

boletim técnico nº35



Cidade de São Paulo

SECRETARIA MUNICIPAL DE TRANSPORTES SMT

Análise e dimensionamento da oferta de transportes por ônibus • Metodologia

**Análise e dimensionamento
da oferta de transporte por
ônibus - Metodologia**

FICHA CATALOGRÁFICA

Walendy de Freitas, Lucia Helena - 1957

Análise e dimensionamento da oferta de transporte por
ônibus - metodologia

Companhia de Engenharia de Tráfego - Dezembro 85
72 p. I. (série Boletim Técnico da CET n.º 35)

1. Metodologia Desenvolvida. 2. Aplicação Prática. 3. Con-
ceitos Teóricos Básicos.

I. Título. II. Série.

Anexos de Conceitos Teóricos Básicos 1 e 2 elaborados
por:

Prof. Dr. Ion de Freitas

Colaboração das equipes das gerências de:

- Transportes Urbanos - TRU
- Desenvolvimento de Produtos de Sinalização - DPS
- Segurança e Normatização Técnica - SNT

**Análise e dimensionamento da
oferta de transporte por ônibus
- metodologia**

Eng.ª Lucia Helena Walendy de Freitas

Companhia de Engenharia de Tráfego

**Publicação da
Companhia de Engenharia de Tráfego**

Presidente
Prof. Dr. ION DE FREITAS

Diretor de Desenvolvimento e Planejamento
RENATO NETTO CARDOSO

Diretor Técnico
Arq. JOSÉ IGNÁCIO S. DE ALMEIDA

Diretor Administrativo e Financeiro
Bel. ANTONIO FUNARI FILHO

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

A série Boletim Técnico tem o objetivo de divulgar projetos, estudos e experiências da Companhia de Engenharia de Tráfego — CET, nas áreas de Trânsito e Transportes.

Esta divulgação permite, à comunidade técnica, o acesso à informação sobre os trabalhos realizados em São Paulo, contribuindo para a democratização do conhecimento e o seu consequente aprimoramento, através de análises críticas. Por estes motivos e dada a carência da bibliografia especializada em língua portuguesa, o Boletim Técnico tem desempenhado um papel importante na formação de técnicos do País, permitindo a consolidação de um conhecimento baseado na experiência brasileira.

A Secretaria Municipal de Transportes — SMT, através da Companhia de Engenharia de Tráfego — CET, edita o presente Boletim Técnico, sobre análise e dimensionamento de transporte por ônibus, em face da importância do assunto tratado e do grande interesse despertado entre os técnicos.

Getúlio Hanashiro
Secretaria Municipal de Transportes

Apresentação

O transporte coletivo, e mais especificamente o transporte por ônibus, é o meio de deslocamento mais importante para os habitantes das cidades de todo o mundo. No caso brasileiro, estima-se que o ônibus seja responsável por cerca de 60% a 70% dos deslocamentos diários mecanizados nas cidades de porte médio ou grande.

Na cidade de São Paulo, especificamente, há cerca de 9000 ônibus circulando em 688 linhas, atendendo a 6 milhões de viagens por dia, que correspondem a 45% dos deslocamentos (há mais de 2,6 milhões de viagens atendidas por trem, metrô e táxis). Nas regiões metropolitanas brasileiras (à exceção de São Paulo-Rio) esta participação é de cerca de 70%.

O ônibus é, portanto, o transporte público universal, justificando um tratamento cuidadoso por parte do poder público, no sentido da compatibilização entre demanda e oferta, dentro de níveis de serviço adequados ao usuário.

No entanto, apesar da sua importância, o serviço de ônibus não vem sendo tratado neste sentido apontado, da análise criteriosa da oferta, para um bom serviço ao usuário. Normalmente, a oferta é determinada apenas pela experiência dos operadores (o que não significa necessariamente um serviço adequado), ou pelo jogo frio do mercado, em que o operador oferta o serviço que lhe garante um retorno mínimo pré-estabelecido, sem maiores considerações com as necessidades dos usuários, devido à precariedade da fiscalização.

As razões desta situação são muitas e ocorrem frequentemente combinadas entre si; variam também de cidade para cidade, e às vezes dentro de uma mesma cidade, em espaços curtos de tempo, frente às pressões em jogo.

Assim, verifica-se por exemplo que o serviço é insatisfatório, apenas porque não existe um conhecimento detalhado das características da demanda. Outras vezes, é porque o operador (ou seus comandados) não têm um conhecimento adequado dos problemas operacionais do funcionamento do serviço de ônibus. Em outras situações, é porque todo o sistema é operado numa cadeia de decisões subjetivas, baseadas na tradição e que, apesar da proximidade inegável com a realidade do dia-a-dia, não são suficientes para compensar toda a complexidade do problema, todas as características dinâmicas da oferta.

Por todos os motivos apontados, o serviço de ônibus no Brasil, salvo algumas exceções localizadas, é precário, traduzindo-se, ao nível do usuário, em lotações excessivas, grandes esperas e falta de confiabilidade. Ao nível dos investimentos é um modo de transporte relegado a segundo plano e, ao nível operacional, é considerado de forma não profissional, ou seja, recebe um tratamento baseado apenas na "experiência" dos operadores, sendo qualquer procedimento metodológico mais sofisticado classificado como "exagero dispensável".

O objetivo deste trabalho é o de suprir esta lacuna apontada acima, referente ao método de dimensionamento do serviço de ônibus, por meio da definição de metodologia completa e facilmente utilizável pelos técnicos. Parte-se do princípio de que esta metodologia não é um "exagero", mas é absolutamente imprescindível para elevar o nível de tratamento dos serviços de ônibus.

Tendo em vista esses aspectos, a CET vem desenvolvendo para a Secretaria Municipal de Transportes, desde 1983, uma metodologia que atende os requisitos necessários ao controle e gerenciamento do sistema pois, além de retratar com agilidade o nível dos serviços ofereci-

dos e calcular seus custos, fornece também alternativas de projeto operacional e respectivos custos, de forma a proporcionar ao órgão competente um amplo universo de seleção e escolha de propostas de melhoria dos serviços.

O processo é voltado ao uso de computadores, permitindo desta forma que se responda rapidamente às solicitações com base numa abordagem rica em informações e conclusões.

Em São Paulo, o método foi aplicado para cerca de 500 linhas particulares, do sistema de ônibus urbano, conseguindo-se deste modo detectar os problemas existentes nas linhas, nas empresas e no sistema. Foram executadas também doze alternativas de projetos, de forma a obter-se um maior número de soluções e correlacionar-se essas alternativas com o custo operacional por passageiro transportado.

Das doze alternativas de projeto detalhou-se duas propostas de melhorias de oferta e computou-se por linha, empresa e sistema os acréscimos de custo e frota necessários.

Formulou-se também uma metodologia específica de controle e acompanhamento dos níveis e dos custos da oferta de transporte na eventualidade da implantação de uma câmara de compensação tarifária. Para todas as linhas foram calculados os custos dos serviços ofertados, os custos das alternativas de projeto, e os valores dos repasses necessários por empresa.

Finalmente, levando-se em conta os resultados da aplicação prática da metodologia desenvolvida, pode-se afirmar que ela faculta ao administrador um retrato fiel da realidade e algumas alternativas de projeto para melhor embasar as tomadas de decisão nas ações de implantação e acompanhamento de uma política de transportes, que tenha como preocupação básica o nível e o custo dos serviços ofertados aos usuários de ônibus.

Ion de Freitas

Sumário

1. Metodologia Desenvolvida
2. Complementação dos Conceitos Teóricos Básicos
 - 2.1. Definições complementares à caracterização da demanda de passageiros
 - 2.2. Definições complementares à oferta de transporte
 - 2.3. Definições sobre caracterização dos períodos típicos
3. Complementação ao Referencial de Qualidade de Serviço
 - 3.1. Oferta mínima no período
4. Método de caracterização dos períodos típicos de demanda constante
 - 4.1. Alizamento da demanda temporal de passageiros
 - 4.2. Caracterização da demanda de passageiros
 - 4.3. Definição do modelo de caracterização dos períodos típicos
5. Análise do serviço ofertado
6. Dimensionamento da oferta
7. Repercussão nos custos e na frota
8. Método de controle e acompanhamento da câmara de compensação tarifária
9. Aplicação prática da metodologia
 - 9.1. Análise do nível e dos custos do serviço ofertado
 - 9.2. Alternativas de projeto operacional
 - 9.3. Repercussão dos projetos na frota e nos custos de operação
 - 9.3.1. Repercussão na frota
 - 9.3.2. Repercussão nos custos

1. METODOLOGIA DESENVOLVIDA

A metodologia desenvolvida fundamenta-se em conceitos teóricos básicos, relativos à caracterização da demanda de passageiros, à análise, dimensionamento e custos da oferta de transporte. Esses conceitos constam no Anexo 1 e um exemplo prático de análise, dimensionamento e custo da oferta de transporte por processo manual pode ser visto no Anexo 2.

Conforme pode ser visto no anexo de conceitos teóricos básicos, inicialmente é necessário caracterizar a demanda de passageiros, com o objetivo de identificar os períodos típicos, comparando-se em seguida, a ocupação crítica ofertada por período com o referencial de qualidade de serviço (ocupação). Em função dos resultados dessa análise, procede-se ao dimensionamento da oferta, e finalmente calcula-se os impactos nos custos operacionais.

Os mesmos princípios são aplicados no modelo exposto neste capítulo, porém foram desenvolvidos alguns parâmetros e procedimentos complementares, para tornar possível o uso de computadores e suprir desta forma as dificuldades geradas pelo caráter dinâmico do sistema de transporte por ônibus.

Os parâmetros complementares definidos são relativos ao referencial de qualidade de serviço, à caracterização da demanda de passageiros, à oferta de transporte e à caracterização de períodos típicos.

Os procedimentos complementares referem-se aos modelos desenvolvidos para obtenção de períodos típicos e para o dimensionamento da oferta; para a análise do serviço ofertado, o método propõe ainda a comparação dos parâmetros de oferta com o referencial desenvolvido de tempo de espera do usuário no ponto (oferta mínima), além do referencial de ocupação exposto no Anexo 1.

Tendo-se em mãos esse conjunto de definições e procedimentos, foi possível elaborar os sistemas de análise e dimensionamento e de custos, que se fundamentam nos arquivos de dados dos sistemas de catracas, ocupação e cadastro.

O sistema de catracas fornece dados relativos à demanda temporal de passageiros e oferta por dia, linha e sentido de operação, a seguir relacionados:

- número de viagens;
- frota de veículos;
- intervalo entre viagens subsequentes;
- tempo de percurso;
- tempo de terminal;
- passageiros transportados por viagem;
- fluxo de passageiros por viagem.

O sistema de ocupação fornece os seguintes dados relativos à demanda espacial de passageiros:

- passageiros que embarcam e desembarcam por ponto de parada;
- ocupação ao longo da viagem;
- passageiros transportados na viagem;
- ocupação crítica na viagem;
- índice de renovação.

O sistema de cadastro fornece os seguintes dados físicos da linha:

- nome da linha;
- extensão;
- nome e código dos pontos terminais.

Em função dos dados expostos, o sistema de análise e dimensionamento gera os seguintes produtos:

- períodos típicos de demanda constante;
- análise do nível de serviço na condição da oferta existente;
- dimensionamento das alternativas de projeto;
- programação das alternativas de projeto.

O sistema de custos gera os seguintes produtos:

- custo por passageiro transportado na condição da oferta existente;
- custos por passageiro transportado das alternativas de projeto por linha, empresa e para o sistema;
- valor das importâncias de repasse na câmara de compensação para as alternativas de projeto.

A figura 1 esquematiza as fases de processamento.

FIGURA 1



Serão apresentadas nos capítulos seguintes as definições complementares à teoria, as definições sobre o referencial de qualidade de serviço e sobre os métodos de: a) obtenção dos períodos típicos de demanda constante; b) análise do serviço oferecido e identificação dos problemas; c) dimensionamento da oferta; d) análise e repercussão nos custos e na frota; e) o método de controle e acompanhamento da câmara de compensação tarifária.

2. COMPLEMENTAÇÃO DOS CONCEITOS TEÓRICOS BÁSICOS

A teoria sobre análise e dimensionamento da oferta de transporte, exposta no Anexo 1, é abrangente e capaz de propor soluções para a maioria dos problemas referentes à relação entre demanda de passageiros e oferta.

Exige apenas que o projetista tenha sensibilidade suficiente para interpretar as características de cada linha e região, e selecionar adequadamente os níveis de serviço de projeto ao longo do dia. No entanto o tempo requerido para processamento manual, como é o caso de São Paulo, evidenciou a necessidade de adoção de processos mais ágeis, totalmente mecanizados e que levassem em conta as características da demanda de passageiros específicas de cada linha.

O presente trabalho exprime então os primeiros resultados desse estudo, sendo que outras considerações já estão sendo testadas com o objetivo de evoluir o processo.

Deste modo, serão apresentadas a seguir de forma sucinta as definições complementares à teoria, que foram desenvolvidas para atender às necessidades aqui expostas.

2.1. Definições complementares à caracterização da demanda de passageiros

- Fluxo de ocupação da viagem — é a relação entre o fluxo de passageiros da viagem e seu índice de renovação

$$\phi k_i = \frac{\phi v_i}{k_i} \text{ [pass/min]} \quad \text{equação I}$$

ϕk_i = fluxo de ocupação da viagem "i"

ϕv_i = fluxo da viagem "i"

k_i = índice de renovação da viagem "i"

Por outro lado se analisarmos as equações 1 e 3 do anexo obteremos a equação II.

$$\phi k_i = \frac{\Omega c_i}{h_i} \text{ [pass/min]} \quad \text{equação II}$$

onde:

Ωc_i = ocupação crítica da viagem "i"

h_i = intervalo da viagem "i"

Esse parâmetro expressa o fluxo de passageiros medido no trecho crítico da viagem, representando simultaneamente as características das flutuações temporal e espacial, de interesse à análise e ao dimensionamento da oferta.

- Fluxo de ocupação da viagem média ou fluxo de ocupação médio — é a relação entre o fluxo de passageiros e o índice de renovação da viagem média de um período típico.

O fluxo de ocupação médio representa, além das considerações expostas na definição anterior, as características constantes da demanda de passageiros do período típico.

$$\phi k_i = \frac{\phi v_i}{k_i} \text{ [pass/min]} \quad \text{equação III}$$

$\emptyset k_j$ = fluxo de ocupação da viagem média do período típico "j"
 $\emptyset v_j$ = fluxo de passageiros da viagem média do período típico "j"
 k_j = índice de renovação da viagem média do período típico "j"

- Fluxo de ocupação relativo — é a relação entre os fluxos de ocupação médio de um período típico "j" qualquer e o fluxo de ocupação médio do período que apresentar o máximo fluxo.

$$M_j = \frac{\emptyset k_j}{\emptyset k_{\max}} \quad \text{equação IV}$$

onde:

$\emptyset k_j$ = fluxo de ocupação médio do período "j"
 $\emptyset k_{\max}$ = fluxo de ocupação máximo do período
 M_j = fluxo de ocupação relativo do período "j"

2.2. Definições complementares à oferta de transporte

O melhor entendimento das definições relativas à oferta requer que se mencione a definição de intervalo da viagem.

- Intervalo da viagem — é o tempo transcorrido entre duas viagens subseqüentes

$$h_i = H_j - H_{(j-1)} \quad \text{equação V}$$

h_i = intervalo da viagem "i"

H = horário de partida do terminal

- Intervalo relativo — é a relação entre os intervalos de duas viagens quaisquer

$$Y_i = \frac{h_i}{h_k} \quad \text{equação VI}$$

- Intervalo relativo da viagem média do período típico — é a relação entre o intervalo da viagem média de um período típico qualquer de um dia, e o mínimo intervalo da viagem média de um período típico do mesmo dia.

2.3. Definições sobre a caracterização dos períodos típicos

- Período de pico — é o período típico de um dia, que apresentar o maior fluxo de ocupação médio.
- Períodos de entre-picos (1) — são períodos típicos, que em geral ocorrem entre os horários das 09:00 e 15:00hs, e são caracterizados por apresentarem um fluxo de ocupação relativo entre 0,20 e 0,50.
- Períodos de pré e pós pico (1) — são períodos típicos que ocorrem respectivamente antes e após o pico, e em geral apresentam fluxo de ocupação relativo entre 0,51 e 0,99.
- Períodos de fora de pico (1) — são períodos típicos, que em geral ocorrem à noite ou de madrugada, e são caracterizados por apresentarem um fluxo de ocupação relativo menor que 0,10.

(1) As definições de períodos de pré, pós, entre e fora de pico são considerações genéricas, decorrentes do estudo das linhas da cidade de São Paulo e referem-se ao comportamento de uma parcela significativa dessas linhas.

3. COMPLEMENTAÇÃO AO REFERENCIAL DE QUALIDADE DE SERVIÇO

A análise e o dimensionamento de linhas de ônibus estão baseados nos conceitos de nível de ocupação e também de oferta mínima, este expresso através do intervalo máximo. Estes dois conceitos são considerados no presente estágio, como os melhores indicadores do nível do serviço oferecido.

3.1. Oferta mínima no período

Além do referencial de ocupação exposto no Anexo 1, sentiu-se a necessidade de estabelecer um referencial de oferta mínima por período.

A necessidade de se estabelecer esse referencial surgiu da constatação de que há linhas cuja demanda de passageiros de alguns períodos é tão baixa que estabelecer um nível de ocupação até mesmo igual ao número de assentos, inviabilizaria o projeto, pois acarretaria tempos de espera muito altos.

Com a finalidade de melhor caracterizar esses casos abordou-se em separado os períodos de entre-pico e os de fora de pico.

Assim, inicialmente foi selecionada uma amostra com limite máximo de intervalo, para período de fora de pico, de 40 minutos.

Dessas amostras foram escolhidas as linhas que apresentavam uma oferta satisfatória e analisou-se os procedimentos usados na prática pelos operadores.

Essa amostra envolveu linhas de várias regiões da cidade e chegou-se a uma correlação exponencial seguinte:

para $h_p < 34$ min

$$h(i)_{(max)} = 18,4629 (h_p)^{0,1750} \text{ [min]} \quad (a)$$

onde:

$h(i)_{(max)}$ = intervalo máx. admitido para o período "i"

h_p = intervalo no pico

É importante salientar que essa correlação tende a limitar o intervalo em torno de 30 minutos, a partir de intervalos de pico maiores que 16 min.

E para $h_p \geq 34$ $h(i)_{(max)} = h_p$

Quanto ao entre-pico o procedimento foi análogo, porém partiu-se da premissa de que o intervalo admitido seria de 20 minutos. Verificou-se então, qual o procedimento prático para os pontos no entorno e acima de $h_p = 20$ minutos, e obteve-se a correlação seguinte:

$$\text{Para } h_p \geq 15,00 \text{ min} \quad h(i)_{(max)} = 1,3753 h_p - 0,0058 h_p^2 \text{ [min]} \quad (b)$$

As duas correlações mencionadas foram calculadas a partir de amostras que apresentaram o nível de ocupação no pico variando de 1,50 a 2,00 vezes o número de assentos.

