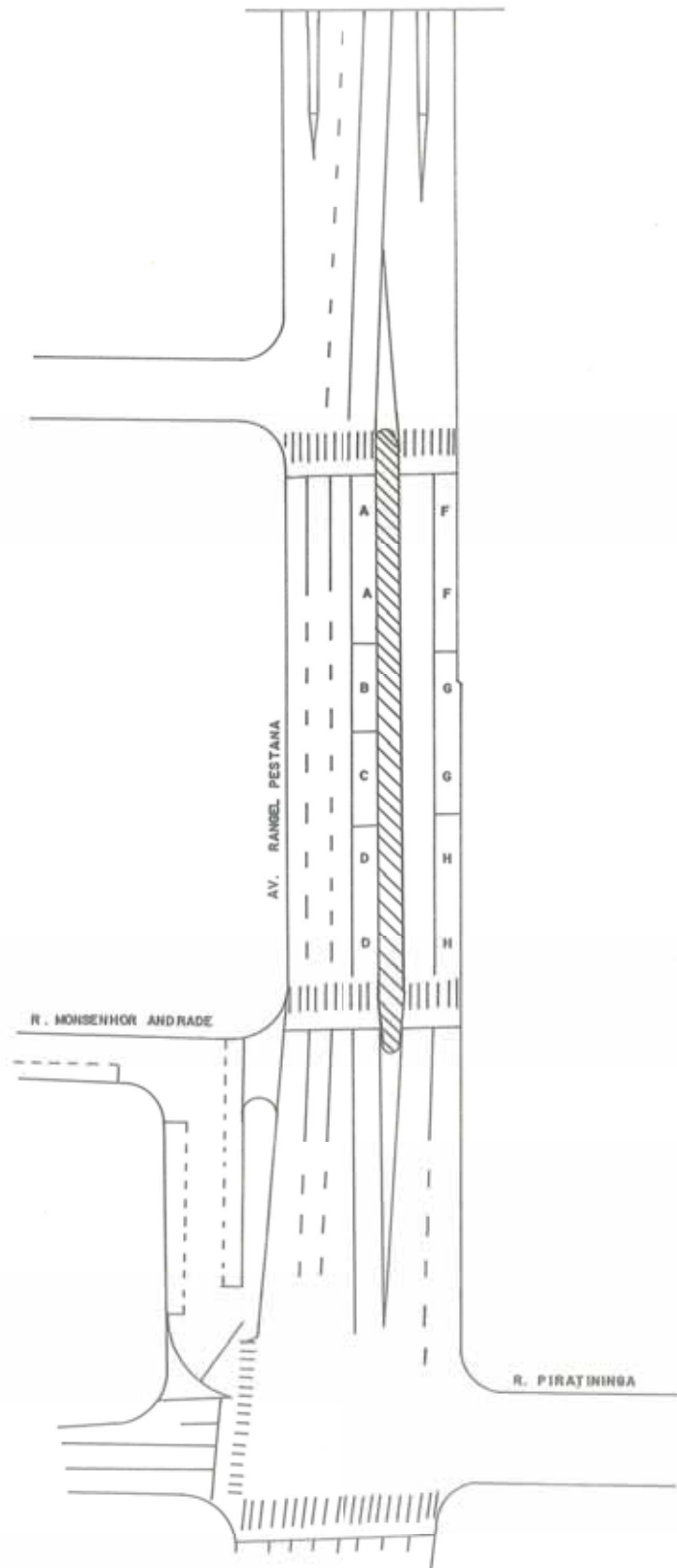


Fig. 26 — esquema de ponto de parada

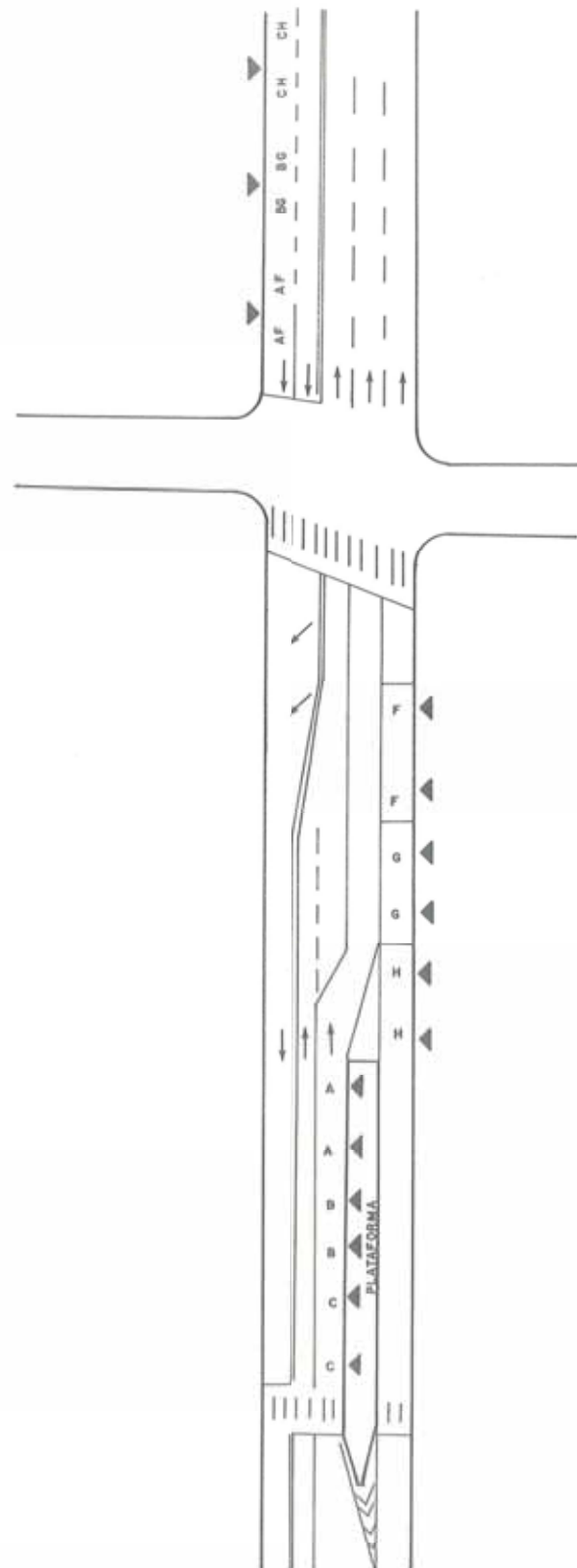


Fig. 27 — esquema de ponto de parada — trecho com contrafluxo

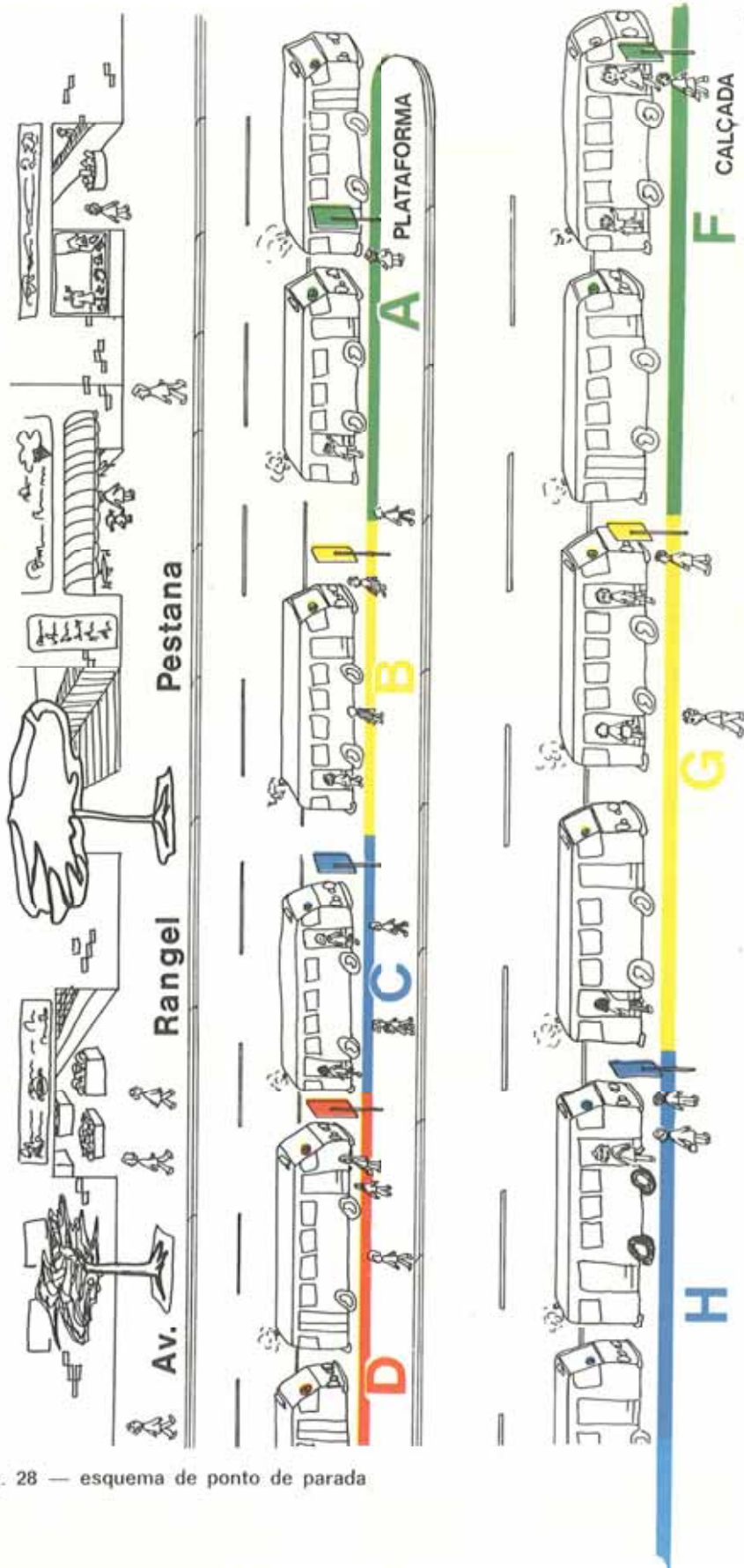


Fig. 28 — esquema de ponto de parada

No trecho inicial da avenida, mais largo, foi possível locar a plataforma na 3.ª faixa, deixando 2 faixas livres junto à calçada. Neste caso, os pontos da calçada ficaram situados em frente à plataforma, facilitando a movimentação do usuário.



Fig. 29 — maquete dos pontos de embarque no trecho mais largo da avenida. Ao fundo a estação da ordenação

A partir do Largo da Concórdia, entretanto, além da avenida se estreitar, existe mão dupla (contra-fluxo de ônibus), sendo a plataforma locada na 2.ª faixa. Neste caso, os pontos da calçada foram deslocados em relação à plataforma, para evitar problemas no caso de quebra de ônibus (que ocorre mais freqüentemente junto ao ponto de ônibus).

4.4.2 - Identificação dos Grupos

Adotou-se o esquema de cores, idêntico ao da Avenida 9 de Julho. A cada letra foi associada uma cor:

Plataforma	{	A — verde	Calçada	{	F — verde
		B — amarelo			G — amarelo
		C — azul			H — azul
		D — vermelho			

As letras e as cores respectivas são usadas num plástico colado no parabrisa de todos os ônibus, nos pontos de parada e nas placas de orientação. Além disso, no ponto de embarque, o meio fio foi pintado na cor correspondente ao grupo. Para o motorista de ônibus há uma linha de retenção e pintura horizontal da letra correspondente, indicando a posição exata de parada. As placas de informação sobre quais

linhas param em cada grupo foram colocadas aos pares na calçada, perpendiculares ao eixo da via, servindo como separadores entre os sub-pontos.

Já na plataforma, devido à falta de espaço, as placas foram colocadas paralelas ao eixo da via, encostadas no gradil.

