65

INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

CONTRIBUIÇÃO PARA ESTUDOS TARIFÁRIOS EM ÁREAS URBANAS

POR

MARCO ANTONIO DE OLIVEIRA SILVA

TESE SUBMETIDA
COMO REQUISITO PARCIAL
PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE
MESTRE EM CIÊNCIAS
EM TRANSPORTES

Assinatura do Orientador da Tese

WILLIAN ALBERTO DE AQUINO PEREIRA

Rio de Janeiro, RJ

Novembro, 1982

À minha esposa Eva

e a meus pais

AGRADECIMENTOS

Ao Engº Willian Alberto de Aquino Pereira, do Departamento Geral de Transportes Concedidos do Estado do Rio de Janeiro, pelo incentivo na escolha do tema, a orientação e o apoio constante no período de execução do trabalho.

Ao Instituto Militar de Engenharia e ao GEIPOT pelas condições oferecidas no decorrer de todo o curso.

Ao Convênio EBTU-CAPEJ, pela Bolsa oferecida e o incentivo decorrente desta escolha.

Aos Profs. João Hermes Nogueira Junqueira e Pedro Carvalho de Mello, co-orientadores do trabalho, pelo apoio oferecido.

Àqueles que, direta ou indiretamente, ajudaram na elaboração deste trabalho.

SUMÁRIO

Neste trabalho se analisa a metodologia adotada no Brasil para tarifação dos ônibus urbanos e, a partir dos problemas detectados pela sua aplicação, se propõe um método alternativo de cálculo com o objetivo de se manter o equilíbrio financeiro das empresas transportadoras.

Na metodologia tradicional, as tarifas são igualadas a um custo médio do sistema de transporte, como se este fosse operado por uma só empresa, onde as linhas deficitárias subsidiariam as superavitárias. Como no Brasil, os sistemas de transporte urbano por ônibus, na maioria dos casos, são operados por várias empresas e as linhas não são distribuídas por critérios de rentabilidade, existe a possibilidade de desequilíbrio financeiro em algumas transportadoras.

O método alternativo proposto procura preservar a integridade financeira das transportadoras, possibilitando a adoção de qualquer política tarifária, e permite o direcionamento das medidas para redução de tarifas bem como a inclusão de variáveis que imprimam um caráter social às tarifas calculadas.

SUMMARY

This work has the purpose of analysing the methodology adopted in Brazil for city-bus fares. Starting from the problems founded in its treatment, it is suggested an alternative method of calculating these fares. This method aims to mantain the financial balance of companies which work with transport.

Based on traditional methodology, the fares are equalized at an average cost in the transport system; as if this system was operated by only one company, where the deficitary bus-lines would pay for the surplus ones. In Brazil, the majority of the transportation systems for city buses is operated by a lot of companies and the services aren't distributed aiming rentability. So, there's a possibility of financial instability or even disturbance in some transportation companies.

This alternative method, put foward for consideration, tries to preserve the financial integrity of the companies, creating possibilities of adopting any fare policy. It also allows the adoption of proceedings to reduce the fares as well as the inclusion of variables the will give a social aspect to the calculated fares.