Essas correlações são importantes pois além de permitir a mecanização do processo de dimensionamento orientam o projetista na análise e no dimensionamento manual de linhas cuja demanda de passageiros é muito baixa.

As tabelas 1 e 2 apresentam os intervalos máximos admitidos para os períodos de fora de pico e de entre-picos respectivamente.

Essas tabelas são decorrentes das equações (a) e (b) e facilitam no processo de análise de oferta.

Tabelas de Intervalo no Pico X Intervalo Máximo no Período.

TABELA 1

PERÍODOS DE FORA DE PICO								
OCUPAÇÃO NO PICO NO MÁXIMO NÍVEL "E"								
hp	1	3	5	7	11	16	23	33
h(i) máx.	18,5	22,4	24,5	26,0	28,1	30,0	32,0	34,0

TABELA 2

PERÍODOS DE ENTRE PICO										
OCUPAÇÃO NO PICO NO MÁXIMO NÍVEL "E"										
hp	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
h(i) máx.	21,3	23,8	26,4	28,9	31,4	33,9	36,3	38,7	41,1	43,5

4. MÉTODO DE CARACTERIZAÇÃO DOS PERÍODOS TÍPICOS DE DEMANDA CONSTANTE

Com o objetivo de se proceder à análise e ao dimensionamento, conforme já dito, é necessário caracterizar a demanda de passageiros por linha e por sentido de operação. O produto dessa caracterização é definido pelos períodos típicos de demanda constante.

A importância da caracterização dos períodos típicos, decorre do fato de que há variações de demanda sensíveis, que não correspondem necessariamente às horas inteiras do dia, ou mesmo podem haver períodos que englobem mais de uma hora. Conhecida a demanda pode-se dimensionar a oferta adequada a cada período.

O método desenvolvido para obtenção dos períodos típicos de demanda constante apresenta seqüência de cálculo que, além de eliminar o caráter subjetivo que cada projetista pode dar, é orientado ao uso de computador, agilizando assim as informações.

A calibração do modelo exigiu que se testasse o comportamento da demanda de várias linhas que variam entre si quanto à área de operação e a intensidade da demanda de passageiros.

Além disso, o modelo foi desenvolvido levando-se em conta o efeito combinado entre as flutuações temporal e espacial, isto é, analisando-se a variação do fluxo de ocupação ao longo do dia.

A obtenção dos períodos típicos requer que seja dado um tratamento nos dados de demanda de passageiros de forma a minimizar o efeito negativo que as variações abruptas de oferta podem produzir na demanda e deste modo mascarar os fluxos de passageiros reais. Esse processo corresponde ao alizamento da demanda.

4.1. Alizamento da demanda temporal de passageiros

O alizamento da demanda consiste em, inicialmente, detectar os períodos de um sentido de operação em que ocorrem distorções no número de passageiros transportados na viagem, devido variações abruptas na frequência de oferta.

O reconhecimento desses períodos é feito aplicando-se o conceito de intervalo relativo.

$$\text{sendo } Y_i = \frac{H_i - H_{(i-1)}}{H_{(i+1)} - H_i} = \frac{h_i}{h_{(i+1)}}$$

onde

Y_i = intervalo relativo entre viagens subseqüentes

H = horário de saída da viagem no terminal

h = intervalo entre viagens subseqüentes

Foram determinados valores práticos de Y_i que determinam os períodos em que ocorrem essas distorções.

Pode haver o caso de "n" sucessivas viagens em que se verifique as distorções; neste caso (inclusive quando $n = 2$), calcula-se o fluxo médio entre as viagens.

$$\emptyset_{1,n} = \frac{Pv_1 + Pv_2 + \dots + Pv_i + \dots + Pv_n}{h_1 + h_2 + \dots + h_i + \dots + h_n}$$

onde

$\emptyset_{1,n}$ = fluxo médio das viagens

Pv_i = passageiros da viagem "i"

h_i = intervalo da viagem "i"

A aplicação dessas fórmulas decorre do fato de que quando há irregularidade de oferta, as viagens que atrasam produzem a demanda reprimida, e esses passageiros tendem a se concentrar nas viagens seguintes produzindo vales e picos fictícios no gráfico de fluxo.

4.2. Caracterização da demanda de passageiros

Após o alizamento divide-se, por sentido, o período de operação em "m" períodos iguais e de tamanhos suficientes para que os fluxos calculados sejam representativos dos períodos.

A variação do fluxo assim concebida caracteriza a flutuação da demanda de passageiros ao longo do dia; porém, simultaneamente a essa variação, ocorre a flutuação ao longo da viagem.

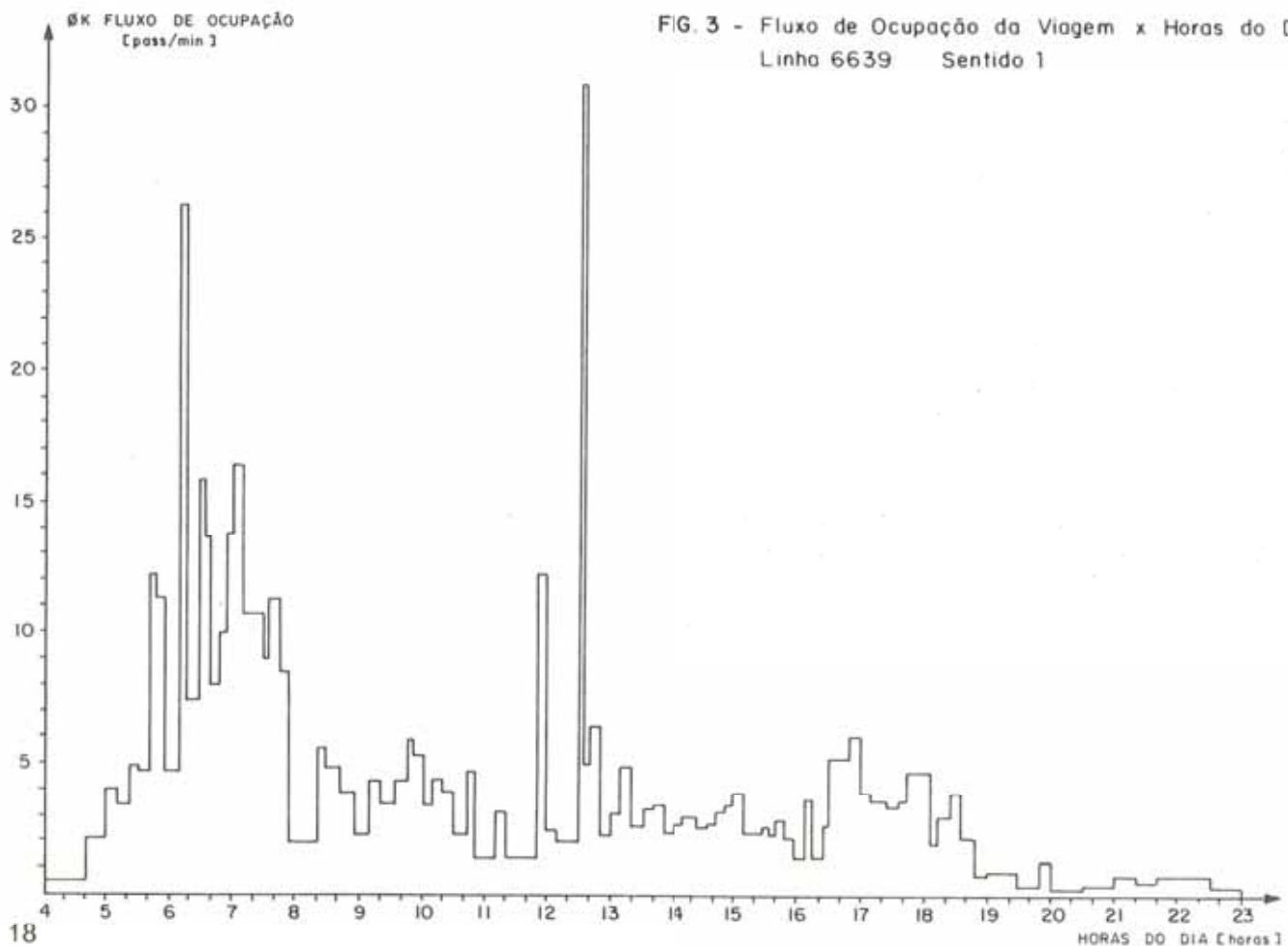
Essa questão é resolvida quando se calcula o fluxo de ocupação médio para cada um dos "m" períodos, que representa o efeito simultâneo das duas variações.

A figura 2 apresenta a seqüência de procedimentos e os programas que a executam.

FIGURA 2

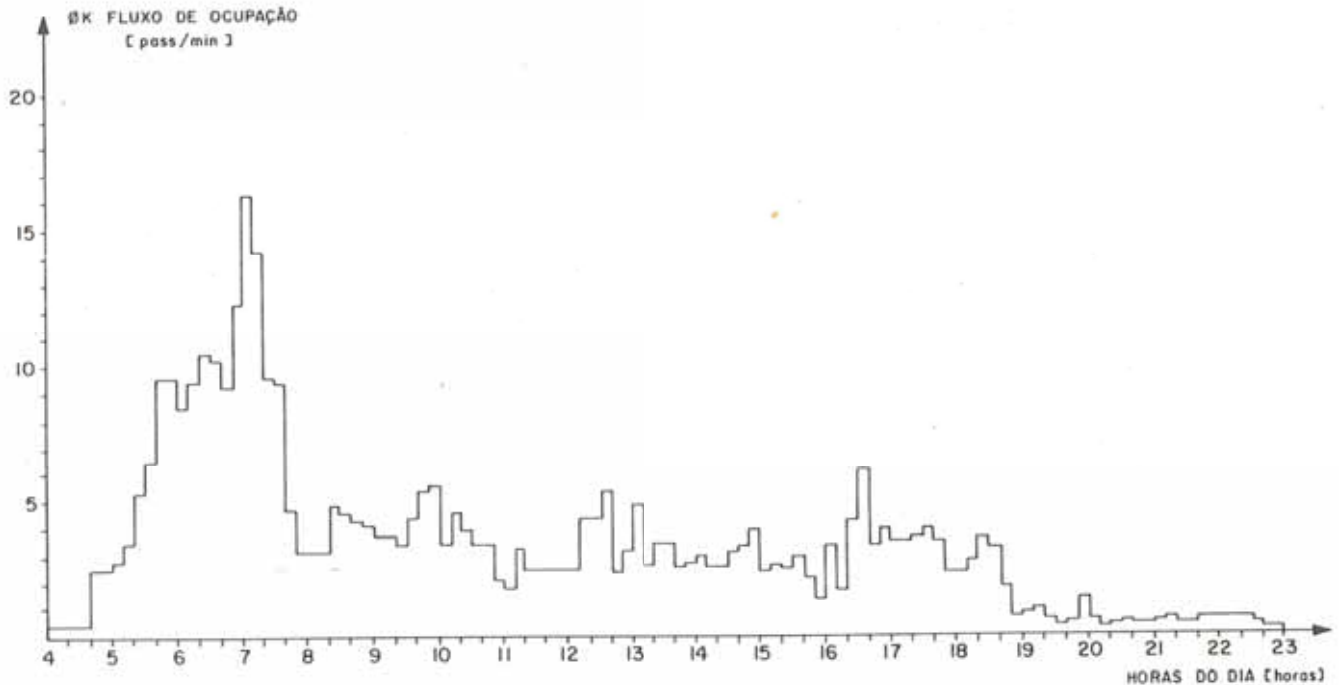


A figura 3 apresenta um exemplo da variação do fluxo de ocupação da viagem, ao longo do dia para o sentido bairro-centro de uma linha.



A figura 4 apresenta para a mesma linha a variação do fluxo de ocupação após o alizamento.

FIG. 4 - Fluxo de Ocupação x Horas do Dia
Linha 6639 Sentido 1



A figura 4A mostra parte da listagem do fluxo de ocupação representado no gráfico da figura 4.

FIGURA 4A

C.E.T. - COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRAFEGO

VARIACAO DO FLUXO DE OCUPACAO AO LONGO DO DIA

LINHA : 6639 SENTIDO DE OPERACAO : 1 DATA PESQ : 19/09/83

HORARIO	FK	HORARIO	FK	HORARIO	FK	HORARIO	FK
03:50	0.43	06:00	10.00	08:10	3.17	10:20	4.54
04:00	0.43	06:10	8.52	08:20	3.17	10:30	3.95
04:10	0.43	06:20	9.35	08:30	4.88	10:40	3.39
04:20	0.43	06:30	10.50	08:40	4.65	10:50	3.39
04:30	0.43	06:40	10.37	08:50	4.21	11:00	2.03
04:40	0.43	06:50	9.20	09:00	4.02	11:10	1.88
04:50	2.82	07:00	12.38	09:10	3.07	11:20	3.20
05:00	2.82	07:10	16.74	09:20	3.07	11:30	2.53
05:10	2.89	07:20	14.57	09:30	3.35	11:40	2.53
05:20	3.51	07:30	9.62	09:40	4.25	11:50	2.53
05:30	5.03	07:40	9.55	09:50	5.35	12:00	2.53
05:40	6.70	07:50	4.72	10:00	5.48	12:10	2.53
05:50	6.70	08:00	3.17	10:10	3.41	12:20	4.20

4.3. Definição do modelo de caracterização dos períodos típicos

O período típico é obtido pela análise e agregação de pequenos intervalos uniformes e subsequentes cujas características da demanda podem ser consideradas constantes por oscilarem dentro de limites pré-estabelecidos.

Os limites foram modelados segundo dois critérios básicos: um em função dos níveis de ocupação máximo e mínimo e outro em função dos limites máximo e mínimo de intervalo entre viagens.

No primeiro caso os limites são:

$$\varnothing_{kmin.} = \frac{\Omega_{min}}{\Omega_{médio}} \times \varnothing_{kmédio}$$

$$\varnothing_{Kmax.} = \frac{\Omega_{max}}{\Omega_{médio}} \times \varnothing_{Kmédio}$$

onde

\varnothing_k = fluxo médio de ocupação [pass/min]

Ω = ocupação crítica na viagem [pass/v]

No segundo caso é necessário calcular-se a diferença padrão expressa pela seguinte equação:

$$\Delta p = \frac{x}{(x + 1)(x - 1)}$$

onde

Δp = diferença padrão (pass/min)

x = denominador da fração do intervalo acima ou abaixo do intervalo médio admitido no período (min)

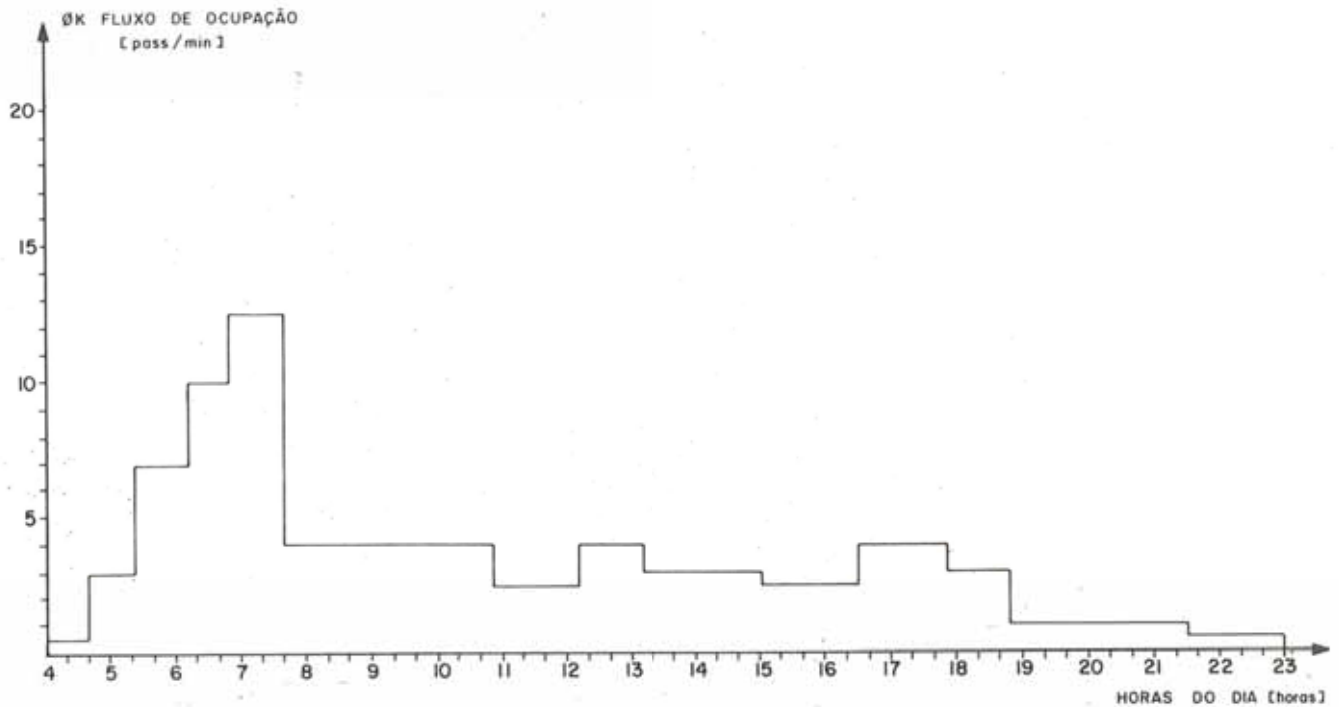
E os limites são:

$$\varnothing_{kmin} = \varnothing_{Kmédio} \times (1 - \Delta p)$$

$$\varnothing_{kmax} = \varnothing_{Kmédio} \times (1 + \Delta p)$$

A figura 5 mostra os períodos típicos obtidos pelo processo que limita os intervalos, da mesma linha das figuras 3, 4 e 4A.

FIG. 5 - Períodos Típicos de Demanda Constante
Linha 6639 Sentido 1



5. ANÁLISE DO SERVIÇO OFERTADO

Após a caracterização dos períodos típicos de demanda constante, procede-se à análise do serviço oferecido.

Essa análise é feita comparando-se, por período típico, a ocupação e o intervalo ofertados por período, com os níveis de referência de ocupação e de intervalos máximos admitidos entre viagens, para cada situação.

Essa análise é importante pois evidencia os problemas que ocorrem, relativos à ocupação e tempo de espera no ponto, e os respectivos horários críticos podem ser identificados com exatidão de minutos. Essa fase é extremamente importante na tomada de decisões, pois antes de qualquer projeto é necessário ter-se em mãos um retrato fiel da situação real.