Placas de informações gerais contendo número e grupos de todas as linhas da calçada ou plataforma foram colocadas nas extremidades da área de embarque.



Fig. 30 — ponto do Largo da Concórdia — placa informativa do grupo F



Fig. 31 — ponto de embarque — placa informativa geral (plataforma)



Fig. 32 — 1.º ponto de embarque

4.4.3 - O Ponto do Largo da Concórdia

Este é, tanto para a plataforma, como para a calçada, o ponto crítico do sistema. Com 2 estações de duas linhas diferentes de trem de subúrbio e terminal de 100 ônibus por hora, além dos pontos de embarque e desembarque de 900 ônibus por hora (450 por sentido), a concentração humana, nos horários de pico, atinge níveis de estação de Metrô.



Fig. 33 — ponto do Largo da Concórdia — embarque de passageiros (plataforma)



Fig. 34 — ponto do Largo da Concórdia — chegada de dois comboios (calçada e plataforma)

Como nas demais plataformas, existem semáforos de pedestres nas suas extremidades, para facilitar a travessia e acesso à plataforma, de forma segura.

Estes semáforos de programação automática interferem na fluidez do ponto de ônibus; o semáforo à frente do ponto de embarque prejudica o rendimento, cada vez que o embarque de todos os ônibus termina e o semáforo está em vermelho. Se por exemplo, o comboio estiver saindo do ponto, mas o último dos ônibus ficar retido por uma mudança de sinal, o próximo comboio não terá espaço para embarque e desembarque.

O semáforo imediatamente atrás do ponto pode, da mesma forma, impedir ou atrasar a chegada de um novo comboio ou ainda cortá-lo ao meio, o que é equivalente a diminuir o tamanho do comboio médio.

No Comonor I o problema foi estudado em detalhes, e verificou-se que para minimizar a influência dos semáforos era necessário deixar-se um espaço ("caixa") do tamanho de um comboio, entre os semáforos e o ponto de embarque. Desta forma, quando os semáforos fechassem, haveria reserva de espaço tanto para saída dos ônibus do ponto, como para entrada de um novo comboio.

No Comonor II não foi possível, no caso do Largo da Concórdia, obter-se essas condições e, para aumentar a fluidez do sistema, os semáforos são operados manualmente no pico da tarde.

Os operadores devem (dentro do possível) deixar o semáforo em verde para a avenida, sempre que houver ônibus do comboio querendo passar, podendo deixá-lo em vermelho durante todo o tempo de embarque.

4.5 - Compatibilização com o Contra-Fluxo e o Tráfego Geral

Do Largo da Concórdia em diante, em direção à Zona Leste, a avenida tem mão dupla, sendo o sentido bairro-centro exclusivo para ônibus. A largura da avenida neste trecho é de 17 metros.

O esquema anterior utilizava 3 faixas no sentido centro-bairro, para ônibus e automóveis; uma no sentido bairro-centro só para ônibus (contra-fluxo), e uma faixa reversível bairro-centro das 6 às 9 h da manhã, e centro-bairro nos demais sentidos.

Com a implantação do Comonor, com duas faixas exclusivas no sentido centro-bairro, mais a plataforma de embarque, o esquema teve que ser alterado; ao invés da faixa reversível utilizamos um número de faixas variável ao longo da avenida, para cada sentido:

- os pontos de parada do contra-fluxo (bairro-centro), da plataforma (centro-bairro) e da calçada (centro-bairro) foram colocados alternadamente ao longo da avenida (isto é, nunca um em frente ao outro);
- nos locais de ponto de parada do contra-fluxo e junto aos semáforos, implantou-se faixa dupla para o contra-fluxo, sendo uma só faixa nos trechos restantes.

Os pontos do contra-fluxo foram, além disso, escalonados em 3 grupos: A e F (verde), B e G (amarelo) e F e H (azul). O grupo D não retorna pelo corredor. Assim, o esquema de cores foi aproveitado também no contra-fluxo.

Não existe, porém, neste caso, um comboio, mas um simples escalonamento com possibilidade de ultrapassagem, já que na região dos pontos a faixa de contra-fluxo é dupla. Este, aliás, é o esquema mais recomendável quando o número de passageiros embarcando é pequeno e o número de ônibus muito elevado. Assim, manteve-se nos locais críticos (pontos de parada e semáforos) uma capacidade suficiente para o contra-fluxo, durante todo o dia.

No sentido centro-bairro deixaram-se, de forma contínua, duas faixas exclusivas para ônibus (da calçada e da plataforma). Para os carros restou uma faixa de 3 metros nos locais mais estrangulados (em frente às plataformas e pontos do contra-fluxo) e duas faixas estreitas (2,5 metros cada), junto aos semáforos ou conversões à esquerda mais importantes.