ÍNDICE

SUMÁRIO iii

SUMMARY iv

LISTA DE TABELAS vii

LISTA DE ILUSTRAÇÕES x

SIMBOLOGIA xi

I. INTRODUÇÃO 1

1.1 - Objetivo 1

1.2 - Justificativa do Trabalho 1

1.3 - Descrição do Trabalho 4

II. ANÁLISE DO MÉTODO TRADICIONAL DE TARIFAÇÃO 6

2.1 - Apresentação do Método Tradicional de Tarifação 6

2.2 - Crítica ao Método 10

2.3 - Demonstração das Críticas ao Método 12

2.4 - Proposição para Cálculos Tarifários 33

III. APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO PARA CÁLCULOS TARIFÁRIOS 37

3.1 - Definição da Área de Aplicação 37

3.2 - Determinação dos Custos de Operação das Linhas 38

3.3 - Políticas Tarifárias 46

3.4 - Efeitos da Utilização do Método Tradicional 62

3.5 - Considerações Finais 67

IV. CONSIDERAÇÕES SOBRE MEDIDAS PARA REDUÇÃO DE TARIFAS 70

4.1 - Introdução 70

4.2 - A Atuação do Órgão Concedente 71

4.3 - Redução de Tarifas por Meio de Subsídios Cruzados 74

4.4 - Subsídios Diretos 80

V. CONCLUSÕES 82

5.1 - Conclusões 82

5.2 - Recomendações para Futuros Trabalhos 84

BIBLIOGRAFIA 86

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Distribuição das Empresas segundo o Patrimônio 3

TABELA 2: Distribuição Percentual das Linhas utilizadas na Simulação 22

TABELA 3: Variação dos Custos em Função do Nível de Serviço. Demanda: 4000 Pass/Dia. Extensão: 15 Km 25

TABELA 4: Tabela de Distribuição Média Diária da Demanda para Empresa: A Linha: 1 Extensão: 8,1 Km 39

TABELA 5: Tabela de Distribuição Média Diária da Demanda para Empresa: A Linha:2 Extensão: 8,5 Km 40

TABELA 6: Tabela de Distribuição Média Diária da Demanda para Empresa:B Linha: 3 Extensão: 12,0 Km 41

TABELA 7: Tabela de Distribuição Média Diária da Demanda para Empresa:C Linha:4 Extensão: 14,0 Km 42

TABELA 8: Tabela de Distribuição Média Diária da Demanda para Empresa:C Linha:5 Extensão: 14,0 Km 43

TABELA 9: Tabela de Distribuição Média Diária da Demanda para Empresa:C Linha:6 Extensão: 14,0 Km 44

TABELA 10: Tabela de Distribuição Média Diária da Demanda para Empresa:C Linha:7 Extensão: 22,1 Km 45

TABELA 11: Tabela de Custo Operacional por Passageiro 47

TABELA 12: Determinação da Tarifa Única 52

TABELA 13: Caixa de Compensação para Tarifa Única 53

TABELA 14: Determinação da Tarifa Única pela Variação do Nível de Serviço 56

TABELA 15: Determinação da Tarifa com Base no Coeficiente Quilométrico 58

TABELA 16: Caixa de Compensação para Tarifa com Base no Coeficiente Quilométrico 60

TABELA 17: Determinação do Coeficiente Quilométrico pela Variação do Nível de Serviço 61

TABELA 18: Comparação entre a Metodologia Tradicional com PMA e A para todo o Estado e o Custo de Operação das Linhas 64

TABELA 19: Determinação de PMA e A Médios 66

TABELA 20: Comparação da Metodologia Tradicional com PMA e A Médios para as Linhas e o Custo de Operação das Linhas 68

TABELA 21: Composição dos Usuários por Nível de Renda 78

TABELA 22: Determinação da Tarifa Diferenciada pela Renda dos Usuários de cada Linha 79

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Gráfico Custo x Nível de Serviço para Linha de 4000 pass/dia, 15 Km 26

Figura 2: Gráfico de Custo para Demanda de 4000 Pass/Dia 28

Figura 3: Gráfico de Custo para Demanda de 8000 Pass/Dia 29

Figura 4: Gráfico de Custo para Demanda de 16000 Pass/Dia 30

Figura 5: Gráfico de Custo para Demanda de 40000 Pass/Dia 31

Figura 6: Gráfico de Custo para Demanda de 60000 Pass/Dia 32

Figura 7: Dinâmica do Processo Tarifário e Efeitos Decorrentes do Diferencial entre Custos e Tarifas 35