A figura 6 apresenta para o sentido de operação bairro-centro, um exemplo de análise da situação atual de uma linha em que são fornecidos por período típico de demanda constante os horários inicial e final, duração em minutos, o número de viagens ofertadas, o intervalo médio entre viagens, o número total de passageiros transportados no período, número médio de passageiros transportados por viagem, a ocupação crítica na viagem, o fluxo de passageiros, o índice de renovação, o fluxo de ocupação relativo.

6. DIMENSIONAMENTO DA OFERTA

A caracterização dos períodos típicos permite que se dimensione a oferta adequada a cada período e que esta varie em função da latitude da demanda.

Para o dimensionamento da oferta foi necessário definir os parâmetros já mencionados no item 3.3. que identificam a flutuação relativa dos períodos típicos ao longo do dia e caracterizam os períodos de pico, entre-pico e fora de pico.

Deste modo cada período recebe um tratamento específico que varia quanto à intensidade de demanda, de forma a estabelecer no pico o maior nível de ocupação e um aumento de intervalo nos períodos de entre-pico e fora de pico.

O dimensionamento da oferta exposto no Anexo 1 calcula o intervalo médio entre viagens, e conseqüentemente o número de viagens por período em função da seleção e escolha da ocupação crítica de projeto.

O método desenvolvido atende a essas premissas, mas define também parâmetros que orientam a escolha desses níveis de ocupação, proporcionando deste modo a mecanização completa do processo.

A partir das características dos períodos típicos, conforme exposto no item sobre definições complementares, o método determina os períodos de pico, entre-pico, pré-pico, pós-pico e fora de pico.

Ao pico o método atribui o nível de ocupação máximo e verifica o tempo de espera máximo admitido. Aos períodos de pré, pós e entre-pico atribui o intervalo máximo e verifica se a ocupação resultante não ultrapassa a máxima admitida. Os períodos de fora de pico são dimensionados a partir do intervalo máximo, pois nesses períodos o fluxo de ocupação é tão baixo que a ocupação crítica será sempre menor que o número de assentos.

A figura 7 apresenta um exemplo de parte do dimensionamento para doze níveis de ocupação no pico.

Esses doze projetos variam entre si quanto ao nível de ocupação no pico e proporcional a este no fora de pico. Neste exemplo podem ser vistos os horários inicial e final de cada período, a análise da situação atual e doze colunas de projeto precedidos por uma letra, que indica qual o nível de ocupação no período de pico. Selecionada a alternativa de projeto pode-se programar a oferta através da emissão de uma tabela de horários de partidas (ver figura 7A).

7. REPERCUSSÃO NOS CUSTOS E NA FROTA

Após o cálculo das alternativas de projeto, procede-se ao cálculo das repercussões destas nos custos operacionais e na frota.

Esses dados, calculados por linha e agregados por empresa, fornecem a curva de variação de custo operacional x nível de ocupação no pico.

A figura 8 apresenta a frota necessária e os custos operacionais das alternativas de projetos e da situação de pesquisa, para um exemplo de duas linhas.

A figura 9 mostra os gráficos de variação de custo operacional por passageiro e o saldo anual por empresa x nível de ocupação no pico.

Figura 6

TRANSERTE URBANOS - NIVEIS - CE - SERVICO

DATA DA PESQUISA - 07/03/85

LINHA - 1070 VIA - EMPRESA -

(SENTIDO R-C)

CARACTERIZACAO DA SITUACAO ATUAL

PERIODO	DURACAO	VIAGENS	INTERVAL	FT PASSAGEIRO	FLUXO	K	FLUXO/K	M
04.45 A 05.40	55	3.67	15.0	238 65	4.32	1.71	2.52	0.17
05.40 A 06.10	30	2.33	12.9	233 121	5.42	1.71	5.51	0.37
06.10 A 06.30	20	2.00	10.0	200 145	14.50	1.71	8.48	0.57
06.30 A 07.40	70	11.00	6.4	1767 161	25.24	1.71	14.76	1.00
07.40 A 09.00	80	8.51	9.4	1209 142	15.11	1.71	8.84	0.51
09.00 A 10.10	70	7.79	9.0	942 121	13.46	1.85	7.28	0.49
10.10 A 12.19	125	5.02	14.3	1321 146	10.24	2.00	5.12	0.25
12.19 A 13.19	50	4.22	14.0	670 159	11.36	2.00	5.68	0.38
13.19 A 14.06	48	2.20	21.8	339 154	7.06	2.00	3.52	0.24
14.06 A 14.49	43	2.82	15.2	413 146	5.60	2.00	4.80	0.33
14.49 A 16.02	74	6.75	11.0	765 112	10.34	1.99	5.20	0.35
16.02 A 17.19	76	5.01	15.2	593 118	7.50	1.65	4.52	0.28
17.19 A 18.00	41	3.75	10.9	614 164	14.08	1.99	7.08	0.52
18.00 A 18.20	20	2.27	8.8	162 71	8.10	1.85	4.29	0.29
18.20 A 19.20	60	6.79	8.8	523 77	6.72	1.85	4.61	0.31
19.20 A 21.11	111	7.93	14.0	235 30	2.12	1.85	1.12	0.06
21.11 A 22.10	59	4.55	11.9	237 48	4.02	1.89	2.12	0.14
22.10 A 25.00	170	5.00	34.0	68 18	0.52	1.85	0.28	0.02

Figura 7

TRANSPORTES URBANOS - NIVEIS DE SERVICIO

LINHA - 671K VIA - 1 EMPRESA - AUTO VIACAO BRASIL LUXO LTCA. DATA DA PESQUISA - 29/09/83

DIMENSIONAMENTO DO NUMERO DE VIAGENS POR NIVEL DE OCUPACAO NO PERIODO DE PICO (SENTIDO B-C)

PERIODO	DIRACAO	VIAGENS	INTERVALO	P1	PASSAGIERS	FLUXO	K	FLUXO/K	M				
04.20 A 04.50	30	1.91	13.7	50	26	19	1.07	1.25	1.24	0.110			
	OMEGA	=	20	24	26	30	31	F1	F2	F3	F4	F5	F6
	PMV	=	27	32	35	41	45	31	33	34	38	38	41
	INTERVALO	=	16.8	19.0	21.5	23.1	24.2	25.6	26.6	27.9	28.0	31.1	33.1
	NUM.VIAG.	=	1.8	1.7	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	0.9
04.50 A 05.20	30	2.64	11.4	150	72	53	6.33	1.35	4.69	1.34			
	OMEGA	=	26	30	42	50	56	63	60	77	82	97	109
	PMV	=	35	40	58	68	76	85	88	104	112	147	169
	INTERVALO	=	5.5	6.2	5.1	10.0	12.0	13.4	14.3	19.0	17.2	20.7	23.9
	NUM.VIAG.	=	5.86	8.5	3.3	2.8	2.5	2.2	2.0	1.8	1.7	1.4	1.3
05.20 A 06.10	50	5.86	8.5	571	57	72	11.42	1.35	8.46	0.70			
	OMEGA	=	32	49	52	61	68	77	85	94	102	110	124
	PMV	=	43	59	70	82	92	104	115	127	138	151	181
	INTERVALO	=	3.9	4.2	5.2	7.2	8.1	10.0	10.0	11.1	12.0	12.0	15.3
	NUM.VIAG.	=	13.1	11.2	8.0	6.4	5.1	5.5	5.0	4.5	4.1	3.6	3.2
06.10 A 07.00	50	7.32	6.1	812	111	161	16.24	1.35	12.03	1.00			
	OMEGA	=	38	52	62	81	81	91	100	111	120	140	184
	PMV	=	51	67	84	100	109	123	135	150	160	190	235
	INTERVALO	=	3.1	3.3	5.1	5.5	6.7	7.5	8.0	9.0	10.0	11.0	13.1
	NUM.VIAG.	=	15.8	14.2	11.5	8.4	7.4	6.6	6.0	5.4	5.0	4.7	5.8
07.00 A 07.40	40	4.47	8.5	462	103	76	11.55	1.25	8.56	0.71			
	OMEGA	=	32	44	52	61	65	77	85	94	102	110	124
	PMV	=	45	57	72	93	93	104	115	127	138	151	181
	INTERVALO	=	3.8	4.2	5.1	7.1	8.0	9.0	9.0	11.0	11.0	13.0	15.7
	NUM.VIAG.	=	10.5	9.5	7.7	5.6	4.0	4.4	4.0	3.0	3.2	2.6	2.5

COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRAFEGO.

PAG = 1

GERENCIA DE TRANSPORTES URBANOS - TRU/TCO.

TABELA DE PROGRAMACAO HORARIA DE PARTIDA DE ONIBUS.

NUMERO DA LINHA: 971R

SENTIDO: B-P

AREA: 01

NOME DA LINHA: ESTACAO JARAGUA - METRO SANTANA.

EMPRESA: BRASIL LUXO L

PESQUISA: 29/09/83

NIVEL DE OCUPACAO NO PICO: E

PARTIDAS.

04:43	04:57	05:08	05:19	05:26	05:33	05:41	05:48	05:55	06:02
06:09	06:15	06:21	06:27	06:33	06:39	06:45	06:51	06:57	07:03
07:10	07:17	07:25	07:32	07:39	07:47	07:57	08:06	08:14	08:22
08:31	08:39	08:47	08:55	09:04	09:13	09:23	09:33	09:44	09:55
10:06	10:17	10:29	10:40	10:51	11:02	11:13	11:25	11:37	11:49
12:01	12:13	12:25	12:37	12:49	13:00	13:12	13:24	13:36	13:47
13:58	14:11	14:24	14:37	14:50	15:03	15:25	15:45	16:03	16:21
16:39	16:57	17:15	17:33	17:51	18:07	18:21	18:35	18:49	19:03
19:17	19:31	19:49	20:11	20:34	20:57	21:20	21:43	22:05	22:30
22:56									

TOTAL DE PARTIDAS: 91

Figura 8

CURVAS DE OPERACAO X NIVEIS DE OCUPACAO

NUME DA EMPRESA - AUTO VIACAO BRASIL LUXO LTDA.

LINHA	EXTENSAO	PASS.ANUAL	NIV.OCUP.	VIAGENS	FROTA	QUIL.ANUAL	PMA ANUAL	TPK	CUSTO
7284	54,	5.166.063	A	212,7	31	2.349.618	78.327	2,27	3.073,25
			B	142,0	25	2.125.128	76.005	2,43	3.111,29
			C	155,5	22	1.723.562	78.344	3,10	3.011,54
			D	130,9	19	1.451.026	76.370	3,56	3.67,73
			E	113,9	16	1.262.578	78.732	4,09	3.84,75
			F	100,6	14	1.114.720	74.637	4,63	5.13,34
			F1	89,7	13	974.310	76.485	5,21	4.711,46
			F2	81,9	12	907.910	75.654	5,64	4.33,31
			F3	75,9	11	819.236	74.476	6,31	3.75,14
			F4	68,3	10	756.972	75.697	6,82	3.61,38
			F5	57,2	9	656.248	72.715	7,87	3.20,75
			F6	52,6	8	582.888	72.861	8,86	2.85,75
			FESQUISA	153,0	17	1.675.852	44.756	3,05	6.68,2
7287	43,0	2.509.353	A	150,7	15	865.154	53.877	3,60	8.63,87
			B	122,7	14	731.870	52.276	3,93	8.18,63
			C	140,1	13	573.646	53.768	4,91	6.46,51
			D	116,4	11	511.714	51.171	5,87	5.00,30
			E	103,4	8	438.144	54.768	6,64	4.73,13
			F	90,5	7	363.702	54.815	7,58	4.14,16
			F1	80,9	7	342.952	48.593	8,48	4.04,48
			F2	74,3	6	314.516	52.486	9,24	3.51,50
			F3	67,7	5	286.860	57.376	11,14	2.78,83
			F4	62,0	5	262.756	52.551	11,17	2.73,13
			F5	54,6	4	231.460	57.865	12,57	2.39,44
			F6	47,5	4	209.544	52.466	13,06	2.34,33
			FESQUISA	170,0	7	721.460	81.051	4,04	5.86,21

Figura 9

CUSTO DE OPERACAO X NIVEL DE OCUPACAO				SALDO ANUAL X NIVEL DE OCUPACAO			
NIV. OCUP.	CUSTO	NIV. OCUP.	CUSTO	N. OCUP.	SALDO ANUAL	N. OCUP.	SALDO ANUAL
A	1.200,74	F4	31.175	A	47.059.542.000	F1	4.815.127.915,00
B	1.114,73	F3	42.212	B	40.414.754.754,00	F2	4.875.428.525,00
C	974,64	F2	42.212	C	26.433.160.927,00	F3	4.832.748.175,00
D	742,22	F4	114,22	D	18.250.073.868,00	F4	3.436.000.705,00
E	646,43	F5	330,65	E	12.318.356.351,00	F5	5.775.442.282,00
F	553,77	F6	304,40	F	7.524.366.025,00	F6	7.117.373.645,00
DA PESQUISA	737,02			DA PESQUISA	23.276.737.454,00		

CUSTO DE OPERACAO X NIVEL DE OCUPACAO		SALDO ANUAL X NIVEL DE OCUPACAO	
NIV. OCUP.	CUSTO	N. OCUP.	SALDO ANUAL
A	1.200,74	F4	31.175
B	1.114,73	F3	42.212
C	974,64	F2	42.212
D	742,22	F4	114,22
E	646,43	F5	330,65
F	553,77	F6	304,40
DA PESQUISA	737,02		

CUSTO DE OPERACAO X NIVEL DE OCUPACAO		SALDO ANUAL X NIVEL DE OCUPACAO	
NIV. OCUP.	CUSTO	N. OCUP.	SALDO ANUAL
A	1.200,74	F4	31.175
B	1.114,73	F3	42.212
C	974,64	F2	42.212
D	742,22	F4	114,22
E	646,43	F5	330,65
F	553,77	F6	304,40
DA PESQUISA	737,02		

8. MÉTODO DE CONTROLE E ACOMPANHAMENTO DA CÂMARA DE COMPENSAÇÃO TARIFÁRIA

A câmara de compensação tarifária tem por objetivo equalizar a rentabilidade entre as empresas operadoras.

O controle e o acompanhamento de um sistema de transporte no qual tenha sido instituída a câmara de compensação tarifária requer que se tenha o conhecimento exato e contínuo da relação entre nível de serviço oferecido x custo operacional x tarifa, e é imprescindível que a tarifa não seja menor que os custos operacionais médios do sistema.

Há várias formas de atender aos objetivos preconizados na câmara, porém serão brevemente referidos neste trabalho dois métodos que têm como premissa básica o cálculo e o pagamento periódico dos gastos fixos e variáveis conjuntamente.

A diferença básica entre os dois métodos estaria na coleta da tarifa: no primeiro caso o órgão gerenciador recolheria diariamente a receita das empresas e as pagaria num período, após a averiguação dos serviços oferecidos; no segundo caso a tarifa recolhida ficaria com as empresas e periodicamente cada uma teria com o órgão gerenciador um saldo a receber ou a pagar.

A metodologia desenvolvida calcula os parâmetros de demanda de passageiros e oferta a partir de dados do relatório do cobrador e/ou pesquisas de campo e, dados os custos fixos e variáveis, determina por empresa o custo operacional por passageiro, o nível de ocupação no pico (por linha e empresa), e o saldo por período.

No capítulo 9 deste boletim será apresentado o exemplo prático dessa metodologia, além dos métodos de análise e de dimensionamento desenvolvidos.

9. APLICAÇÃO PRÁTICA DA METODOLOGIA

9.1. Análise do nível e dos custos do serviço ofertado

A aplicação prática do modelo estendeu-se a todo sistema de linhas particulares da cidade de São Paulo, que compreende 508 linhas.

Com essa metodologia, conseguiu-se diagnosticar o serviço prestado pelas empresas, obtendo-se os seguintes dados por período do dia, linha e empresa:

- Dados de demanda
 - passageiros transportados;
 - ocupação dos ônibus (nível);
 - renovação de passageiros ao longo do trajeto.
- Dados de oferta
 - viagens realizadas;
 - frequência;
 - frota utilizada (apenas nos picos).

Com esta análise inicial, passou-se à verificação das linhas problemáticas, definidas como aquelas que apresentaram na ocasião (Jun/84), um nível de ocupação pior do que "E" (F, F₁, ...).

Assim diagnosticou-se o nível dos serviços oferecidos por linha e estes dados agrupados por empresa podem ser vistos na Tabela 3.

A Tabela 3 apresenta o nível de ocupação médio de pico de cada empresa, a frota utilizada, PMA, IPK e, para efeito da câmara de compensação tarifária, o custo operacional por passageiro transportado, o saldo por passageiro e o saldo anual (1) com relação ao custo operacional médio do sistema.

A tabela 3A apresenta, na primeira coluna, o nível médio de ocupação no pico por empresa, ponderado, cujo peso é o número de passageiros transportados no pico, no nível; nas segunda e terceira colunas apresenta as ocupações mínimas e máximas de pico verificadas em pelo menos uma linha da empresa.

9.2. Alternativas de projeto operacional

Além do diagnóstico da oferta foram calculados os 12 projetos operacionais já mencionados, por linha e sentido de operação.

Esses dados individuais agregados por empresa, permitiram a visualização global do processo de análise e projeto para os níveis de "A" a "F₆". No entanto, em termos operacionais, foi decidido considerar apenas duas hipóteses de projeto para os níveis "E" e "F". Assim foi feita a totalização de parâmetros de oferta, demanda e custos por empresa para estes dois níveis, além do diagnóstico já comentado.

As alternativas de projeto levaram em conta o princípio básico de melhorar as linhas críticas, sem contudo piorar aquelas que na situação diagnosticada apresentaram uma frota suficiente para operar em um nível igual ou melhor que o máximo estipulado.

Isto significa que as alternativas 1 e 2 representam todas as linhas operando no máximo no nível F e E respectivamente.

Tabela 3

C.E.T. - COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRAFEGO .

CALCULO DO CUSTO OPERACIONAL.
PARA CAMARA DE COMPENSACAO TARIFARIA

SITUACAO ATUAL	BASE/84(CUSTO MEDIO DO SISTEMA)						
EMPRESA	NIVEL	FROTA	FMA	IPK	C.OP.	S/P/E	S.A/EMP
1	D	130	55256.4	4.27	420.52	72.07	2.21E+09
2	E	199	57730.0	3.34	521.92	-29.33	-1.12E+09
3	D	70	58565.8	3.76	458.37	34.21	5.28E+08
4	E	63	53046.9	3.57	512.46	-19.87	-2.40E+08
5	F1	110	70816.9	2.75	552.21	-59.61	-1.28E+09
6	F	164	73246.0	2.96	502.06	-9.48	-3.37E+08
7	E	99	74008.1	2.89	509.95	17.37	-3.68E+08
8	D	261	63346.4	3.61	452.00	40.59	2.43E+09
9	E	170	69945.5	3.41	448.11	44.48	1.80E+09
10	E	90	71410.4	2.87	525.68	-33.09	-6.11E+08
11	C	105	57818.2	3.97	438.29	54.29	1.31E+09
12	E	93	59577.5	4.04	422.09	70.51	1.58E+09
13	D	261	63574.2	3.71	438.65	53.94	3.32E+09
14	E	238	75170.2	3.62	403.45	89.14	5.77E+09
15	D	284	73771.2	3.31	446.53	46.06	3.19E+09
16	E	128	69766.8	3.29	465.57	27.02	7.95E+08
17	D	130	74504.2	3.03	483.89	8.69	2.56E+08
18	F	98	70026.1	3.07	497.67	-5.08	-1.07E+08
19	F	200	77294.3	2.94	487.99	4.59	2.09E+08
20	F	156	51585.3	3.34	565.73	-73.14	-1.96E+09
21	F1	145	98621.7	2.03	609.38	-116.79	-3.39E+09
22	F1	126	68053.4	3.28	474.33	18.26	5.14E+08
23	F	190	55034.7	2.85	632.19	-139.61	-4.16E+09
24	F	133	62766.7	3.57	461.09	31.49	9.38E+08
25	F	228	65246.3	2.96	540.53	-47.93	-2.11E+09
26	F1	115	94425.5	3.14	404.17	88.42	3.02E+09
27	F1	131	81887.1	2.46	562.64	-70.05	-1.85E+09
28	F1	239	73402.0	2.91	509.22	-16.64	-8.50E+08
29	F1	438	82721.0	2.40	572.41	-79.82	-6.95E+09
30	F1	193	77797.7	2.83	505.39	-12.81	-5.44E+08
31	F2	193	84389.9	3.18	427.53	65.06	3.37E+09
32	F2	143	54732.0	2.54	711.10	-218.51	-4.35E+09
33	F1	315	74797.6	2.56	572.00	-79.41	-4.79E+09
34	F1	253	78754.7	3.04	465.84	26.75	1.62E+09
35	F1	173	83400.9	3.01	454.94	37.65	1.63E+09
36	F	274	72427.4	3.09	483.99	8.59	5.26E+08
		6338	71470.4	3.06	492.59		-86784

OBS : C.OP. = CUSTO OPERACIONAL POR PASSAGEIRO (Cr\$/Pass.)

S/P/E = SALDO POR PASSAG. POR EMPRESA EM REL. AO CUSTO MEDIO

S.A/EMP. = SALDO ANUAL POR EMPRESA (Cr\$)

TABELA 3A

Tabela de Ocupação no Período de Pico for Empresa — Situação Atual

Empresa	Ocupação das Linhas no Período de Pico		
	Média de todas as linhas	Mínima verificada na empresa	Máxima verificada na empresa
1	58	52	71
2	73	52	100
3	65	52	81
4	67	42	91
5	86	62	119
6	72	42	100
7	69	57	81
8	64	42	81
9	73	42	81
10	74	47	81
11	56	42	71
12	72	52	81
13	63	42	81
14	74	52	100
15	65	42	119
16	72	42	91
17	66	52	91
18	77	57	91
19	79	47	119
20	82	62	119
21	92	57	119
22	94	62	119
23	85	52	119
24	83	52	110
25	81	52	119
26	90	71	119
27	91	58	113
28	93	71	119
29	86	42	119
30	92	42	119
31	97	81	119
32	97	62	110
33	93	52	119
34	90	62	119
35	94	52	119
36	85	42	119

As tabelas 4 e 5, à semelhança da tabela 3 mostram os resultados finais para as alternativas 1 e 2 respectivamente. Nestas tabelas são fornecidos, a nível de empresa o nível de ocupação médio proposto, frota necessária, o PMA e o IPK.

Para efeito de câmara de compensação tarifária, calculou-se o custo por passageiro, o saldo por passageiro e o saldo anual (1) da empresa.

As tabelas 4A e 5A são análogas à 3A e apresentam os níveis médios de pico propostos para as alternativas 1 e 2 respectivamente.

Apresentam também os níveis mínimos e máximos propostos para uma ou mais linhas da empresa.

9.3. Repercussão dos projetos na frota e nos custos de operação

Apesar do projeto estar baseado no conceito de nível de serviço oferecido ao usuário, ou seja, ele é essencialmente um projeto para o usuário, é necessário verificar a repercussão deste projeto na frota e nos custos do sistema.

9.3.1. Repercussão na frota

Da análise das tabelas 3 a 5, 3A a 5A pode-se construir a tabela 6 de acréscimo de frota total x nível de ocupação por alternativa. Essa tabela mostra por empresa a frota total da situação diagnosticada e os acréscimos desta para cada alternativa de projeto. São mostrados também os níveis de ocupação médios para as situações diagnosticadas e alternativas 1 e 2.

Da análise global da tabela 6 verifica-se que a frota total do sistema deveria ser acrescida de 4,6% para a alternativa 1 e 11,3% para a alternativa 2.

Ao observarmos os acréscimos de frota total por empresa (ver tabela 6) notaremos que há algumas que apresentam acréscimos negativos. Isso decorre do fato de que estas empresas, na situação diagnosticada, possuíam reserva técnica maior que 8% da frota líquida. Assim sendo, se fossem mantidas as frotas das empresas que possuíam reserva técnica maior que 8%, os acréscimos seriam de 5,4% e 11,7% para as alternativas 1 e 2 respectivamente.

(1) Para facilidade adotou-se nesse exemplo o período de um ano, embora os períodos de acerto de contas com as empresas devam ser bem menores.

Tabela 4

C.F.T. - COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRAFEGO

CALCULO DO CUSTO OPERACIONAL
PARA CAMARA DE COMPENSAÇÃO TARIFARIA

ALTERNATIVA 1 (CUSTO MEDIO DO SISTEMA)		CUSTO OPERACIONAL					
EMPRESA	NIVEL	FROTA	PMA	IPK	C.OP.	S/P/E	S.A/EMP
1	D	122	58423.7	4.31	401.25	103.69	3.18E+09
2	E	189	53397.1	3.99	461.19	43.76	1.68E+09
3	D	69	69262.9	3.23	476.95	27.99	4.32E+08
4	D	62	52839.3	3.79	591.59	3.36	4.97E+07
5	F	110	63422.9	3.07	532.25	-27.31	5.85E+08
6	E	164	56795.5	3.82	461.95	42.99	1.53E+09
7	E	99	63540.1	3.37	484.26	20.68	4.38E+08
8	D	261	59436.6	4.54	422.41	82.54	4.94E+09
9	E	167	67200.8	3.62	434.27	70.67	2.87E+09
10	E	82	69599.2	3.23	474.73	30.22	5.58E+08
11	D	105	48140.6	4.77	416.16	88.79	2.14E+09
12	E	99	53256.5	4.67	395.12	109.82	2.46E+09
13	D	256	50796.0	4.74	402.39	102.55	6.33E+09
14	E	244	63612.3	4.17	390.74	114.20	7.39E+09
15	D	290	77079.6	3.10	463.23	41.72	2.89E+09
16	E	139	67521.2	3.35	467.62	37.32	1.10E+09
17	D	131	59732.8	3.76	453.04	51.91	1.53E+09
18	E	192	61555.7	3.36	496.46	8.49	1.79E+08
19	E	210	64645.7	3.35	481.69	23.25	1.06E+09
20	E	162	51585.2	3.21	587.49	-82.54	-2.22E+09
21	F	152	93835.5	2.04	625.64	-120.70	-3.51E+09
22	F	131	82348.4	2.61	528.08	-23.13	-6.52E+08
23	F	192	69318.4	2.24	687.18	-182.23	-5.43E+09
24	E	142	63931.1	3.33	492.96	11.99	3.57E+08
25	E	242	61322.8	2.97	562.41	-57.46	-2.53E+09
26	F	122	91936.4	3.07	422.51	82.44	2.81E+09
27	F	138	75862.4	2.52	576.15	-71.20	-1.88E+09
28	F	253	79452.4	2.54	554.79	-49.85	-2.55E+09
29	F	480	77999.0	2.32	613.62	-108.67	-9.46E+09
30	F	220	72638.3	2.66	562.05	-57.11	-2.42E+09
31	F	217	67358.8	3.54	443.17	61.77	3.20E+09
32	F	158	59145.1	2.51	766.57	-261.63	-5.21E+09
33	F	364	75801.7	2.19	664.16	-159.22	-9.61E+09
34	F	279	71613.2	3.03	496.45	8.49	5.15E+08
35	F	201	74144.8	2.91	506.05	-1.10	-4.79E+07
36	F	304	69632.7	2.89	529.71	-24.77	-1.52E+09
		6631	67322.3	3.11	504.95		-181248

OBS : C.OP. : CUSTO OPERACIONAL POR PASSAGEIRO (Cr\$/Pass)

S/P/E : SALDO POR PASSAG. POR EMPRESA EM REL. AO CUSTO MEDIO

S.A/EMP. : SALDO ANUAL POR EMPRESA (Cr\$)

Tabela 5

C.E.T. - COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRAFEGO

CALCULO DO CUSTO OPERACIONAL
PARA CAMARA DE COMPENSAÇÃO TARIFARIA

ALTERNATIVA 2 (CUSTO MEDIO DO SISTEMA)							
EMPRESA	NIVEL	FROTA	PKM	IPK	C.OP.	S/P/E	S.A/EMP
1	D	122	50423.7	4.31	401.25	136.87	4.20E+09
2	D	187	53410.4	3.89	484.51	53.61	2.57E+09
3	D	69	69262.9	3.23	476.95	61.17	9.44E+08
4	D	63	51991.7	3.79	507.39	30.73	3.72E+08
5	E	120	64395.7	2.77	583.49	-45.37	-9.72E+08
6	E	179	55910.6	3.67	479.37	58.75	2.08E+09
7	D	99	63986.4	3.35	485.36	52.76	1.12E+09
8	D	265	50682.6	4.45	429.45	108.68	6.49E+09
9	E	175	64128.8	3.62	448.12	90.00	3.65E+09
10	D	89	68613.7	3.92	512.76	25.08	4.68E+08
11	C	105	48929.6	4.69	417.96	120.17	2.89E+09
12	E	94	54637.7	4.36	415.73	122.39	2.74E+09
13	D	256	50812.5	4.74	402.43	135.69	8.37E+09
14	E	258	62730.3	4.09	411.32	126.81	8.21E+09
15	D	300	77256.4	2.99	479.61	58.52	4.06E+09
16	D	139	67957.9	3.15	498.85	39.28	1.15E+09
17	D	131	59732.8	3.76	453.04	85.09	2.50E+09
18	E	110	61107.4	3.14	534.17	3.96	8.35E+07
19	E	226	65243.5	3.08	519.95	18.17	8.26E+08
20	E	174	52230.5	2.96	633.21	-95.08	-2.55E+09
21	E	164	94981.1	1.87	678.43	-140.31	-4.08E+09
22	E	148	81724.0	2.33	594.88	-54.76	-1.60E+09
23	E	206	70116.1	2.06	740.18	-202.06	-6.02E+09
24	E	151	63083.0	3.13	524.34	13.79	4.11E+08
25	E	258	61450.0	2.78	599.98	-61.86	-2.73E+09
26	E	130	92303.1	2.84	452.64	85.48	2.91E+09
27	E	145	72200.1	2.52	594.79	-56.67	-1.49E+09
28	E	267	84814.9	2.26	600.22	-62.09	-3.17E+09
29	E	528	75769.8	2.18	667.88	-129.75	-1.13E+10
30	E	245	72489.6	2.39	625.44	-87.32	-3.71E+09
31	E	246	67260.3	3.13	502.15	35.97	1.86E+09
32	E	166	52096.0	2.30	813.93	-275.8	-5.49E+09
33	E	399	75611.1	2.00	727.36	-189.24	-1.14E+10
34	E	298	73665.3	2.76	535.56	2.57	1.56E+08
35	E	221	74324.6	2.64	556.88	-18.76	-8.14E+08
36	E	328	79773.5	2.64	574.74	-36.61	-2.25E+09
		7054	67684.4	2.91	538.12		45568

OBS : C.OP. = CUSTO OPERACIONAL POR PASSAGEIRO (Cr\$/Pass)
 S/P/E = SALDO POR PASSAG. POR EMPRESA EM REL. AO CUSTO MEDIO
 S.A/EMP. = SALDO ANUAL POR EMPRESA (Cr\$)

TABELA 4A

Tabela de Ocupação no Período de Pico por Empresa - Alternativa 1

Empresa	Ocupação das Linhas no Período de Pico		
	Média de todas as linhas	Mínima verificada na empresa	Máxima proposta na empresa
1	58	52	71
2	68	52	81
3	65	52	81
4	62	42	81
5	77	62	81
6	70	42	81
7	68	57	81
8	64	42	81
9	73	42	77
10	73	47	81
11	56	42	71
12	72	52	81
13	63	42	81
14	70	52	81
15	62	42	81
16	68	42	81
17	60	52	78
18	72	57	81
19	74	47	81
20	73	62	81
21	77	57	81
22	78	62	81
23	77	52	81
24	73	52	81
25	76	52	81
26	78	71	81
27	77	58	81
28	81	71	81
29	77	42	81
30	77	42	81
31	81	81	81
32	77	62	81
33	78	52	81
34	79	62	81
35	78	52	81
36	77	42	81

TABELA 5A

Tabela de Ocupação no Período de Pico por Empresa — Alternativa 2

Empresa	Ocupação das Linhas no Período de Pico		
	Média de todas as linhas	Mínima verificada na empresa	Máxima proposta na empresa
1	58	52	71
2	65	52	71
3	63	52	71
4	60	42	71
5	69	62	71
6	67	42	71
7	65	57	71
8	62	42	71
9	68	42	71
10	66	47	71
11	56	42	71
12	67	52	71
13	63	42	71
14	67	52	71
15	60	42	71
16	63	42	71
17	58	52	71
18	67	57	71
19	67	47	71
20	70	62	71
21	67	57	71
22	69	62	71
23	68	52	71
24	69	52	71
25	74	52	71
26	71	71	71
27	69	58	71
28	71	71	71
29	67	42	71
30	70	42	71
31	71	71	71
32	67	62	71
33	71	52	71
34	71	62	71
35	70	52	71
36	67	42	71

TABELA 6

Acréscimo de Frota Total x Nível de Ocupação por Alternativa

Empresa	Acréscimo de Frota x nível de ocupação médio					
	Situação Diagnosticada		Alternativa 1		Alternativa 2	
	Frota Total	Nível* Ocupação	Acréscimo Frota	Nível* Ocupação	Acréscimo Frota	Nível* Ocupação
1	130	D	-8	D	-8	D
2	199	E	-19	E	-10	D
3	70	D	-1	D	-1	D
4	63	E	-1	D	0	D
5	110	F1	0	F	10	E
6	164	E	0	E	6	E
7	99	E	0	E	0	D
8	261	D	0	D	4	D
9	170	E	-3	E	5	E
10	90	E	-8	E	-1	D
11	105	C	0	C	0	C
12	93	E	-3	E	1	E
13	261	D	-5	D	-5	D
14	238	E	6	E	20	E
15	284	D	6	D	16	D
16	128	E	2	E	11	D
17	130	D	1	D	1	D
18	98	F	4	E	12	E
19	200	F	10	E	26	E
20	156	F	6	E	18	E
21	145	F1	7	F	19	E
22	126	F1	5	F	22	E
23	190	F	2	F	16	E
24	133	F	9	E	18	E
25	228	F	14	E	30	E
26	115	F1	7	F	15	E
27	131	F1	7	F	14	E
28	239	F1	14	F	28	E
29	438	F1	42	F	90	E
30	193	F1	27	F	52	E
31	193	F2	24	F	53	E
32	143	F2	15	F	23	E
33	315	F1	49	F	84	E
34	253	F1	26	F	45	E
35	173	F1	28	F	48	E
36	274	F	30	F	54	E
Total	6338	—	293	—	716	—
Porcentagem	—	—	4,6	—	11,3	—

* Nível de ocupação médio no pico de todas as linhas da empresa. Ver tabelas 3A a 5A.

A tabela 7 mostra, para a situação diagnosticada, a porcentagem de passageiros transportados no período de pico dominante (manhã ou tarde) em cada nível de ocupação e o respectivo acréscimo de frota percentual para as alternativas 1 e 2. Esses dados estão agregados em grupos de empresas, cujos acréscimos percentuais na frota total são semelhantes. Para tanto, estabeleceu-se quatro faixas de acréscimo de frota na alternativa 1, e para analisar a alternativa 2, repetiu-se os mesmos grupos.

TABELA 7

GRUPO DE EMPRESAS	Situação atual no período de pico. Porcentagem de passageiros transportados nas empresas por nível de ocupação.				Porcentagem, no período de pico, de acréscimo de frota total das empresas por alternativa *	
	> F	F	E	< E	Alt. 1	Alt. 2
I	9	23	29	39	—	1,4
II	25	21	20	34	2,9	9,5
III	37	33	19	11	6,0	12,4
IV	64	20	6	10	12,1	22,6

Grupo I de empresas — não houve acréscimo de frota das empresas, para alternativa 1 — empresas de 1 a 13.

Grupo II de empresas — acréscimos até 5% da frota total de cada empresa para a alternativa 1 — empresas de 14 a 23.

Grupo III de empresas — acréscimos de 5,1% até 9,5% da frota total de cada empresa para alternativa 1 — empresas de 24 a 28.

Grupo IV de empresas — acréscimos de 9,6% até 16% da frota total de cada empresa para alternativa 1 — empresas de 29 a 36.

Ao observarmos a tabela 7 notamos que as empresas do grupo I na situação diagnosticada oferecem para 9% dos passageiros por elas transportados no período de pico, um nível de ocupação maior que "F" (F_1, F_2, \dots) para 23% oferecem nível "F", para 29% oferecem nível "E", para 39% níveis menores que "E" (D, C, ...).

As empresas do grupo II oferecem níveis maiores que o F, a 25% dos passageiros transportados no período de pico; oferecem níveis F, E e menores que E para 21, 20 e 34% dos passageiros do período de pico respectivamente.

As empresas do grupo III oferecem níveis maiores que F à 37% dos passageiros transportados no período de pico; oferecem níveis F, E e menores que E para 33%, 19% e 11% dos passageiros de pico, respectivamente.

E, finalmente, as empresas do grupo IV oferecem níveis maiores que F a 64% dos passageiros transportados do período de pico e níveis F, E e menores que E para 20%, 6% e 10% dos passageiros do pico, respectivamente.

OBS: Foram computados apenas os passageiros das viagens do pico predominante (manhã ou tarde).