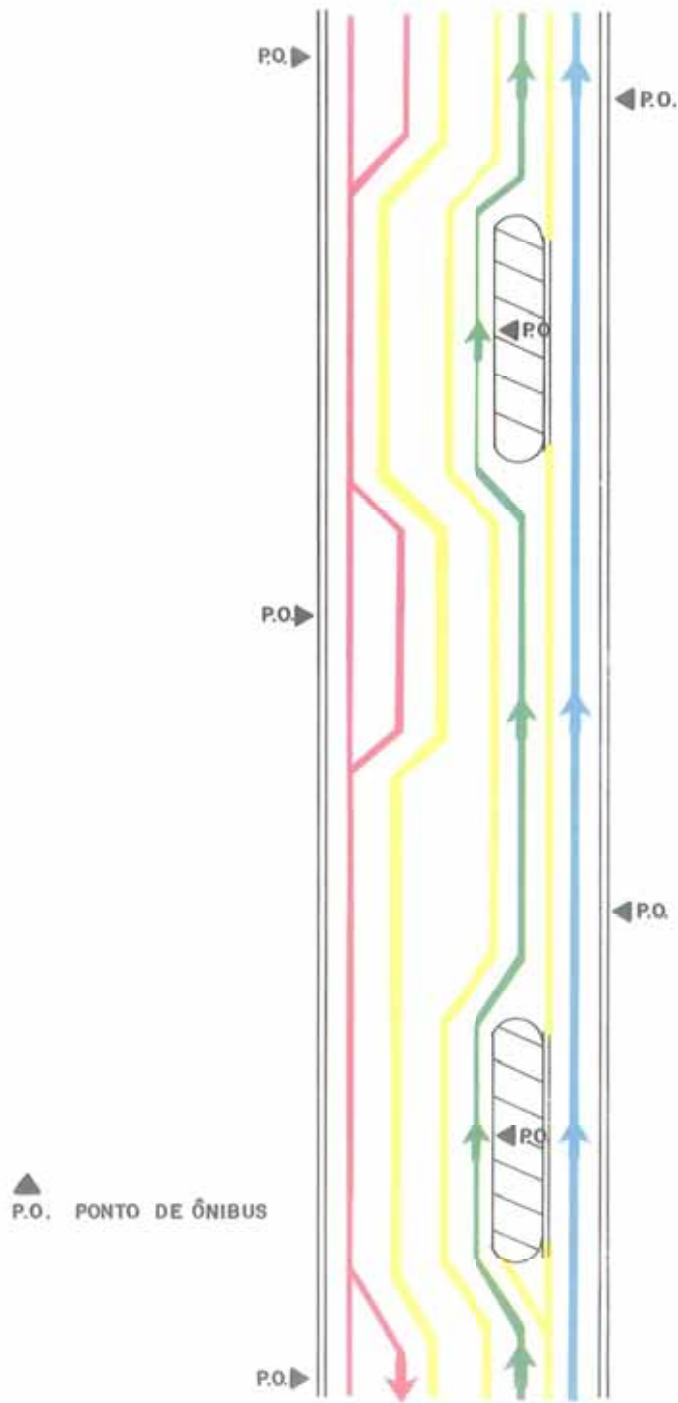


Fig. 35 — esquema de compatibilização com contrafluxo

5

implantação

5.1 - Treinamento dos Motoristas

Enquanto no Comonor I foram treinados, principalmente, inspetores e fiscais, na Rangel Pestana foi programado treinamento para todos os motoristas que operam no Corredor. O treinamento foi efetuado pela CET nas instalações das próprias empresas de ônibus, no horário escolhido pelos proprietários, de forma a perturbar ao mínimo a regularidade do serviço de transporte.

Foram treinados durante um período de 4 meses, em 250 sessões ministradas por 22 monitores, 4.700 motoristas e 200 inspetores fiscais e encarregados.

O treinamento foi similar ao do Comonor I, com explicação geral do projeto de seu objetivo, e divulgação do resultado anterior alcançado pelo Comonor I. Enfatizou-se a dependência do sucesso da boa operação por parte dos motoristas. Além disso, foram detalhadas instruções específicas sobre a operação em comboio:

- ao entrar no corredor, entrar na faixa exclusiva do grupo correspondente (calçada ou plataforma);
- entrar na estação ordenadora na faixa correspondente ao seu grupo (A, B, C, D, F, G, H);
- respeitar o semáforo de ordenação, não passando no vermelho, ficando atento à mudança para o verde, não passando de uma vez, mais que o número de ônibus permitido por grupo (1 para B e C, 2 para os demais);



Fig. 36 — estação de ordenação — ônibus aguardando liberação

- não ultrapassar ônibus do mesmo grupo ao longo de todo trecho de operação em comboio andando, sempre que possível, na sua faixa exclusiva;
- só abrir as portas no seu ponto correspondente;
- se possível parar na faixa de retenção pintada à frente do seu ponto de embarque, senão, parar o mais à frente possível (dentro do seu ponto);
- só abrir as portas uma vez em cada ponto;

Além das instruções gerais, houve instruções específicas para alguns grupos, sobre:

- o novo itinerário do Largo da Concórdia ao centro pela Rua do Gasômetro, devido à conversão da Rangel Pestana em mão única;
- o novo itinerário dos ônibus do grupo D, virando diretamente à esquerda no Largo da Concórdia;
- o escalonamento de pontos e número variável de faixas do contrafluxo para os demais grupos.

5.2 - Treinamento de Operadores

Uma equipe de operação foi preparada para atuar no Comonor. O treinamento consistia na familiarização com o local do projeto e regras de operação. Um treinamento mais prático pôde ser efetuado através da operação real do Comonor I (9 de Julho) nas funções similares. Foram definidas, além da supervisão geral, 4 tipos de operação:

- Operação da Estação Ordenadora — Como no Comonor I, o operador deve, em princípio, usar a ordem rotativa, soltando os ônibus na ordem,



esperando (quando faltarem ônibus na ordem natural) até 4 ônibus acumulados antes de soltar comboios incompletos. Além disso, não deve soltar ônibus quando o sinal comum (de veículos) do cruzamento à frente (com a Rua Carneiro Leão) estiver em vermelho para os automóveis.



Fig. 37 — estação ordenadora — grupo da plataforma, semáforo liberando comboio

Esta função estava prevista para ser efetuada durante todo o dia, das 7 h da manhã às 20 h da noite. No período da noite, os semáforos permaneceriam desligados.

- Operação de Intercalação — efetuada junto à Rua Almeida Lima e enviando os ônibus do Grupo H — vindos dessa rua nas brechas correspondentes do comboio, esta operação era uma novidade deste Comonor.

A maior dificuldade prevista estava em reconhecer se havia uma brecha, a tempo de dar vermelho para a corrente principal antes que o primeiro ônibus do comboio seguinte passasse, sem condições de visibilidade muito propícias. Esta operação era executada apenas no pico da tarde (das 17 h às 20 h).

- Operação dos Semáforos Veiculares — os semáforos do Largo da

Concórdia, junto ao ponto de ônibus, também seriam operados manualmente no pico da tarde, num total de 3 semáforos.