Figura 8: Sistema Integrado de Transporte 54

Figura 9: Gráfico da Variação de Custo em Função da Redução de Velocidade 73

SIMBOLOGIA

A	Taxa de Aproveitamento
CD	Custos Dependentes
CI	Custos Independentes
CIP	Conselho Interministerial de Preços
CP	Custo Pago
CPQ	Custo por Passageiro Quilômetro
CQ	Custo por Quilômetro
CTC-RJ	Companhia de Transportes Coletivos do Estado do Rio de Janeiro
CV	Capacidade do Veículo
D	Demanda
DIAS	Número de Dias de Operação da Linha
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DT	Demanda Total
DTC-RJ	Departamento Geral de Transportes Concedidos do Estado do Rio de Janeiro
EXTPS	Extensão da Linha
FR	Fator de Rotatividade
FREQ	Frequência
FROTA	Frota Alocada a uma Linha
FT	Frequência Total

HMAX	Headway Máximo
HMIN	Headway Mínimo
HOP	Headway Operacional
HOP_p	Headway Operacional no Pico
HTEC	Headway Técnico
IPR	Instituto de Pesquisas Rodoviárias
N	Número de Assentos
NUA	Número de Viagens Anuais

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1.1 - Objetivo

O objetivo deste trabalho é desenvolver uma alternativa para cálculos tarifários que possibilitem a Órgãos Públicos, concedentes de transporte por ônibus, principalmente nas área urbanas, analisar várias políticas tarifárias e sua correlação com o padrão de operação, visando a adoção daquela mais adequada às características do sistema local e permitindo a justa remuneração das empresas operadoras, bem como a adoção de medidas que procurem minimizar a participação das tarifas cobradas na renda familiar das camadas mais pobres da sociedade brasileira.

1.2 - Justificativa do Trabalho

A base da locomoção coletiva urbana nas cidades brasileiras é o transporte público por ônibus, mesmo levando-se em consideração as grandes cidades como Rio de Janeiro e São Paulo, onde outras modalidades assumem certa importância. O desenvolvimento de novas tecnologias nem sempre resulta em boas soluções do ponto de vista econômico, principalmente em países em desenvolvimento onde os recursos para investimento são limitados.

Certas características do sistema de transporte por ônibus como a utilização da rede viária existente e o baixo custo unitário do equipamento rodante, possibilitam sua utilização a custos menores do que outras tecnologias mais sofisticadas.

A característica mais marcante desses sistemas reside no fato dos mesmos serem operados por uma maioria de empresas privadas, devendo a remuneração das mesmas prever a cobertura dos custos operacionais e mais a justa lucratividade prevista em lei.

O método tradicional para tarifação utilizado no Brasil baseia-se no levantamento dos índices de custo nas próprias transportadoras e, a partir do tratamento estatístico das mesmas, a definição dos custos médios do sistema.

As transportadoras, porém, contestam a validade desse método, argumentando que sua situação no campo financeiro é precária, podendo-se apresentar, por exemplo, a Tabela 1 na qual o Sindicato das Empresas de Transportes Rodoviários do Rio Grande do Sul atesta esta afirmativa através do desempenho de suas associadas no ano de 1973, em termos da relação lucro líquido/patrimônio líquido.

Técnicos dos Órgãos Concedentes, elemento moderador do sistema, questionam a validade do método atual uma vez que o mesmo não vem permitindo o atendimento aos reclamos dos dois outros elementos integrantes do sistema de transporte e, ainda, não vem permitindo o repasse dos benefícios das melhorias projetadas aos usuários, por diluição dos mesmos nos cálculos de médias de custo.

1.3 - Descrição do Trabalho

De forma a permitir a ordenação lógica do trabalho e a fim de atingir os objetivos propostos, o mesmo é dividido em quatro capítulos, além deste, Introdutório.

No Capítulo II inicia-se pela apresnetação da Metodologia Tradicional de Tarifação, criticando-se a mesma. Demonstram-se estas críticas pela simulação da operação de diversas linhas, comparando-se os custos decorrentes das mesmas com a tarifa calculada pelo método tradicional. Propõe-se, então, uma forma alternativa de cálculo a fim de minimizar as deficiências demonstradas.