* Não se levou em conta os acréscimos negativos da frota.

A Tabela 7A mostra o acréscimo de frota percentual de cada grupo com relação à frota total do sistema por alternativa.

TABELA 7A — Acréscimo de frota com relação à frota total do sistema

Grupo	Frota	* Acréscimo de frota %	
		Alt. 1	Alt. 2
I	1815	—	0,4
II	1695	0,8	2,5
III	846	0,8	1,7
IV	1982	3,8	7,1
Total	6338	5,4	11,7

As Tabelas 7 e 7A nos mostram que o grupo de empresas IV é o que produz os maiores acréscimos de frota. Em seguida vêm os grupos III, II e I respectivamente para a alternativa 1, e II, III e I para a alternativa 2.

A Tabela 8 detalha parte das empresas problemáticas — Grupo IV e os respectivos acréscimos percentuais de frota total para as alternativas 1 e 2. Esse detalhamento decorre do fato de que além de apresentarem um nível de ocupação médio alto, essas empresas são responsáveis por grande parte do acréscimo de frota total.

TABELA 8 — Acréscimo percentual de frota

Empresa	Acréscimos (%)	
	Alternativa 1	Alternativa 2
29	9,6	20,5
30	14,0	26,9
31	12,4	27,4
32	10,5	16,1
33	15,6	26,7
34	10,3	17,8
35	15,2	27,7
36	10,9	19,7

Conforme Tabela 7A as oito empresas ressaltadas na Tabela 8 são responsáveis por 3,8% e 7,1% do acréscimo de frota total do sistema para as alternativas 1 e 2 respectivamente.

Convém salientar que as empresas 5, 21 a 23 e 27 não apresentaram um acréscimo sensível em relação à frota total destas, embora o acréscimo de frota líquida decorrente da melhoria do nível de ocupação fosse relativamente alto, pois este aumento foi praticamente absorvido pela reserva técnica existente que excedeu aos 8% previstos.

* Não se levou em conta os acréscimos negativos de frota.

Isto posto, pode-se dizer que na situação diagnosticada havia empresas que, para suprir a frota necessária à melhoria do serviço, deviam basicamente renovar a frota existente, caso esta não estivesse em condições de uso.

9.3.2. Repercussão nos custos

A análise das Tabelas 3 a 5 mostra que o quadro geral de repercussão nos custos é o seguinte:

Alternativa	Custo operacional por passageiro	Porcentagem de custo com relação ao diagnosticado
Situação diagnosticada	492,59	—
1 Max. F	504,95	2,5
2 Max. E	538,12	9,2

É importante salientar que as alternativas diagnosticadas e nível "F" apresentaram custos operacionais semelhantes para diferentes níveis de serviço (diferença de custo de 2,5%). Isso decorre do fato de que apesar de terem sido aumentadas a oferta e a frota no período de pico, foi proposta uma redução da oferta no período de fora de pico de algumas empresas.

A Tabela 9 — Comparativa da Variação de Frota e Custo Operacional resume os dados do sistema para a situação diagnosticada e para as alternativas 1 e 2 respectivamente.

TABELA 9
Tabela Comparativa de Variação de Frota e Custo Operacional

Alternativa	Frota	PMA (km/carro ano)	IPK (pass/km)	Variação da Frota	Porcentagem de frota	Custo/pass (Cr\$/pass) **	Variação de Custos	Porcentagem de custo
Situação diagnosticada	* 6338	71470	3,06	—	—	492,59	—	—
"1" Max. Ocup. 85 passag.	6631	67322	3,11	***341	5,4	504,95	12,36	2,5
"2" Max. Ocup. 76 passag.	7054	67684	2,92	***741	11,7	538,12	45,53	9,2

* Dados de frota fornecidos pela CMTC e DTP.

** Ver tabelas 3, 4 e 5.

*** Não se levou em conta os acréscimos negativos da frota.

Para cada alternativa fornece a Frota Total, PMA, IPK, Variação de Frota com relação à situação diagnosticada, Custo por Passageiro e Variação de Custo com relação à tarifa atual.

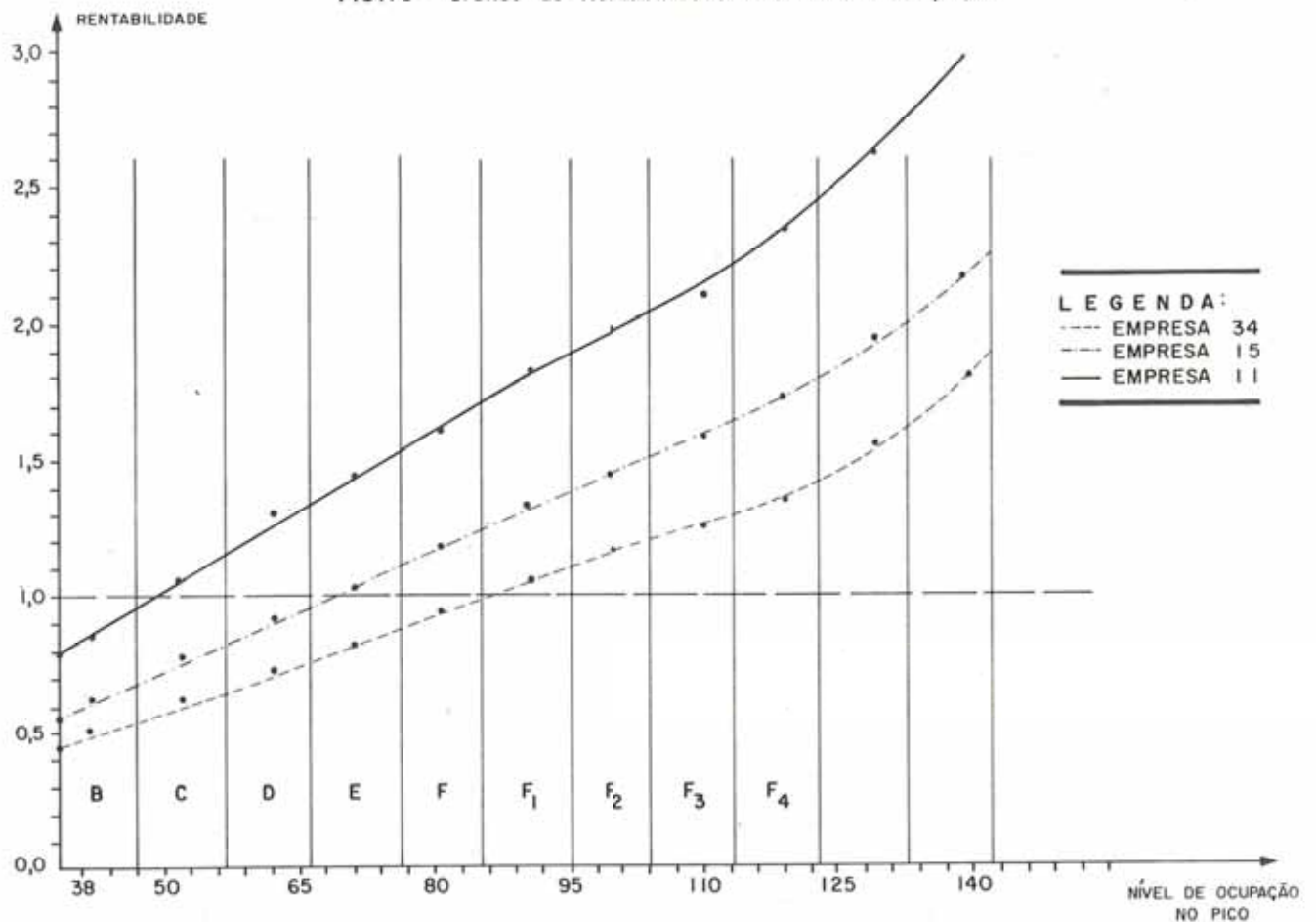
Outro fator importante refere-se à diferença entre as rentabilidades das empresas.

Produziu-se um gráfico comparativo entre três empresas com custos variando acentuadamente. Tal qual o gráfico de custo x nível de ocupação, esse gráfico demonstra a tendência de variação da rentabilidade (relação entre tarifa e custo operacional) em função do nível de ocupação no pico (ver Figura 10).

Um aspecto importante deste gráfico, refere-se à possibilidade de deslocamento do nível de ocupação da empresa, se houver variação na remuneração. Pode-se verificar que esta possibilidade varia acentuadamente entre as empresas, pois a situação peculiar de cada uma delas determina uma maior ou menor elasticidade.

FIGURA 10

FIG.10- Gráfico de Rentabilidade x Nível de Ocupação



ANEXO 1

Este anexo tem por objetivo expor os procedimentos teóricos, que embasam a metodologia apresentada nos capítulos de 1 a 9 do Boletim relativa à Caracterização da Demanda de Passageiros, à análise, dimensionamento e custo da oferta de transporte.

SUMÁRIO

1. Caracterização da Demanda

1.1. Flutuação temporal

1.1.1. Fluxo de passageiros

1.1.2. Períodos típicos

1.1.3. Parâmetros médios

1.2. Flutuação espacial

1.2.1. Ocupação crítica da viagem

1.2.2. Renovação de passageiros na viagem

1.2.3. Índice de renovação

1.2.4. Ocupação crítica e índice de renovação médios

2. Nível de Serviço

2.1. Veículo de projeto

2.2. Níveis de ocupação

3. Análise da Oferta

4. Redimensionamento da Oferta

4.1. Intervalo de projeto

4.2. Frequência de projeto

4.3. Número de viagens no período

4.4. Seleção do nível de serviço de projeto

4.5. Equilíbrio no número de viagens unidirecionais

4.6. Cálculo da frota

5. Custo Operacional

5.1. Quilometragem diária média

5.2. Percurso médio por carro x ano

5.3. Passageiros diários médios

5.4. Índice de passageiros por quilômetro

5.5. Custo operacional por passageiro transportado

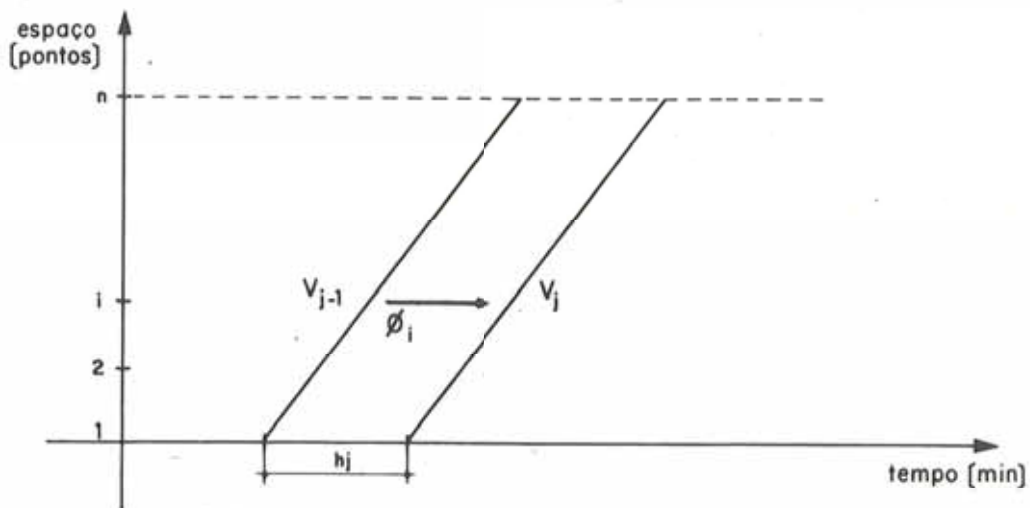
5.6. Viabilidade dos melhoramentos

1. CARACTERIZAÇÃO DA DEMANDA

1.1. Flutuação temporal

1.1.1. Fluxo de passageiros

Representando no diagrama espaço X tempo duas viagens sucessivas V_{j-1} e V_j , espaçadas do intervalo de tempo h_j , resulta:



Admitindo que a viagem precedente V_{j-1} tenha carreado todos os passageiros de todos os pontos, então os passageiros da viagem V_j terão sido gerados no intervalo de tempo h_j , então:

$$P_{V_j} = \sum_{i=1}^n \phi_i \times h_j$$

Onde: P_{V_j} = Passageiros na viagem genérica V_j [p/v]

ϕ_i = Fluxo de passageiros no ponto genérico i [p/min]

h_j = Intervalo entre viagens sucessivas ou tempo de seqüência dos ônibus [min/v]

Chamando: $\sum_{i=1}^n \phi_i = \phi_{V_j}$

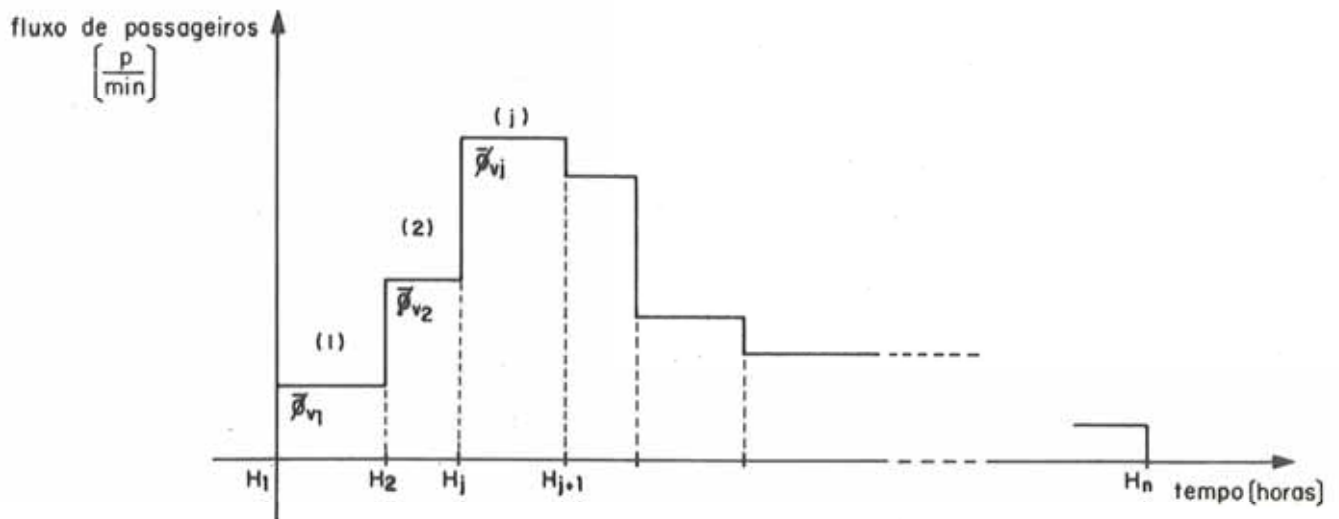
Onde: ϕ_{V_j} = Fluxo de Passageiros na viagem [p/min]

Resulta: $P_{V_j} = \phi_{V_j} \times h_j$ equação 1

1.1.2. Períodos típicos

A variação do parâmetro ϕ_{V_j} ao longo do dia caracteriza o comportamento temporal da demanda.

A análise da evolução de ϕ_{V_j} ao longo do dia permite a caracterização de períodos típicos.



1.1.3. Parâmetros médios

O fluxo médio do período típico genérico j pode ser expresso:

$$\varnothing_v = \frac{\sum_{m=1}^{m_j} P_{v_m}}{H_{j+1} - H_j} = \frac{P_j}{T_j} \quad \text{equação 1A}$$

Onde:

\varnothing_{v_j} = Fluxo de passageiros da viagem média do período típico j [p/min]

P_{v_m} = Passageiros da viagem genérica m do período típico j

m_j = Número de viagens do período j

H_{j-1} = Hora de início do período típico j

H_j = Hora do fim do período típico j

P_j = Total de passageiros transportados no período j

T_j = Duração do período j

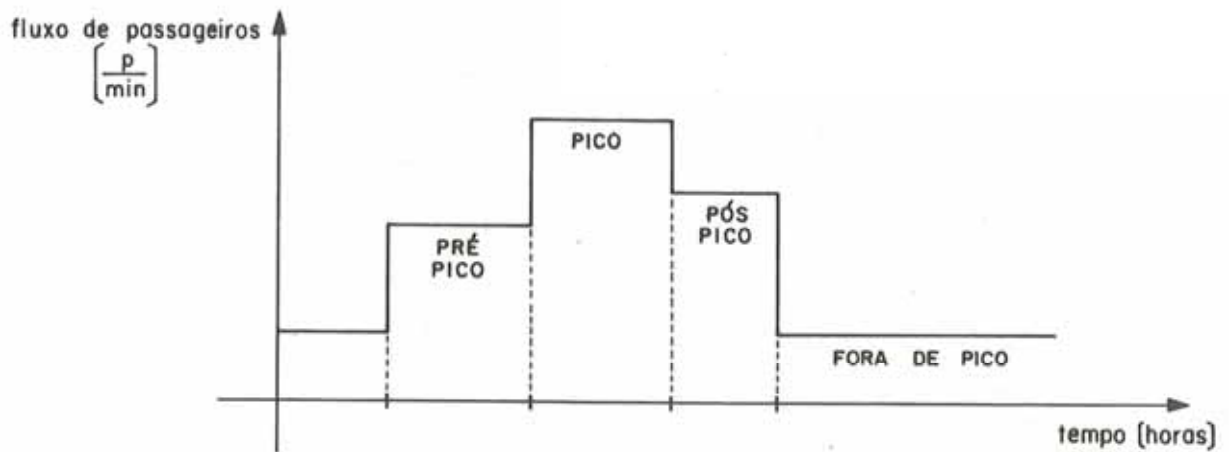
Do conceito de período típico resultam também os parâmetros médios:

P_{v_j} = Passageiros de viagem média do período típico j [p/v]

h_j = Intervalo médio entre viagens sucessivas, ou tempo de seqüência média do período típico j [min/v]

$$\therefore \begin{aligned} P_{v_j} &= \frac{P_j}{m_j} \\ h_j &= \frac{T_j}{m_j} \end{aligned} \quad \varnothing_{v_j} = \frac{P_{v_j}}{h_j} \quad \text{equação 1B}$$

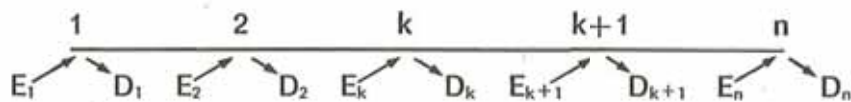
A análise da seqüência de períodos típicos ao longo do dia permite nas viagens unidirecionais a identificação de picos precedidos por pré-picos e sucedidos por pós-picos.



1.2. Flutuação espacial

O comportamento da demanda ao longo do percurso de viagem pode ser retratado pelos embarques e desembarques e pela conseqüente variação da ocupação do veículo durante o seu itinerário.