O semáforo de pedestres que liga o Largo da Concórdia à plataforma de embarque, deve estar em verde para a avenida (e vermelho para os pedestres) sempre que o semáforo veicular, a 50 metros à frente (Rua Joaquim Nabuco x Rangel Pestana) assim estiver. Quando este muda para vermelho, o operador deve aguardar o término da chegada de um comboio à plataforma (Grupo ABC) e mudar para o vermelho (verde para pedestres). Se já houver chegado todo o comboio à plataforma ele poderá mudar o semáforo para o vermelho, junto com o semáforo à frente.

O semáforo de pedestres que liga a plataforma à calçada (completando a travessia de pedestres do semáforo mencionado anteriormente), praticamente só tem fluxo veicular de ônibus e fica em vermelho para os veículos, sempre que houver um comboio efetuando embarque e desembarque na calçada. Quando este comboio sai, o semáforo deve dar verde até a chegada de um novo comboio à calçada (Grupo FGH). O semáforo crítico do sistema é o do cruzamento da Rua Joaquim Nabuco com a Rangel Pestana. Este semáforo tem 3 fases e opera no sistema automático, com ciclo de 60 segundos.

Fase 1 — verde para a avenida (centro-bairro) e para a conversão à esquerda do Grupo D.

Fase 2 — verde para a avenida, sentido centro-bairro e bairro-centro (contra-fluxo de ônibus).

Fase 3 — verde para a Joaquim Nabuco.

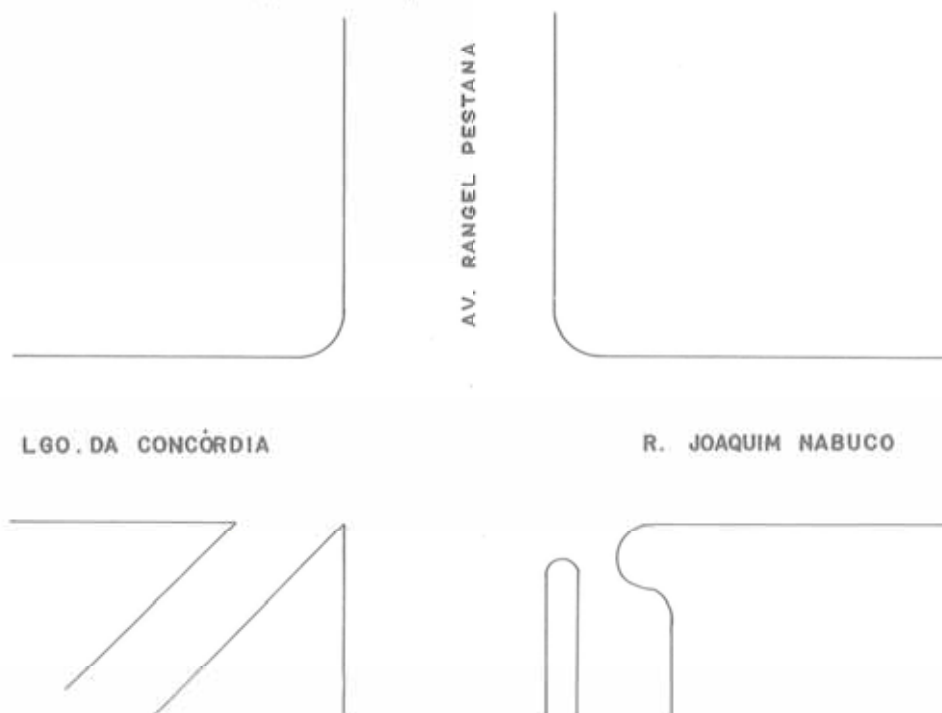


Fig. 38 — semáforo — av. Rangel Pestana x r. Joaquim Nabuco (largo da Concórdia)