No Capítulo III aplica-se o método proposto a sete linhas urbanas, mostrando-se a possibilidade da sua utilização para qualquer política tarifária adotada.

No Capítulo IV tecem-se considerações sobre medidas para redução de tarifas, que de forma nenhuma preten-

de-se seja exaustiva mas que tem o objetivo de demonstrar a conveniência da adoção do método proposto no direcionamento dos gastos públicos e a possibilidade de, com seu uso, se adotar políticas tarifárias com objetivos sociais com a inclusão no cálculo tarifário de variáveis tais como a renda dos usuários.

As conclusões do trabalho constam do Capítulo V, que é finalizado com as recomendações para novos estudos.

CAPÍTULO II

ANÁLISE DO MÉTODO TRADICIONAL DE TARIFAÇÃO

2.1 - Apresentação do Método Tradicional de Tarifação

A característica mais marcante do transporte público urbano por ônibus no Brasil, é que ele é operado, quase que totalmente, por empresas particulares. Este fato determina a necessidade, em defesa do público, de controle tanto de condições operacionais como dos preços a serem cobrados.

O método preconizado pelo CIP para cálculos tarifários, parte da determinação dos custos médios do sistema, através de uma planilha pré-determinada, onde os custos são divididos em dois grupos, chamados de dependentes e independentes. Os independentes são aqueles que não guardam qualquer relação com o percurso médio anual de veículos(PMA) e, os dependentes, como o nome sugere, dependem do PMA. Por exemplo, o gasto de combustível por quilômetro independerá da quilometragem bruta anual rodada pelo veículo.

Os componentes de cada grupo utilizados nos estudos tarifários do DTC-RJ, por exemplo, são:

a) Independentes:

- Combustível

- Lubrificantes
- Rodagem
- Peças e Acessórios

b) Dependentes:

- Depreciação de veículos
- Remuneração de capital
- Despesas Administrativas
- Pessoal de Operação
  - . Tráfego
  - . Manutenção.

O cálculo dos coeficientes referentes aos custos independentes é realizado considerando-se as relações entre o número de unidades consumidas e a quilometragem percorrida em um determinado período.

Os custos dependentes são calculados a partir da relação entre a média dos valores de ordem físico financeira pesquisados nas empresas e a frota média do sistema.

A justificativa principal para a adoção deste método se baseia no fato de que as próprias empresas fabricantes de veículos, quando consultadas, afirmarem não possuir dados técnicos confiáveis (de consumo de combustível, lubrificantes ou desgaste de peças, dimensionamento de equipes de manutenção, etc.), recomendando sua pesquisa, na prática, junto às empresas de transporte de bom padrão organizacional.

A primeira crítica a ser feita à este método é devida à agregação dos dados serem a nível de empresas e não no de linhas. Porém, dificuldades de apropriação de custos inerentes às permissionárias contra-indicam o processamento, que seria extremamente complexo. Utilizam-se, então, as informações a nível de empresa, admitindo-se serem os índices de custos iguais para todas as linhas.

Outra crítica a ser feita se refere ao fato da metodologia se basear no cálculo das médias de custos não considerando economias de escala, cuja existência na indústria de transporte foi demonstrada por Orrico Filho[9]. O cálculo pelos valores médios pressupõe que os custos crescem proporcionalmente às unidades adotadas.

Um aperfeiçoamento do método é a utilização de regressões lineares em lugar dos valores médios, para a estimativa dos custos independentes, que foi apresentada por Johnston[10] e testada para as condições brasileiras pelo Instituto de Pesquisas Rodoviárias do D.N.E.R.(IPR)[11].

Esta utilização permite, ainda, a possibilidade de incentivar melhorias de eficiência ou aumento de produtividade em itens específicos da operação ou manutenção, pelo uso adequado dos intervalos de confiança obtidos na análise estatística conforme alguns Órgãos Concedentes vêm fazendo. Isto corresponderia a não se adotar o valor médio do coeficiente, seja através da definição de padrões

ótimos preestabelecidos, seja pela própria política de melhoria de nível de operação.