Seja o percurso de uma linha com os respectivos pontos de parada:



Sendo:

E_i = Embarque em i

D_i = Desembarque em i

P_v = Passageiros da viagem

$\Omega_{k, k+1}$ = Ocupação da viagem, isto é, passageiros que se encontram no veículo no trecho entre os pontos contíguos k e $k+1$

Então:

$$\Omega_{k, k+1} = \sum_{i=1}^k E_i - \sum_{i=1}^k D_i$$

Nas linhas radiais:

$$P_v = \sum_{i=1}^n E_i = \sum_{i=1}^n D_i$$

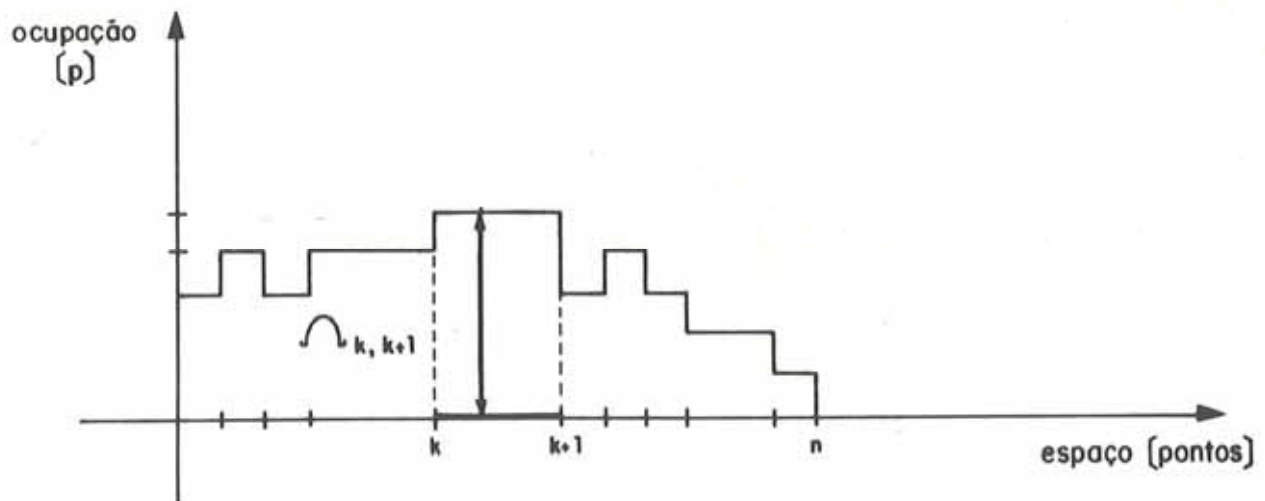
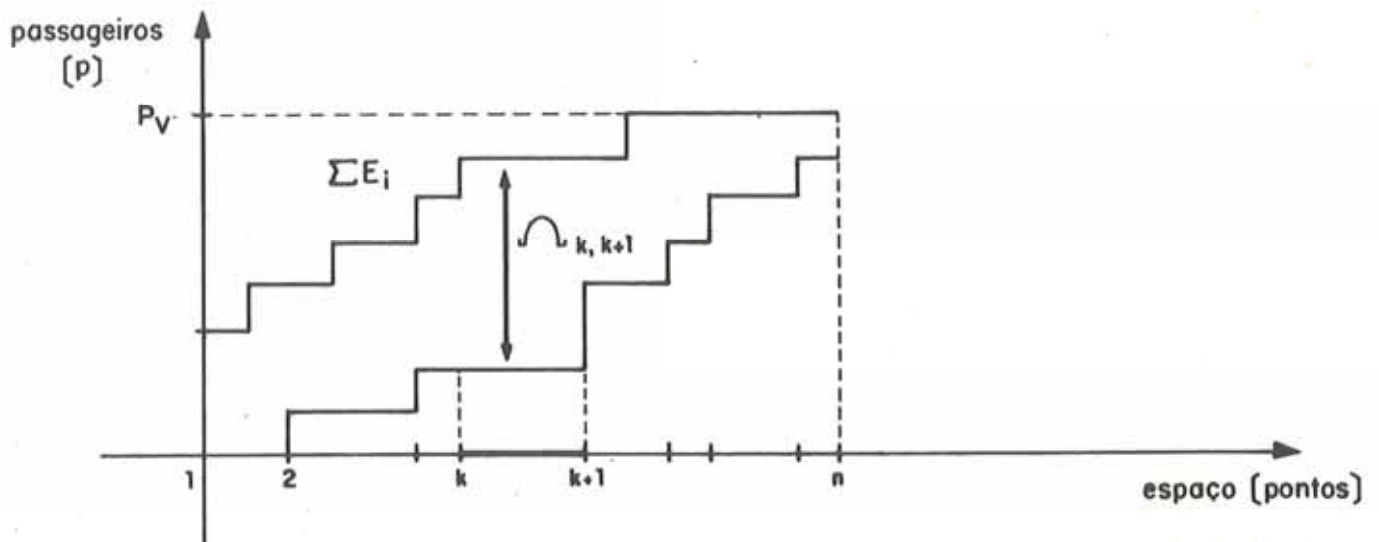
$$D_1 = E_n = 0$$

Nas linhas circulares:

$$P_v = \sum_{i=1}^n E_i + E_o$$

Sendo E_o = número de passageiros embarcados que chegam no ponto inicial.

A flutuação espacial da demanda pode ser retratada pelas curvas acumuladas de embarque. A diferença de ordenadas entre essas curvas indica a ocupação.



1.2.1. Ocupação crítica da viagem

Denomina-se ocupação crítica da viagem Ω_c a máxima ocupação ocorrida no itinerário da viagem, ou seja:

$$\Omega_c = \text{máx } \Omega_{k, k+1}$$

Denomina-se trecho crítico o trecho entre os pontos k e k+1 contíguos no qual ocorreu a ocupação crítica.

1.2.2. Renovação de passageiros

Define-se como renovação de passageiros da viagem o número de passageiros da viagem que supera a ocupação crítica.

Isto é:

$$R = P_V - \Omega_c \quad \text{equação 2}$$

Sendo k o ponto inicial do trecho crítico, pode-se expressar:

$$R = \sum_{i=1}^n E_i - \left(\sum_{i=1}^k E_i - \sum_{i=1}^k D_i \right)$$

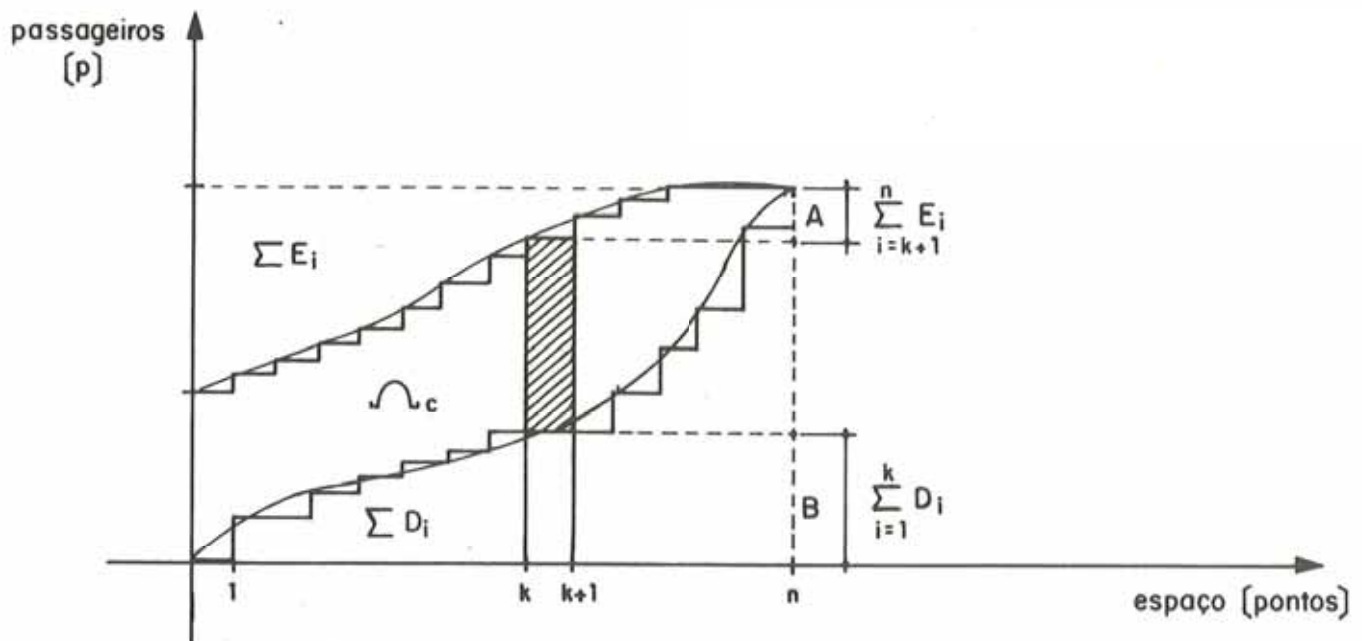
$$R = \sum_{i=1}^n E_i - \sum_{i=1}^k E_i + \sum_{i=1}^k D_i$$

$$R = \sum_{i=k+1}^n E_i + \sum_{i=1}^k D_i$$

Isto é, a renovação é igual a soma dos embarques após o ponto final do trecho crítico e dos desembarques anteriores ao ponto inicial do trecho crítico.

Em outras palavras, os passageiros que embarcam após $k+1$ não acumulam a ocupação crítica e nem os que desembarcam antes de k subtraem à ocupação crítica.

Graficamente pode-se representar a renovação como a soma dos segmentos $A + B$ indicados:



1.2.3. Índice de renovação

Para efeito de cálculo é útil o conceito de índice de renovação.

Define-se como índice de renovação K a relação entre os passageiros da viagem e a ocupação crítica da viagem

$$K = \frac{P_v}{\Omega_c} = \frac{\Omega_c + R}{\Omega_c} = 1 + \frac{R}{\Omega_c} \quad \text{equação 3}$$

O índice de renovação é sempre igual ou superior a 1.

1.2.4. Ocupação crítica e índice de renovação médios

Seja na análise, seja para o projeto, é usual o emprego dos parâmetros médios dos períodos típicos.

Assim, para um período típico genérico j , define-se:

$$K_j = \frac{P_{v_j}}{\Omega_c} \quad \text{equação 4}$$

Onde:

K_j = Índice de renovação médio do período típico j

P_{v_j} = Passageiros da viagem média do período típico j

Ω_{c_j} = Ocupação crítica média do período típico j

Ainda:

$$K_j = \frac{\frac{\sum_{i=1}^{m_j} P_{v_i}}{m_j}}{\frac{\sum_{i=1}^{m_j} \Omega_{c_i}}{m_j}} = \frac{P_j}{\sum_{i=1}^{m_j} \Omega_{c_i}} \quad \text{equação 4A}$$

Onde:

m_j = número de viagens do período j

P_j = número total de passageiros do período

Portanto o índice de renovação médio é igual ao quociente entre o total de passageiros do período e a soma das ocupações críticas das viagens do período.

2. NÍVEL DE SERVIÇO

O conceito de nível de serviço se associa ao conceito de ocupação máxima. Quanto maior a ocupação crítica média tanto menor será o nível de serviço. O nível de serviço envolve também outros atributos quantificáveis, como por exemplo, regularidade operacional medida pela dispersão dos intervalos ou dos tempos de viagem, intervalo máximo, etc.

Neste trabalho o conceito de nível de serviço será relacionado apenas com o nível de ocupação.

2.1. Veículo de projeto

Em cada caso é necessário o conhecimento dos veículos disponíveis ou a serem adquiridos para a definição de um veículo de projeto.

Será assumido como exemplo um veículo médio representativo da frota existente com lotação sentada de 38 passageiros.

2.2. Níveis de ocupação

Os níveis de ocupação são convencionados em faixas de índices de ocupação.

Sendo: L_T = Lotação Total

L_s = Lotação Sentada

α = Índice de ocupação

L_p = Lotação em pé

Define-se:

$$\alpha = \frac{L_T}{L_s}$$

$$\text{ou } \alpha = \frac{L_s + L_p}{L_s} = 1 + \frac{L_p}{L_s}$$

$$\alpha - 1 = \frac{L_p}{L_s}$$

ou seja, $\alpha - 1$ representa a proporção dos pass. em pé sobre os pass. sentados.

Nível de serviço	Índice de ocupação máxima α	Ocupação		Densidade passageiros em pé por m ²	
		Máxima p	Média p	Máxima p/m ²	Média p/m ²
A	1,00	38	38	—	—
B	1,25	47	42	1,70	0,75
C	1,50	57	52	3,58	2,64
D	1,75	66	62	5,28	4,53
E	2,00	76	71	7,17	6,23
F	2,25	85	81	8,87	8,11
F ₁	2,50	95	91	10,75	10,00
F ₂	2,75	104	100	12,45	11,70
F ₃	3,00	114	110	14,34	13,58
F ₄	3,25	123	119	16,04	15,28
F ₅	3,50	133	128	17,92	16,98
F ₆	3,75	142	138	19,62	18,87

No esquema da pg. 53, para visualização, foi escolhido o veículo com lotação sentada de 38 passageiros e foi feita a representação dos passageiros nas condições médias dos diferentes níveis de serviço.

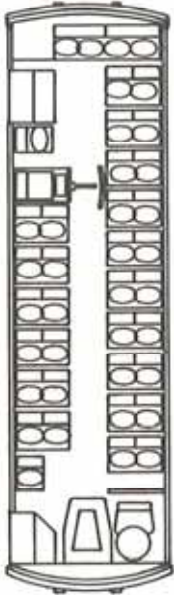
Somente os níveis de A até E são utilizáveis para projeto. Os níveis F já estão na condição inaceitável de esmagamento dos passageiros.

OBS: Levou-se em consideração para construção da tabela 1, um ônibus médio de 38 assentos e área disponível para passageiros em pé de 5,30 m².

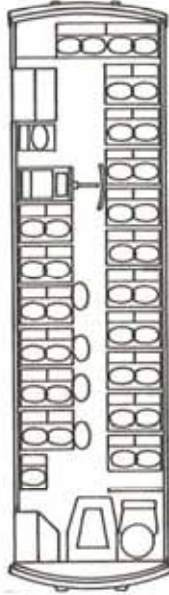
Os níveis F₅ e F₆ são considerados apenas para efeito de cálculo.

Planta esquemática dos níveis de ocupação

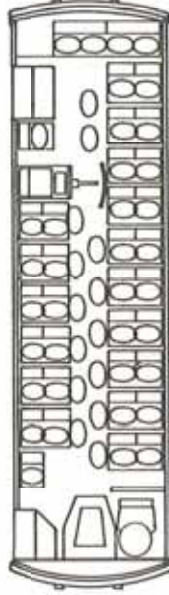
NS-A-
38 pass.



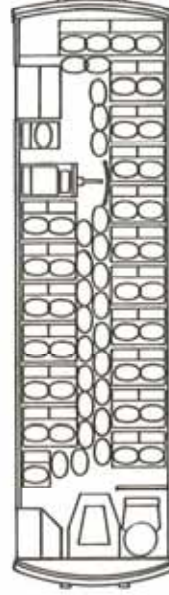
NS-B-
42 pass.



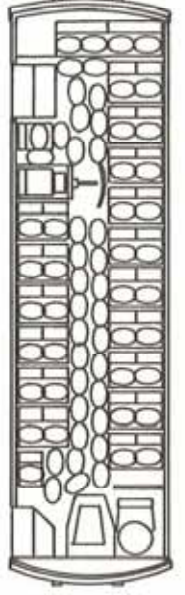
NS-C-
52 pass.



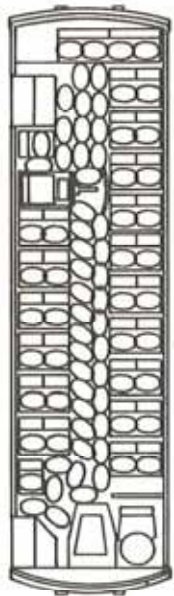
NS-D-
62 pass.



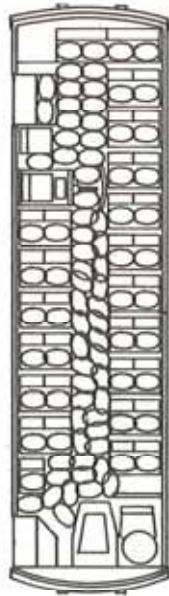
NS-E-
71 pass.



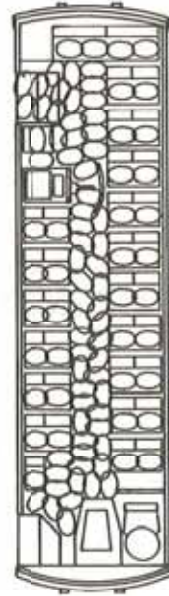
NS-F-
81 pass.



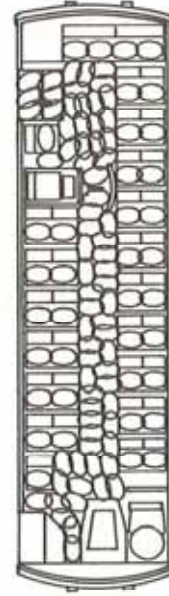
NS-F1-
91 pass.



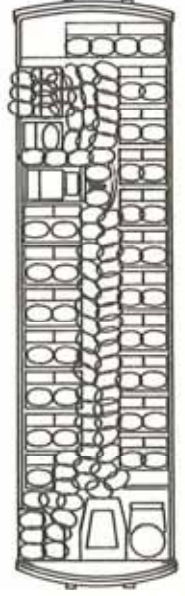
NS-F2-
100 pass.



NS-F3-
110 pass.



NS-F4-
119 pass.



3. ANÁLISE DA OFERTA

Existem duas abordagens típicas e complementares dos problemas de transporte:

- análise da oferta, mediante a determinação do nível de serviço em função da frequência ofertada, ou;
- redimensionamento da oferta, mediante determinação da frequência de projeto em função de nível de serviço de projeto pré-estabelecido.

Partindo da equação do fluxo médio na viagem:

$$\varnothing_{v_i} = \frac{P_{v_i}}{h_i} \quad h_i = \frac{P_{v_i}}{\varnothing_{v_i}}$$

Dada a definição de índice de renovação média:

$$K_i = \frac{P_{v_i}}{\varnothing_{ci}}$$

Então:

$$h_i = \frac{K_i \times \varnothing_{ci}}{\varnothing_{v_i}}$$

Como todos os parâmetros se referem a um mesmo período j , pode-se representar:

$$h = \frac{K \times \varnothing_c}{\varnothing_v} \quad \text{equação 5}$$

$$\text{ou } \varnothing_c = \frac{\varnothing_v h}{K}$$

conhecido \varnothing_c , através da tabela referencial determina-se o nível de serviço ofertado.