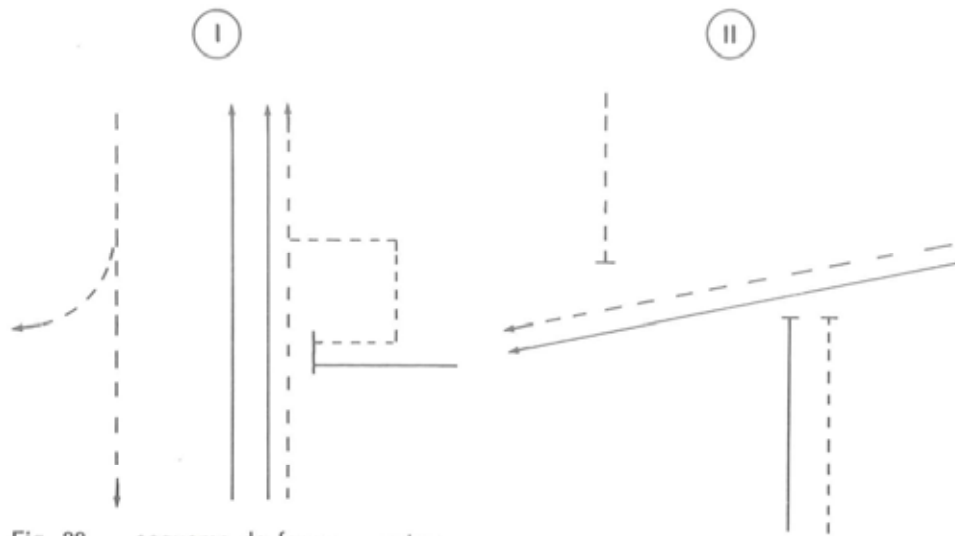


Fig. 39 — esquema de fases — antes

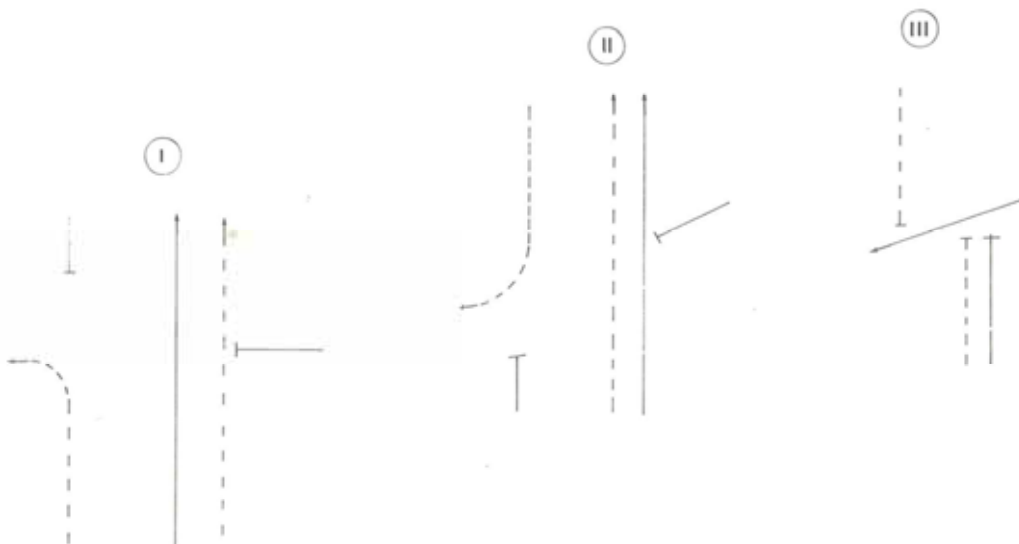


Fig. 40 — esquema de fases — atual com fase para conversão de ônibus

O interesse maior da operação de pico é maximizar o rendimento dos pontos de embarque do Largo da Concórdia (plataforma e calçada), tentando manter em verde para os comboios (fase 1 e 2) sempre que houver um comboio querendo sair. Como há dois grupos independentes e tempos de parada bastante aleatórios, isto nem sempre é possível.

Como linha geral, o operador deve mudar para a fase 3 quando os dois comboios tiverem chegado há pouco tempo, observando, porém, um limite máximo de tempo de verde (fase 1 e 2), principalmente por causa da travessia de pedestres efetuada na fase 3.

NOTA: Fora do período de pico, este semáforo comanda os semáforos 1 e 2 entre si, que têm os mesmos tempos de verde e vermelho, como

se fossem apenas um semáforo. Como o intervalo médio entre comboios é de 70 segundos e o tempo de embarque é reduzido (cerca de 10 segundos), existe folga de capacidade no ponto para operação automática.

- Operação junto aos pontos de ônibus — esta operação, executada também apenas no pico da tarde e nos pontos mais críticos, consiste em apressar os motoristas de ônibus, na chegada e saída do ponto de ônibus e em conseguir que os ônibus parem na posição correta.

Esta operação seria executada por estagiários que já operavam nestes pontos antes da implantação do Comonor.

5.3 - Orientação aos Passageiros

80.000 folhetos foram distribuídos aos passageiros que embarcam no Corredor, desde os 3 dias anteriores à implantação até 1 mês após. O folheto explica qual a nova sistemática implantada, instruindo o usuário sobre como saber seu local de embarque. Para cada grupo foi reproduzido, no folheto, a placa de orientação com o número e nome da linha.

Em cada grupos as linhas foram agrupadas em itinerários semelhantes, indicando-se, por variações da cor básica, por onde vinham e em quais pontos paravam os ônibus do grupo.

Os adesivos plásticos com as cores e setores de cada grupo foram entregues às empresas para que no dia da implantação já estivessem, desde a primeira viagem bairro-centro, afixadas ao para-brisa. Desta forma, o usuário poderia, já na vinda ao centro, saber em qual grupo embarcar na volta para o bairro.

O esquema foi também amplamente divulgado pela imprensa em geral.

5.4 - Início de Operação

O projeto foi implantado no dia 13 de janeiro, sábado, dia de pouco movimento, estabelecendo-se dia 16, segunda-feira, como o primeiro teste efetivo do sistema. O dado mais significativo para se avaliar a melhoria do sistema ao longo dos primeiros dias, foi o horário de início e término do congestionamento de ônibus no Largo da Concórdia.

Horário de congestionamento			Início	Término	Duração
Antes da Implantação (média)			17h40'	21h15'	3h35'
Depois	16/01	Segunda	18h00'	21h30'	3h30'
	17/01	Terça	18h15'	20h10'	1h55'
	18/01	Quarta	18h30'	19h45'	1h15'
	19/01	Quinta	18h30'	19h25'	0h55'
	20/01	Sexta	18h30'	19h35'	1h05'

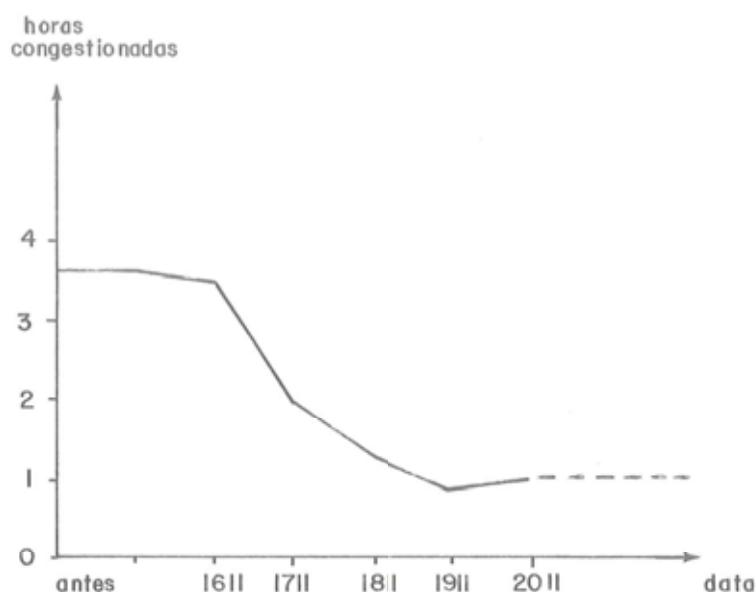


Fig. 41 — gráfico da tabela anterior

Assim, o processo estabilizou-se, praticamente, no 4.º dia de operação.

NOTA: Sexta feira, usualmente, é um dia pior que os demais, devido ao maior número de passageiros.