As parcelas de custos dependentes e independentes, calculados pelo somatório dos níveis encontrados nos itens que os compõem, estão relacionados a quantidades monetárias heterogêneas, a primeira a Cr$/veículo x ano e a segunda a Cr$/km. A homogeinização das mesmas é feita calculando-se o custo por quilômetro da seguinte forma:

$$CQ = \frac{CD}{PMA} + CI \qquad (1)$$

onde:

CD - Custo Dependente

CI - Custo Independente

PMA - Percurso Médio Anual

O cálculo do PMA é feito considerando-se o somatório da quilometragem rodada em um ano dividido pelo somatório da frota de todas as empresas componentes da amostra utilizada no estudo tarifário.

$$PMA = \frac{\sum_{i=1}^{n} EXPTS_i \times NVA_i}{\sum_{i=1}^{n} FROTA_i} \qquad (2)$$

onde:

$EXPTS_i$ - Extensão da linha i

NVA_i - Número de viagens anuais da linha i

n - Número de linhas utilizadas no estudo tarifário

$FROTA_i$ - Frota alocada à linha i

A partir do custo por quilômetro pode-se calcular o custo por passageiro-quilômetro, como mostrado a seguir:

$$CPQ = \frac{CQ}{AxN} \qquad (3)$$

onde:

CQP - Custo por Passageiro Quilômetro

A - Coeficiente de Aproveitamento

N - Número de Assentos disponíveis em um Ônibus

O coeficiente de aproveitamento é definido pela relação entre o número de passageiros e o número de assentos oferecidos e é adotado um valor médio para o sistema.

2.2 - Crítica ao Método

Quando se fixam, porém, os valores do PMA e da Taxa de Aproveitamento para o sistema, o que na realidade se está fazendo é determinar os níveis de operação de cada linha de ônibus. Assim, os veículos da frota alocada à linha deverão rodar em média uma quilometragem anual igual

à fixada, transportando um número mínimo de passageiros.

No entanto, dependendo das características da linha, como será demonstrado mais adiante, estes dois valores podem ser incompatíveis determinando a inviabilidade financeira da linha e a descapitalização das operadoras.

Do ponto de vista puramente capitalista as linhas inviáveis não deveriam existir, o transporte público urbano, porém, se reveste de um caráter social, que é de proporcionar iguais oportunidades de transporte a todas as parcelas da população, principalmente àquelas de menor nível de renda, cativas deste tipo de transporte, impondo-se a existência dessas linhas.

No início deste capítulo frisou-se a característica predominante dos sistemas de transporte por ônibus no Brasil, que é a de ser operado por uma maioria de empresas privadas, fato determinante, tanto para a regularidade da oferta de transporte, como para atender a preceitos constitucionais que tratam da tarifação de serviços públicos, da necessidade de uma revisão no método atual de cálculo tarifário, uma vez que atualmente, como se irá provar, algumas linhas podem ser remuneradas bem abaixo dos seus custos enquanto outras, de forma contrária, se encontram super-tarifadas. Não havendo um critério de distribuição das linhas pelas empresas em função da sua rentabilidade, podem ocorrer graves desequilíbrios em algumas de

las menos favorecidas pela sorte, com reflexos negativos sobre os usuários.

2.3 - Demonstração das Críticas ao Método

Para demonstrar as críticas ao método realizadas no item anterior, se pretende calcular os custos de linhas que atendam diversas demandas a extensões variadas e mostrar as discrepâncias dos mesmos com o método tradicional de tarifação, ainda que se adote a mesma abordagem de cálculo dos custos dependentes e independentes por tratamento estatístico dos dados coletados nas próprias transportadoras.

Para tanto, se irá fixar diferentes esquemas de operação para cada linha estudada representando uma variação do nível de atendimento das mesmas, com a utilização de um modelo desenvolvido por Tabosa[16,27,28] e Rosa Filho[15] que procura simular a operação de linhas de ônibus a partir do relacionamento dos atributos do sistema, possibilitando racionalizar a oferta de transporte.