4. REDIMENSIONAMENTO DA OFERTA

Se a análise revelar nível de serviço ofertado aquém do mínimo admissível, procede-se à segunda abordagem, do redimensionamento de oferta em função do nível de serviço selecionado para projeto.

O dimensionamento se fundamenta na hipótese da consistência das características espaciais e temporais da demanda.

Impõe-se a condição de que a nova oferta de transporte seja tal que a ocupação crítica média do período típico não ultrapasse a ocupação assumida do projeto.

Isto é, calcula-se qual o intervalo de projeto entre viagens sucessivas para que essa condição se realize.

4.1. Intervalo de projeto

Na equação (5) impondo a condição da ocupação crítica não superar a ocupação de projeto que introduz o nível de serviço desejável:

$$\Omega_c \leq \Omega_p$$

$$\text{Resulta: } h_p \leq \frac{K \times \Omega_p}{\emptyset_v} = \frac{P_{v_p}}{\emptyset_v}$$

Onde:

P_{v_p} = passageiros da viagem média de projeto

h_p = intervalo médio de projeto

Na condição de limite superior:

$$h_p = \frac{K \times \Omega_p}{\emptyset_v}$$

4.2. Frequência de projeto

Conhecido o intervalo de projeto pode-se obter a frequência do projeto para o período típico

$$\frac{v}{h} = p = \frac{60 \text{ [min/h]}}{h_p \text{ [min/v]}}$$

4.3. Número de viagens no período

O número de viagens no período resulta, portanto

$$[v] \quad n = \frac{D \text{ [min]}}{h_p \text{ [min/v]}}$$

Onde: D = Duração do período típico.

4.4. Seleção do nível de serviço de projeto

O nível de serviço A seria o desejável para projeto, pois asseguraria ao usuário viajar sentado, mesmo no trecho crítico, durante o dia todo.

A repercussão porém no custo operacional é significativa, pois exige maior frota e conseqüentemente maiores custos fixos, que representam cerca de 75% dos custos por passageiro transportado.

Nas horas de pico a adoção de nível de serviço mais severo é quase que uma imposição do conflito social x econômico, porém, nunca um nível inferior ao E, quando a situação de desconforto começa a se tornar insuportável.

Nas horas de entre pico pode-se projetar para o nível A ou B, eis que a frota já é disponível e os custos variáveis representam apenas cerca de 25% do custo total.

Nos períodos de picos intermediários pode-se lançar mão de níveis também intermediários de modo a graduar progressivamente o nível de serviço desde o mais severo, do pico máximo, até o mais brando, de entre pico.

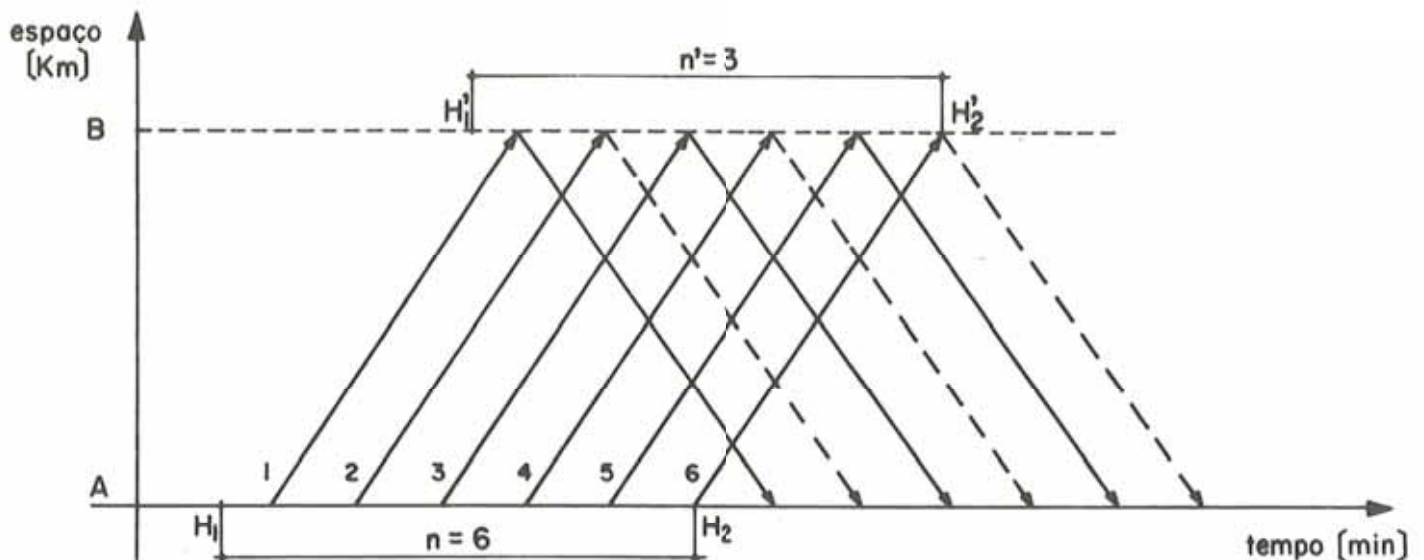
A condição a ser exigida nessa graduação é que os intervalos nos períodos de picos intermediários sejam maiores ou no mínimo iguais ao intervalo de pico.

4.5. Equilíbrio do número de viagens unidirecionais

O ciclo de produção do veículo compreende duas viagens unidirecionais, uma de ida outra de volta.

Na definição dos períodos típicos há conveniência de análise simultânea das viagens em ambos os sentidos, de modo a estabelecer a correspondência dos períodos de ida com os períodos de volta.

Uma vez definido o número de viagens necessárias, num sentido e outro, e normalmente as necessidades são diferentes, caberá ao projetista definir se as viagens de retorno que excedem às necessidades dos contra picos serão realizadas em linha ou em carro direto.



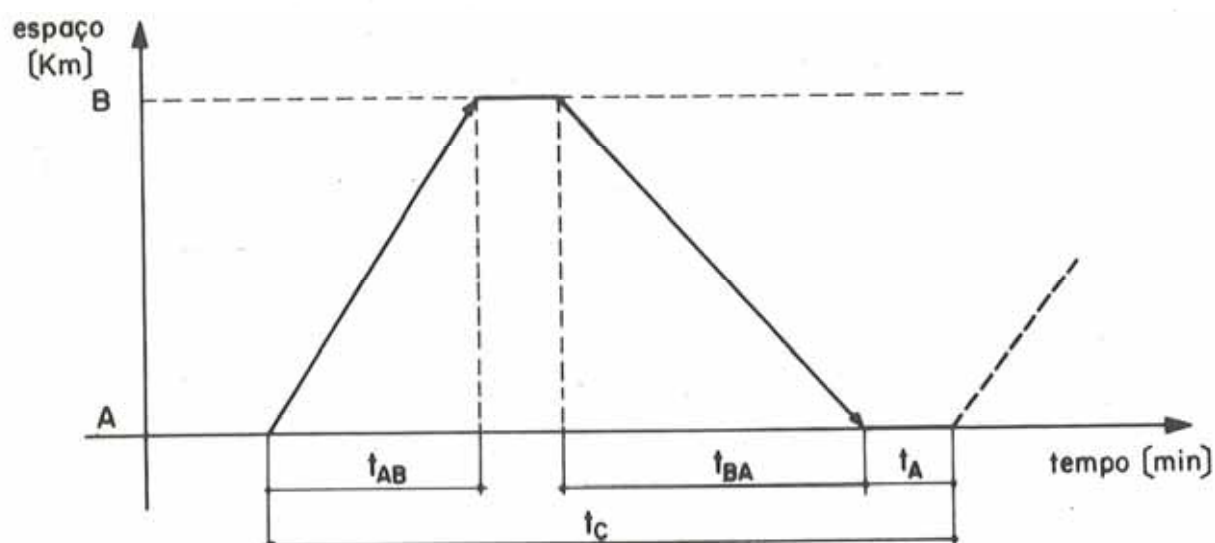
No exemplo acima de diagrama de marcha, se no sentido AB forem necessárias 6 viagens e no sentido BA apenas 3, os carros 2, 4 e 6 poderão retornar fora de linha.

O diagrama de marcha poderá ser constituído para todo o dia indicando a introdução ou retirada de veículos em operação de modo a assegurar as ofertas programadas para os diversos períodos típicos.

4.6. Cálculo da frota

A necessidade de frota resulta das freqüências necessárias, do tempo de ciclo e duração do pico.

— tempo de ciclo



No diagrama espaço x tempo:

t_{AB} — tempo de percurso entre os terminais A e B

t_B — tempo no terminal B

t_{BA} — tempo de percurso entre os terminais B e A

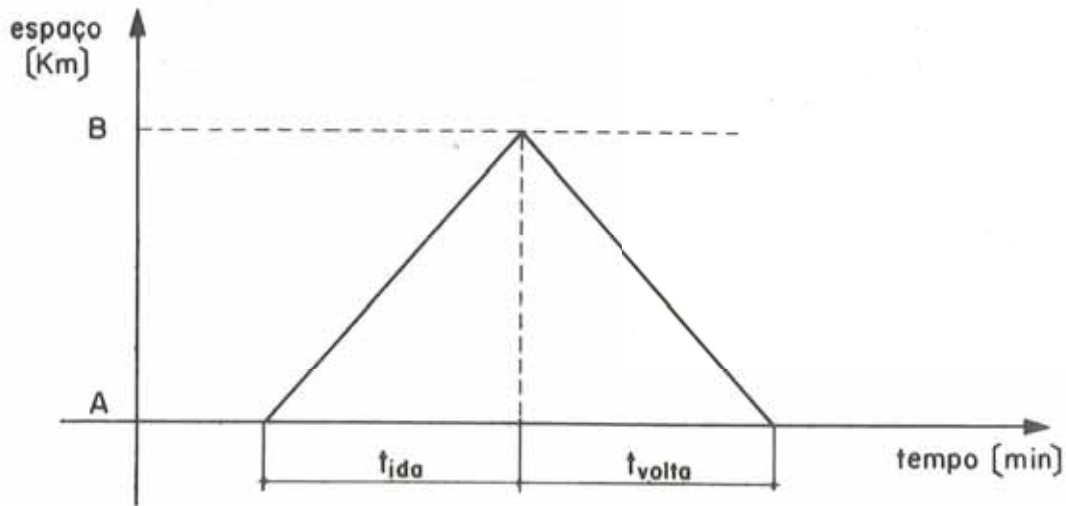
t_A — tempo no terminal A

t_C — tempo de ciclo

$t_C = t_{AB} + t_B + t_{BA} + t_A$

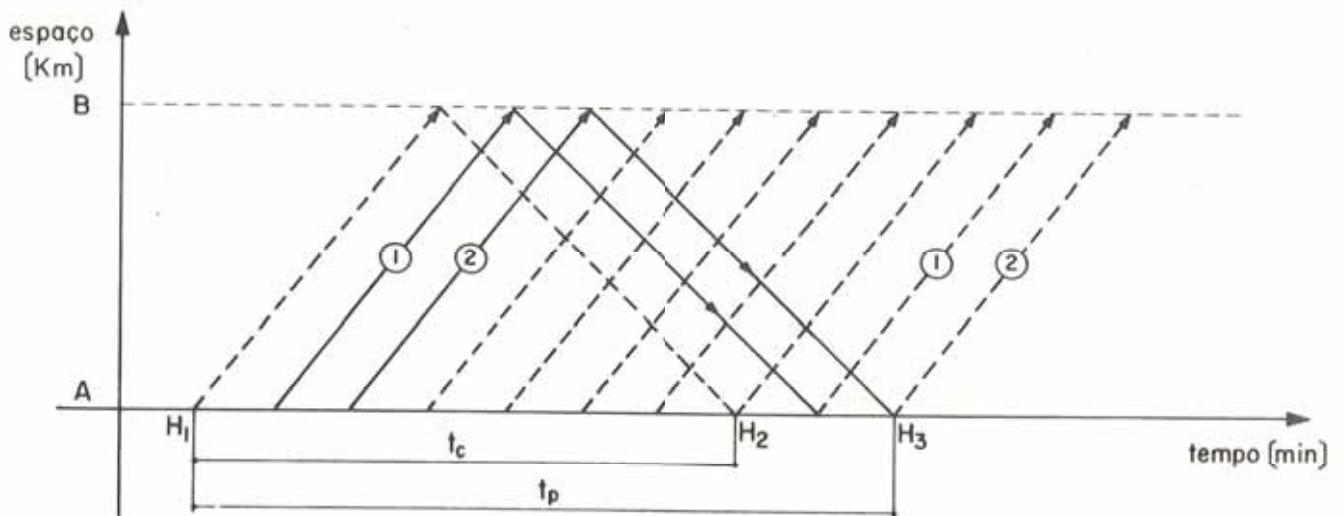
Os dados são médios para o período típico.

Nas tabelas de horário as horas se referem sempre às partidas, isto é, início de t_{AB} e t_{BA} . Nos diagramas simplificados os tempos de ida e de volta correspondem $t_{AB} + t_B$ e $t_{BA} + t_A$.



— cálculo da frota — caso $t_p \geq t_c$

caso em que o tempo de pico é maior ou igual ao tempo de ciclo.



A frota deverá ser suficiente para sustentar o período t_c , pois a partir de H_2 passam a repicar os primeiros veículos.

Sendo:

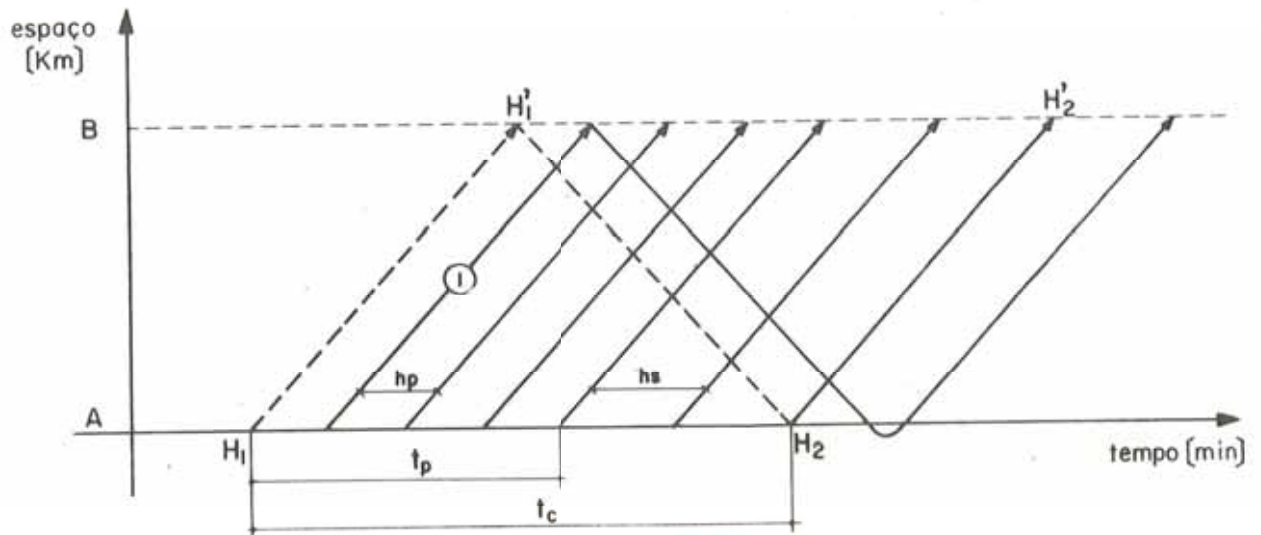
h_p — intervalo de pico

N — número de veículos

$$N = \frac{t_c}{h_p} \frac{[\text{min}]}{[\text{min}/v]}$$

— cálculo da frota — caso $t_p < t_c$

caso em que o tempo de pico é menor que o tempo de ciclo:



A frota deverá ser suficiente para sustentar o período t_c .

Sendo:

h_p = intervalo de pico

h_s = intervalo do período seguinte

$$N = \frac{t_p}{h_p} + \frac{t_c - t_p}{h_s}$$

5. CUSTO OPERACIONAL

Pode-se calcular o impacto das alterações de projeto no custo operacional dos transportes.

5.1. Quilometragem diária média

Sendo:

Q_d = quilometragem diária média

N_d = número de ciclos por dia

L = extensão do ciclo

K_q = fator de sazonalidade da quilometragem

Então:

$$Q_d = \frac{N_d \times L}{K_q} \quad \frac{[\text{km}]}{[\text{dia}]}$$

5.2. Percurso médio anual por carro x ano

Sendo:

PMA = percurso médio anual por carro x ano

N = frota da linha

Então:

$$\text{PMA} = \frac{Q_d \times 365}{N} \quad \frac{[\text{km}]}{[\text{carro x ano}]}$$

5.3. Passageiros diários médios

Sendo:

P_d = número médio de passageiros diários

P = número de passageiros diários da pesquisa

K_p = fator de sazonalidade dos passageiros transportados

Então:

$$P_d = \frac{P}{K_p} \quad \frac{[\text{pass.}]}{[\text{dia}]}$$

5.4. Índice de passageiros por quilômetro

Sendo:

IPK = índice de passageiros por quilômetro

$$\text{IPK} = \frac{P_d}{Q_d} \quad \frac{[p]}{[\text{km}]}$$

5.5. Custo operacional por passageiro transportado

Sendo:

C_{op} = custo operacional por passageiro transportado $\frac{[\text{Cr\$}]}{[p]}$

C_{fix} = custo fixo $\frac{[\text{Cr\$}]}{[c \times \text{anos}]}$

C_{var} = custo variável $\frac{[\text{Cr\$}]}{[\text{km}]}$

Então:

$$C_{op} = \frac{\frac{C_{fix}}{PMA} + C_{var}}{IPK} = \frac{\frac{\frac{Cr\$}{c \times ano}}{km} + \frac{Cr\$}{km}}{\frac{p}{km}} = \frac{[Cr\$]}{[p]}$$

5.6. Viabilidade dos melhoramentos

Para a viabilização dos melhoramentos de projeto, sem alteração da tarifa, teríamos a condição:

$$C_{op} \leq T$$

$$\frac{\frac{C_{fix}}{PMA} + C_{var}}{IPK} \leq T$$

$$IPK \geq \frac{\frac{C_{fix}}{PMA} + C_{var}}{T}$$

Ou seja o IPK de projeto deverá ser maior ou igual o custo quilométrico dividido pela tarifa vigente.

O cálculo de viabilidade sempre se refere a valores médios ponderados das diversas linhas da empresa operadora.

ANEXO 2

Este anexo apresenta parte de um exemplo de aplicação prática da metodologia exposta no Anexo 1.