Nesses primeiros dias as principais dificuldades foram:

- Estação ordenadora — quanto aos ônibus, praticamente só houve problemas no primeiro dia, com alguns motoristas entrando junto no grupo errado ou não aguardando o sinal de verde, principalmente no grupo da plataforma, onde a estação ordenadora está junto a um cruzamento semaforizado. Muitas vezes ao abrir o verde para a avenida, os motoristas, no seu reflexo condicionado, saíam, esquecendo-se do semáforo ordenador. Quanto aos carros e caminhões, sendo a região do Brás um centro comercial, sua rotatividade é muito grande, e a cada dia há uma porcentagem grande de usuários novos que não conhecem a nova circulação, causando os seguintes problemas:
 - entrada do lado direito da avenida, cruzando para a esquerda junto à estação ordenadora;
 - parada junto ao semáforo de ônibus quando este está em vermelho;
 - invasão da região de ordenação.
- Semáforo de Intercalação — verificou-se alguma dificuldade na percepção de vaga no comboio (Grupo H), a tempo de parar o comboio seguinte. Nos primeiros dias houve necessidade de um segundo operador, auxiliando fora da cabine, deixando os ônibus passarem um a um.

- Pontos de Embarque — como esperado, os problemas de adaptação ocorreram nos primeiros dias. Para auxiliar os passageiros, além da distribuição de folhetos, havia um ou mais estagiários em cada sub-ponto (ao todo 40). Estes estagiários dispunham de informações mais completas sobre cada linha, com sua região de destino, empresa, nome e número, atuais e antigos, das linhas. Quanto aos motoristas, principalmente no grupo da calçada, houve necessidade de fiscalização permanente, para que parassem na primeira (e não na segunda) baía de cada sub-ponto (F, G, H).

6

resultados

6.1 - Aceitação do Projeto

Aceitação pelos passageiros (que embarcam no trecho) e motoristas de ônibus.

Uma pesquisa sumária foi efetuada uma semana após a implantação, perguntando aos passageiros e motoristas como julgavam o projeto. O resultados são indicados na tabela abaixo:

Categoria	Total de Entrevistados	Opinião				
		ótimo	bom	regular	ruim	péssimo
Motoristas	199	27	52	19	1	1
Passageiros	379	26	50	19	4	7

6.2 - Pesquisas antes e depois

A partir do 2.º dia de implantação, era visível uma melhoria no sistema, pela diminuição do horário de congestionamento e das filas de ônibus no Largo da Concórdia.

Estes resultados foram quantificados, através da comparação entre os volumes e os tempos de viagem, antes e depois da implantação. Como o projeto foi implantado em janeiro, no período de férias, e todos os meses próximos (novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março) apre-

sentam comportamentos de demanda diferentes, a avaliação foi efetuada comparando-se duas quintas-feiras, uma imediatamente antes, e a outra imediatamente após a implantação do projeto (dias 11 e 18 de janeiro, respectivamente).

Eis alguns dados revelados pela pesquisa:

- Os volumes de ônibus aumentaram no pico da manhã 515 para 560 ônibus por hora (+9%). No pico da tarde (17 h às 20 h) de 439 para 532 (+21%).
- O tempo de viagem para automóveis baixou em 2 minutos.
- A média de ganho para os passageiros ao longo de todo o dia foi de 3,8 minutos por viagem.
- No pior horário de pico, das 18 h às 19 h, o tempo de percurso no sentido centro-bairro foi reduzido de 26,5 para 16,5 minutos, no trecho de 2,7 quilômetros onde foi implantado o comboio. A velocidade passava de 6,11 para 9,82 km/hora com ganho de 60%.
- Em alguns trechos e horários este ganho porcentual foi maior. O Grupo D, por exemplo, que teve seu itinerário reduzido, teve um aumento médio de velocidade de 3,5 para 12 km por hora (240%). No trecho inicial, desde a estação ordenadora até o ponto crítico no Largo da Concórdia, a velocidade aumentou de 3,4 para 7 km/h, num ganho de 100%.

6.3 - Estimativa dos Benefícios

Além do conforto dos passageiros e motoristas, podem ser quantificados os seguintes benefícios: a economia de 3,8 minutos por viagem, com uma frequência média de 450 ônibus em 15 horas diárias e uma ocupação média (para todo o dia) de 32 passageiros, com o equivalente a 300 dias por ano, resultando em 4,1 milhões de horas anuais economizadas nas viagens de passageiros.

Para a operação de ônibus, só houve economia fora do pico, pois no horário de pico (6 h às 9 h e 16 h às 20 h); como há excesso de demanda, não se reduz o número de ônibus em circulação, mas se aumenta a frequência.

No período fora de pico, a economia média foi de 2,3 minutos/viagem o que resulta, nestas 8 horas (9 h às 16 h e 20 h às 21 h), num benefício anual de 41 mil horas de operação de ônibus economizadas.

Estas 41 mil horas de operação representam uma economia anual de cerca de 400 mil litros de óleo diesel.

No período de pico, o aumento da velocidade permitiu um aumento de 10% na frequência de ônibus, o que permitiu baixar a ocupação média dos ônibus cerca de 9%, representando um ganho de conforto para o usuário. Uma forma de quantificar este conforto é avaliar a frota que teria de ser comprada para obter este aumento de frequência, mantidas as condições anteriores: cerca de 75 ônibus.

No horário de pico de demanda, das 18 h às 19 h, a ocupação baixou de 66 para 60 passageiros por veículo.

Este aumento de frequência resultou também numa diminuição do tempo de espera média dos passageiros e do horário de pico, que passou de 7 para 6,4 minutos e num benefício de 0,6 minutos por passageiro, ou ainda, em 450 mil horas de espera a menos por ano.