A escolha deste modelo deveu-se à simplicidade de sua utilização, à possibilidade de uso de equipamento de processamento de dados de baixa capacidade (IBM-1130) e à coerência dos dados encontrados nos trabalhos práticos desenvolvidos nos Órgãos Concedentes que o implantaram. Outros modelos mais sofisticados desenvolvidos a par

tir deste, por Barra[17] e Sampaio Filho[27] possibilitam a análise mais refinada dos custos de operação em vista da melhor definição das frotas necessárias. A utilização, porém, de qualquer um destes modelos não alteraria as conclusões deste trabalho, em razão das diferenças encontradas entre os modelos serem pequenas como pode ser visto no trabalho apresentado na referência 28, onde foram comparados os três modelos.

A seguir é apresentado de forma sucinta o modelo utilizado, indicando-se na bibliografia os trabalhos, onde maiores informações podem ser conseguidas.

2.3.1 - Descrição do Modelo de Previsão Operacional Utilizado no Trabalho

O modelo utilizado procura simular a operação de linhas de ônibus a partir da fixação de alguns dos atributos do sistema de transporte coletivo, os quais seriam, principalmente: custo da viagem, conforto, tempo de espera e velocidade. Estes atributos se refletem em medidas de qualidade da oferta como o preço da passagem, a taxa de passageiros em pé por metro quadrado, o "headway" e o tempo de viagem de ônibus.

Como toda modelagem, o presente modelo está sujeito a simplificação que visaram possibilitar sua construção, sem no entanto invalidar sua utilização como com-

provam o seu emprego prático[5]. As principais simplificações são:

- O dia deve ser dividido em períodos, sendo recomendável a utilização de períodos de uma hora, pois o período de pico é empregado para a determinação da frota. Quanto menores forem os períodos considerados, maiores serão as frotas alocadas, o que levará a menores tempos de espera, tendo como contrapartida o aumento do custo operacional.

- A demanda é considerada uniforme ao longo do período, isto é, a taxa de chegada de passageiros é constante.

- O primeiro veículo a chegar é o primeiro a sair (FIFO).

- Não há armazenagem dos veículos em um dos terminais, obrigando que o número de viagens realizadas num sentido seja igual ao realizado no outro.

2.3.1.1- Dados de Entrada

- Demanda

Necessita-se conhecer o comportamento da demanda diária com relação à variação horária em cada sentido da linha.

- Tecnologia

O tipo de veículo utilizado na linha fornece duas variáveis - o número de assentos e a área disponível para passageiros em pé.

- Atributos do Sistema

Os atributos do sistema são de variáveis que definirão o esquema operacional a ser adotado na linha e consequentemente seu custo. No modelo são considerados:

a) Extensão da linha

b) Tempo de viagem

c) Taxa de passageiros em pé, representando o atributo conforto, utilizando-se no modelo três valores máximo, adotado e mínimo.

d) "Headway" máximo representativo do tempo de espera, determinado em função do comportamento da demanda, variando com a quilometragem da linha, a renda dos usuários, alternativas de transporte, etc.

e) "Headway" mínimo, limitante em função da capacidade de operação, de terminais e vias.

2.3.1.2- Descrição dos Procedimentos

- Cálculo da Capacidade do Veículo

A partir da determinação do veículo a ser uti-

lizado e da fixação da taxa de passageiros em pé adotada determina-se a capacidade do veículo:

$$CV = N + S \times TADOT \qquad (4)$$

onde:

CV - Capacidade do Veículo

N - Número de Assentos

S - Área para Passageiros em Pé

TADOT - Taxa de Passageiros em Pé por Metro Quadrado Adotada.