SUMÁRIO

1. FOLHA DE APURAÇÃO
2. FICHA DE CAMPO PARA PESQUISA INTERNA DE OCUPAÇÃO DE ÔNIBUS
3. FOLHA DE PROJETO
4. TABELA DO NÚMERO DE VIAGENS POR PERÍODO TÍPICO
5. TABELAS DE HORÁRIOS DE SAÍDAS DE VIAGENS

PESQUISA DE UTILIZACAO DE TRANSPORTE COLETIVO

DATA DA PESQUISA - 25/06/63 LINHA DE ONIBUS - 021A - SANTO EDUARDO-PCA DO CORREIO VIA -
 PONTO BAIXO - K JUMINGOS S MONTEIRO/R TOMAS PONTO PRINCIPAL - PCA DO CORREIO

ONIBUS	HORARIO BAIXO		HORARIO PP		T L M P U		T L M P U		C A T K A C A S		PASSAGEIROS		F L U X U		
	CHEG	SAIDA	CHEG	SAIDA	PER.	TEN.	PER.	TER.	BAIRRU	F. PRINC	BAIRRU	B-PP	PP-B	B-PP	PP-B
000104	03.55	04.00	04.40	04.45	040	005	040	005	13136	13164	13176	026	012	1,940	1,912
000145	04.00	04.15	04.40	04.55	033	007	034	005	50657	50670	50679	013	009	0,906	1,912
000165	04.15	04.31	05.05	05.40	034	006	034	005	63957	63976	63982	021	004	1,931	0,925
000200	04.32	04.45	05.21	05.26	036	013	034	005	63424	63451	63457	027	006	1,942	0,937
000130	04.40	05.00	05.37	05.43	037	020	037	006	01071	01128	01142	057	014	3,960	0,962
000103	04.50	05.15	05.54	06.00	034	017	032	006	39104	39163	39182	054	014	3,960	1,911
000174	05.00	05.30	06.16	06.22	046	008	043	006	01424	02002	02030	073	026	4,986	1,927
000104	05.05	05.40	06.25	06.30	045	015	040	005	13176	13241	13266	065	025	6,950	3,912
000145	05.20	05.50	06.35	06.41	045	016	043	006	50674	50752	50770	073	016	7,930	1,963
000107	05.30	06.00	06.50	06.56	050	022	037	006	33694	33767	33632	093	025	9,930	1,947
000165	05.43	06.11	07.01	07.07	052	028	045	004	63962	64067	64065	065	016	7,972	2,900
000166	05.50	06.20	07.11	07.15	051	022	045	004	65027	65119	65138	092	019	10,922	2,937
000200	06.05	06.24	07.21	07.27	052	024	043	006	63457	63552	63565	095	013	10,955	1,908
000166	06.10	06.40	07.26	07.34	046	022	046	006	21914	22014	22040	105	021	9,954	3,900
000130	06.20	06.45				025			01142		01236				
000071	06.20	06.51	07.46	07.53	057	031		005	49627	49926		101		9,916	
000103	06.30	07.00	07.56	08.02	058	026	039	004	39162	39263	39291	101	006	11,922	0,926
000166	06.55	07.08	08.05	08.10	050	013	040	004	27510	27586	27594	076	011	9,975	1,937
000174	07.05	07.15				010			02030		02083				
000104	07.10	07.22	08.22	08.26	060	012	045	004	13266	13346	13376	082	020	5,965	1,975

UTILIZAÇÃO DE ÔNIBUS

LINHA STO EDUARDO-CORREIO
Nº 3119

SENTIDO B-C
INÍCIO 06:00hs

PONTO	LOCALIZAÇÃO	PASSAGEIROS		
		ENTRANDO	SAINDO	OCUPAÇÃO
INICIAL	R. Domingos S. Monteiro-285 - Casa Branca			39
01	Av. dos Nacionalistas - Casa Amarela-Cinza	14	-	53
02	Av. Cipriano Rodrigues - Auto Mec. Funilar		-	53
03	Av. Cipriano Rodrigues - Terreno Baldio	1	-	54
04	Idem - 8 Muro Cinza	Ø1 + 10	-	65
05	Idem - Placa Lajes Bahia		-	65
06	Av. S. Joao XXIII 649 - Constro-Super	2	-	67
07	Idem - 279 - Brastec Lavadoras	1	-	68
08	Idem 85 - Plast. e Espumas Ivone	1	Ø1	68
09	Pça Dr. Sampaio Vidal 73 - Clube de Campo	2	Ø1	69
10	Av. Dr. Eduardo Cotching, 2093-Machado Cruz M.		Ø1	68
11	Rua Saigon, 598 - Bar Rosa	3	-	71
12	Rua Saigon, 1587 - Muro Azul	5	Ø1	75
13	Idem	-	-	75
14	R. Monte Magno llll+ou- / Muro Cinza	7	-	82
15	Idem, 557 - Panif. Rainha V. Diva	1	-	83
16	Idem, 489 - Bar Azul		-	84
17	R. Templários, 241 - Muro Amarelo		-	84
18	Av. Álvaro Ramos - Matagal		-	84
19	Av. Regente Feijó - Muro Pixado		-	84
20	Idem - Muro Blocos Pichado		-	84
21	Idem - Drive-In	1	-	85
22	Idem, 699 - Bara Azul	1	Ø1	85
23	Idem, 395 - Catalione Loteria		-	85
24	R. Pedro Domingues - Muro Branco Pichado		Ø3	82
25	R. Marechal Barbacena - Teto Solar Sports Day	1	-	83
26	R. Álvaro Ramos, 1811 - Bar Monte Verde		Ø2	81
27	Idem - Muro Cinza (Cemitério)		Ø1	80
28	Idem - Idem		Ø3	77
29	Idem - Colegio		Ø3	74
30	Av. Alcantara Machado - Metrô Belém		10	64
31	Idem - Terreno Baldio	1	Ø5	60
32	Idem, 2073 - Yamaha		10	50
33	Idem, 69 - Pça Kennedy (Bar Gigi)		Ø6	44
34	Idem, 509 - Rochesters	Ø1 + 3	Ø2	46
35	Idem, 565 - Lâmpadas Osram		Ø2	44
36	R. da Figueira - Placa Parada Rangel Pestana		Ø1	43
37	Av. Sen. Queiroz - Ilha próx. Banco Nacional		Ø7	36
38	Av. Casper Libero, 45 - Magazine Escorprios		19	17
39	Terminal Pça do Correio		17	Ø
		Σ = 96	Σ = 96	
	$K = 96/95 = 1,13$			

FOLHA DE PROJETO

Companhia de Engenharia de Tráfego **CET**

Linha: 3119 Extensão: _____ km
 C: PRAÇA DO CORREIO Data de pesquisa: ___/___/___
 B: DOMINGOS S. MONTEIRO Data de projeto: ___/___/___
 Empresa: AUXILIAR Projetista: _____

* Intervalo está no limite mínimo
 @ Intervalo fora do limite mínimo

SENTIDO B - C

NÍVEL DE SERVIÇO	PERÍODO DE PESQUISA	ÍNDICE DE RENOVÇÃO K	PASSA-RETRÓS P	DURAÇÃO T	FLUXO (veç/min) qm	Ocupação CRÍTICA Ωm	PASSADENOR DA VIAGEM Pv	INTERVALO h	Nº DE VIAGENS n	PERÍODO DE PROJETO
------------------	---------------------	----------------------	----------------	-----------	--------------------	---------------------	-------------------------	-------------	-----------------	--------------------

A	3:28	1,13	89	77	1,16	19	22	19,25	4	
								19,25	4	
	4:45									

B	4:45	1,13	184	45	4,09	54	61	15,00	3	
						42	48	11,80	3,38	
						41	46	11,25	4	
	5:30									

C	5:30	1,13	316	41	7,71	70	79	10,25	4	
						52	59	7,62	5,37	
						56	63	8,20	5	
	6:11									

PICO E	6:11	1,13	494	49	10,08	88	99	9,80	5	
						71	80	7,96	6,16	
						73	82	8,17	6	
	7:00									

C D	7:00	1,11	588	80	7,35	66	73	10,00	8	
						52	58	7,85	10,19	
						59	65	8,89	9	
	8:20									

B A	8:20	1,11	204	52	3,92	37	41	10,40	5	
						42	47	11,89	4,37	
								10,40	5	
	9:12									

A	9:12	1,11	286	92	3,11	37	41	13,14	7	
								13,14	7	
	10:44									

SENTIDO C - B

NÍVEL DE SERVIÇO	PERÍODO DE PESQUISA	ÍNDICE DE RENOVÇÃO K	PASSA-RETRÓS P	DURAÇÃO T	FLUXO (veç/min) qm	Ocupação CRÍTICA Ωm	PASSADENOR DA VIAGEM Pv	INTERVALO h	Nº DE VIAGENS n	PERÍODO DE PROJETO
------------------	---------------------	----------------------	----------------	-----------	--------------------	---------------------	-------------------------	-------------	-----------------	--------------------

A	4:35	1,00	31	51	0,61	8	8	12,75	4	
								12,75	4	
	5:26									

A	5:26	1,00	61	56	1,09	20	20	16,67	3	
								16,67	3	
	6:22									

A	6:22	1,85	86	45	1,91	11	21	11,25	4	
								11,25	4	
	7:07									

A	7:07	2,71	61	55	1,11	6	15	13,75	4	
								13,75	4	
	8:02									

A	8:02	2,71	97	72	1,35	6	16	12,00	6	
								12,00	6	
	9:14									

A	9:14	2,10	182	48	3,79	17	36	9,60	5	
								9,60	5	
	10:02									

A	10:02	1,50	244	97	2,52	27	41	16,17	6	
								16,17	6	
	11:39									

TABELA DO NÚMERO DE VIAGENS POR PERÍODO TÍPICO

SENTIDO B → C					SENTIDO C → B				
Período			N.º Viagens		Período			N.º Viagens	
Início H	Fim H	Duração (min)	Projeto	Pesquisa	Início H	Fim H	Duração (min)	Projeto	Pesquisa
3:28	4:45	77	4	4	4:35	5:26	51	4	4
4:45	5:30	45	4	3	5:26	6:22	56	3 (1)	3
5:30	6:11	41	5	4	6:22	7:07	45	4 (1)	4
6:11	7:00	49	6	5	7:07	8:02	55	4 (2)	4 (1)
7:00	8:20	80	9	8	8:02	9:14	72	6 (3)	6 (2)
8:20	9:12	52	5	5	9:14	10:02	48	5	5
9:12	10:44	92	7	7	10:02	11:39	97	6 (1)	6 (1)
10:44	11:45	61	6	6	11:39	12:33	54	6	6
11:45	13:50	125	11	11	12:33	14:51	138	11	11
13:50	15:08	78	7	7	14:51	16:05	74	7	7
15:08	16:17	69	6	6	16:05	17:12	67	6	6
16:17	17:19	62	6	6	17:12	18:15	63	6	6
17:19	18:30	71	5	5	18:15	19:15	60	5	5
18:30	20:04	94	6	6	19:15	20:55	100	6	6
20:04	23:30	206	7 (1)	7	20:55	24:20	205	8	7
TOTAL			94 (1)	90	TOTAL			87 (8)	86 (4)
			95	90				95	90

TABELA DE HORÁRIOS DE SAÍDAS DE VIAGENS

Linha: 3119			Terminal: Domingos S. Monteiro		
3:48	7:00	10:05	13:27	16:48	22:02
4:07	7:08	10:18	13:38	16:59	22:31
4:26	7:17	10:31	13:50	17:09	23:01
4:45	7:26	10:44	14:02	17:19	23:30
4:57	7:35	10:55	14:13	17:34	
5:08	7:44	11:05	14:24	17:48	
5:19	7:53	11:15	14:35	18:02	
5:30	8:02	11:25	14:46	18:16	
5:39	8:11	11:35	14:57	18:30	
5:47	8:20	11:45	15:08	18:46	
5:55	8:31	11:56	15:20	19:01	
6:03	8:41	12:08	15:31	19:17	
6:11	8:52	12:19	15:42	19:33	
6:20	9:02	12:30	15:54	19:48	
6:28	9:12	12:42	16:05	20:04	
6:36	9:26	12:53	16:17	20:33	
6:44	9:39	13:04	16:28	21:03	
6:52	9:52	13:16	16:38	21:32	

Boletim Técnico da CET

BT N.º 1 — Redução do Consumo de Combustível: Ações na Circulação e no Transporte	— publicado
BT N.º 2 — Redução dos Acidentes de Tráfego: Proposta de Medidas para um Plano de Ação	— publicado
BT N.º 3 — São Paulo e a Racionalização do Uso de Combustível	— publicado
BT N.º 4 — Pesquisa Aerofotográfica da Circulação Urbana: Análise de um Projeto Piloto	— publicado
BT N.º 5 — Noções Básicas de Engenharia de Tráfego	— publicado
BT N.º 6 — Engenharia de Campo	— publicado
BT N.º 7 — Projeto SEMCO: Sistema de Controle de Tráfego em Áreas de São Paulo	— publicado
BT N.º 8 — Ação Centro	— publicado
BT N.º 9 — COMONOR: Comboio de Ônibus Ordenados	— publicado
BT N.º 10 — Sistema de Controle de Tráfego Aplicação do Programa Transyt	— publicado
BT N.º 11 — POT — Programa de Orientação de Tráfego	— publicado
BT N.º 12 — Controlador Atuado	— publicado
BT N.º 13 — Sinalização Vertical: Montagem e Implantação	— publicado
BT N.º 14 — Fiscalização da Sinalização Horizontal	— publicado
BT N.º 15 — Projetos de Intersecções em Nível — Canalização	— publicado
BT N.º 16 — Métodos para Cálculos da Capacidade de Intersecções Semaforizadas	— publicado
BT N.º 17 — Áreas de Pedestres — Conceitos	— publicado
BT N.º 18 — Transportes por Ônibus Contratado — TOC	— publicado
BT N.º 19 — Áreas de Pedestres: Técnicas e Aplicações	— publicado
BT N.º 20 — Impacto de Investimento do Sistema Viário	— publicado
BT N.º 21 — Um estudo Sobre os Problemas de Estacionamento de Veículos	— publicado
BT N.º 22 — COMONOR II: Comboios de Ônibus Ordenados nas Avenidas Rangel Pestana e Celso Garcia	— publicado
BT N.º 23 — Educação de Trânsito Via Comunicação Social	— publicado
BT N.º 24 — Projeto Piloto: Deficientes Físicos e Visuais	— publicado
BT N.º 25 — Projeto Brigadeiro: Faixa Exclusiva de Ônibus no Contrafluxo	— publicado
BT N.º 26 — Operação Especial: Visita do Papa João Paulo II	— publicado
BT N.º 27 — Iluminação e Visibilidade	— publicado
BT N.º 28 — Sistema de Administração de Multas de Trânsito	— publicado
BT N.º 29 — Atividades Básicas de Operação de Trânsito	— publicado
BT N.º 30 — Impacto das Obras na Via Pública	— publicado
BT N.º 31 — Pesquisas e Levantamentos de Tráfego	— publicado
BT N.º 32 — Pólos Geradores de Tráfego	— publicado
BT N.º 33 — Áreas de Estacionamentos e Gabaritos de Curvas Horizontais	— publicado
BT N.º 34 — Tarifa de Ônibus Urbano	— publicado
BT N.º 35 — Análise e Dimensionamento da Oferta de Transporte por Ônibus — Metodologia	— publicado
BT N.º 36 — Avaliação de Projetos em Gerência de Tráfego: Teoria e Prática	— no prelo

Impresso nas oficinas da
EDITORA PARMA LTDA.
Fone: 209-5077
Av. Antônio Bardella, 280
Guarulhos - São Paulo - Brasil
Com filmes fornecido: pelo Editor

Boletim Técnico da CET

BT N.º 1 — Redução do Consumo de Combustível: Ações na Circulação e no Transporte	— publicado
BT N.º 2 — Redução dos Acidentes de Tráfego: Proposta de Medidas para um Plano de Ação	— publicado
BT N.º 3 — São Paulo e a Racionalização do Uso de Combustível	— publicado
BT N.º 4 — Pesquisa Aerofotográfica da Circulação Urbana: Análise de um Projeto Piloto	— publicado
BT N.º 5 — Noções Básicas de Engenharia de Tráfego	— publicado
BT N.º 6 — Engenharia de Campo	— publicado
BT N.º 7 — Projeto SEMCO: Sistema de Controle de Tráfego em Áreas de São Paulo	— publicado
BT N.º 8 — Ação Centro	— publicado
BT N.º 9 — COMONOR: Comboio de Ônibus Ordenados	— publicado
BT N.º 10 — Sistema de Controle de Tráfego Aplicação do Programa Transyt	— publicado
BT N.º 11 — PÔT — Programa de Orientação de Tráfego	— publicado
BT N.º 12 — Controlador Atuado	— publicado
BT N.º 13 — Sinalização Vertical: Montagem e Implantação	— publicado
BT N.º 14 — Fiscalização da Sinalização Horizontal	— publicado
BT N.º 15 — Projetos de Intersecções em Nível — Canalização	— publicado
BT N.º 16 — Métodos para Cálculos da Capacidade de Intersecções Semaforizadas	— publicado
BT N.º 17 — Áreas de Pedestres — Conceitos	— publicado
BT N.º 18 — Transportes por Ônibus Contratado — TOC	— publicado
BT N.º 19 — Áreas de Pedestres: Técnicas e Aplicações	— publicado
BT N.º 20 — Impacto de Investimento do Sistema Viário	— publicado
BT N.º 21 — Um estudo Sobre os Problemas de Estacionamento de Veículos	— publicado
BT N.º 22 — COMONOR II: Comboios de Ônibus Ordenados nas Avenidas Rangel Pestana e Celso Garcia	— publicado
BT N.º 23 — Educação de Trânsito Via Comunicação Social	— publicado
BT N.º 24 — Projeto Piloto: Deficientes Físicos e Visuais	— publicado
BT N.º 25 — Projeto Brigadeiro: Faixa Exclusiva de Ônibus no Contrafluxo	— publicado
BT N.º 26 — Operação Especial: Visita do Papa João Paulo II	— publicado
BT N.º 27 — Iluminação e Visibilidade	— publicado
BT N.º 28 — Sistema de Administração de Multas de Trânsito	— publicado
BT N.º 29 — Atividades Básicas de Operação de Trânsito	— publicado
BT N.º 30 — Impacto das Obras na Via Pública	— publicado
BT N.º 31 — Pesquisas e Levantamentos de Tráfego	— publicado
BT N.º 32 — Pólos Geradores de Tráfego	— publicado
BT N.º 33 — Áreas de Estacionamentos e Gabaritos de Curvas Horizontais	— publicado
BT N.º 34 — Tarifa de Ônibus Urbano	— publicado
BT N.º 35 — Análise e Dimensionamento da Oferta de Transporte por Ônibus — Metodologia	— publicado
BT N.º 36 — Avaliação de Projetos em Gerência de Tráfego: Teoria e Prática	— no prelo