6.4 - Quantificação em Cruzeiros

Admitimos como base os seguintes valores unitários:
(janeiro/76)

Custo da hora do passageiro	Cr\$	9,00
Custo da hora de operação de ônibus	Cr\$	150,00
Custo amortizado anual de investimento de 1 (um) ônibus	Cr\$	200.000,00

Com estes valores elaboramos o seguinte quadro-resumo:

COMONOR II BENEFÍCIOS QUANTIFICÁVEIS

ITEM	Unidades	Cr\$ (milhões)
Horas Passageiros	4,55 milhões	41
Horas Operação Ônibus	41 mil	6
Investimento Ônibus	75 ônibus	15
Óleo Diesel	400 mil litros	já incluso em horas de operação
Total		62

6.5 - Relação Custo/Benefício

Considerando que o Comonor Rangel Pestana teve um custo total de projeto, treinamento e operação de Cr\$ 4,8 milhões e implica num custo anual de operação e manutenção de cerca de Cr\$ 1,5 milhões, o tempo de retorno do investimento é de cerca de **1 mês**.

7

perspectivas

7.1 - ANÁLISE DOS RESULTADOS EM FUNÇÃO DAS EXPECTATIVAS

Em condições ideais de operação no período de pico, o tempo de percurso dos ônibus, sem congestionamentos, deveria ser medido nos 2.700 metros no sentido bairro-centro; composto das seguintes parcelas:

- tempo de percurso livre — a 40 km/h teríamos:

$$t_i = \frac{2,7}{40} = 0,0675 \text{ hora ou } \underline{4 \text{ minutos}}$$

- tempo de parada nos pontos — são 6 pontos (5 do Comonor e um comum).

Seria de se esperar um tempo de 16 segundos em cada ponto, só na aceleração e desaceleração, e no abrir e fechar as portas, além de 2 segundos por passageiros embarcando. Como sobem, em média, 27 passageiros por ônibus em todo o trecho teríamos 4,5 passageiros por ponto, num total de 25 segundos parado em cada ponto.

Mas como os ônibus não têm todos o mesmo tempo de espera, e devem esperar o da frente para embarcar, acrescentamos mais 9 segundos por ponto, como espera adicional, obtendo 34 segundos por ônibus.

Além disso, os comboios não têm regularidade absoluta de frequência e principalmente de tempo de embarque. Eventualmente um comboio chega ao ponto antes que o comboio anterior tenha saído. Isto provoca um atraso adicional de 22 segundos por comboio.

Em 6 pontos teríamos: $t_p = (22 + 34) \times 6 = 336 \text{ seg} = 5,6 \text{ minutos}$.

- tempo nos semáforos — temos no trecho, 17 semáforos coordenados, computando-se atrasos médios esperados e acrescentando ao tempo de percurso um tempo de cerca de $t_s = 2,5 \text{ minutos}$
- estação ordenadora — devido às frequências por estação, ligeiramente inferiores e às exigências maiores de se obter um comboio completo, o tempo de espera é estimado em cerca de 30 segundos por ônibus.

$$t_o = 0,5 \text{ minutos}$$

Resumo	Tempo Gasto (minutos)
Percurso Livre	4
Paradas nos Pontos	5,6
Semáforos	2,5
Estações Ordenadoras	0,5
Total	12,6

Comparando-se este tempo (12,6 minutos) ao tempo realmente gasto, de 16,5 min., verificamos um acréscimo de 3,9 minutos, ou seja, 31% a mais que o esperado.

Esta diferença pode ser explicada pelo ponto do Largo da Concórdia, onde não foi possível acabar com o congestionamento, por completo, no horário de pico. Alguns ônibus chegam a permanecer parados por cerca de 90 segundos neste ponto, tempo suficiente para que se acumule mais de um comboio na fila de espera. Verificou-se, neste horário, que a fila variou, para as duas faixas exclusivas, de 0 a 200 metros, observando-se, nesse horário, 18 ônibus, em média, na fila entre plataforma e calçada. Isto é suficiente para provocar um atraso suplementar de 2,5 minutos. Elevando assim, a 15,1 minutos o tempo total "teórico", já praticamente muito próximo do tempo real medido no horário. Outra série de pequenas irregularidades justificam a diferença restante (1,4 minutos).

7.2 - Melhorias Possíveis

O projeto poderia ser ainda futuramente melhorado, por algumas medidas suplementares, como:

- obtenção de maior regularidade na saída dos ônibus do Terminal D. Pedro.
melhora do tempo previsto = 30 segundos;
- semáforos atuados por ônibus; e
melhoria prevista = 50 segundos.

- aumento do número de pontos (1 ponto a mais, próximo ao Largo da Concórdia.)

melhora de tempo prevista (no pico) = + 90 segundos

fora de pico = - 30 segundos

Estas 3 medidas poderiam reduzir em cerca de 3 minutos o tempo de percurso, obtendo-se 13 minutos como limite mínimo de tempo. Como passamos de 26,5 minutos para 16,5, podemos dizer que a solução hoje implantada produziu, no horário de pico, 74% da eficiência máxima, obtida caso optássemos por uma solução mais sofisticada.

7.3 - Próximas Etapas

As seguintes melhorias poderão ser implantadas no sistema COMONOR:

- O COMONOR I (9 de Julho) terá sua estação ordenadora automatizada, com a colocação de detectores de chegada e saída de ônibus e uma máquina controladora com tabela de decisões em função do últimos ônibus solto e dos ônibus nas filas (A, B, C).
- O COMONOR II (Celso Garcia) terá uma estação intercaladora, logo após a estação ordenadora.
- A médio prazo, a estação de ordenação e intercalação poderá ser automática como a do COMONOR I.
- Os semáforos junto aos pontos de embarque mais crítico poderão ser atuados pelo comboios de ônibus.

Ficha Editorial

Eng.º JOSÉ SEISHUN HANASHIRO — Superintendente de Projetos Especiais;
Eng.º GILBERTO MONTEIRO LEHFELD — Assistência da Superintendência de
Projetos Especiais-Revisão Técnica; CLAUDIO DE OLIVEIRA LEITE — Produção
Editorial; MARIA LUÍSA TROVATO — Copy-Desk/Revisão; LINOART — Com-
posição; KEY — Fotolitos; MARPRINT — Impressão; JOSÉ DOMINGOS
BRITO — Distribuição.