- Cálculo de Frequência

De posse dos dados de demanda para o trecho da linha mais carregada e por período, da capacidade do veículo e dos valores de "Headways" máximo e mínimo, calcula-se o "Headway" técnico. O cálculo é feito considerando a indexação de período e sentido de análise.

$$HTEC\ (I,K) = \frac{CV \times 60}{D(I,K) \times FR(I,K)} \qquad (5)$$

onde:

HTEC (I,K) - "Headway" Técnico para o período de I e sentido K

D (I,K) - Demanda para o período I de uma hora e sentido K

FR (I,K) - Fator de rotatividade, correspondente à relação entre a demanda no trecho mais carregado da linha e a demanda total para o período I e sentido K. Aplica-se para as linhas multi-origens, multi-destinos. No caso de um só destino será igual a 1.

A partir das restrições de "Headway" máximo e mínimo assumidos no experimento e levando em conta os arredondamentos que tornam o "Headway" controlável na prática, é calculado o "Headway" operacional. Então tem-se:

$$HTEC(I,K) \leq HMAX(I,K) \rightarrow HOP(I,K) = HTEC(I,K) \quad (6)$$

$$HTEC(I,K) > HMAX(I,K) \rightarrow HOP(I,K) = HMAX(I,K) \quad (7)$$

$$HTEC(I,K) < HMIN(I,K) \rightarrow HOP(I,K) = HMIN(I,K) \quad (8)$$

onde:

HMIN(I,K) - "Headway" mínimo para o período I sentido K

HMAX(I,K) - "Headway" máximo para o período I sentido K

HOP(I,K) - "Headway" operacional para o período I sentido K.

O número de partidas de ônibus no período I e sentido K(frequência) é calculado pelo inverso do "Headway" operacional.

$$FREQ\ (I,K) = \frac{60}{HOP(I,K)} \qquad (9)$$

onde:

FREQ(I,K) - Frequência horária do período I e sentido K.

A frequência a ser adotada no período será a do sentido de maior valor e a frequência total diária a soma destas frequências dominantes.

- Cálculo da Taxa de Aproveitamento

A taxa de aproveitamento, um dos parâmetros mais importantes para o cálculo dos custos, é encontrado pela relação entre a demanda total e o número de lugares ofertados por dia.

$$A = \frac{DT}{FT \times N} \qquad (10)$$

onde:

A - Taxa de Aproveitamento

DT - Demanda Total Diária

N - Número de Assentos da Tecnologia Adotada

FT - Frequência Total Diária

- Cálculo da Frota

A determinação da frota é feita considerando-se a frequência e o tempo de ciclo do período de pico, se este for menor ou no máximo igual ao período considerado.

$$FROTA = \frac{tp}{HOP_p} \qquad (11)$$

onde:

tp - Tempo de ciclo no pico

HOP_p - "Headway" operacional no pico.

Se o tempo de ciclo for maior do que o período, outros períodos, adjacentes ao de pico, devem ser considerados, pesquisando-se a combinação de períodos anteriores ou posteriores ao mesmo que forneça a maior frota.

$$FROTA = \sum_{i=p}^{p\pm m} \frac{P}{HOP_p} + \frac{t_{m+1}}{HOP_{m+1}} (K - m) \qquad (12)$$

onde:

$K = \frac{tp}{P}$

P = Período considerado

m = Parte inteira de K

p = Indexação do período de pico.

t_{m+1} = tempo de ciclo no período m+1 contado a partir do pico.

No cálculo da frota encontra-se a maior restrição ao modelo, pois sendo a mesma realizada por meio de

equações, irão gerar valores diferentes dos reais, em função dos arredondamentos dos valores fracionários calculados, o que não ocorre com os modelos de que tratam as referências 17 e 27, nos quais as frotas são calculadas pelo acompanhamento da operação.

- Cálculo do Percurso Médio Anual (PMA)

O PMA é calculado considerando-se a extensão da linha, os dias de operação, a frequência total e a frota necessária.

$$PMA = \frac{DIAS \times FT \times EXPTs}{FROTA} \qquad (13)$$

O PMA e o coeficiente de aproveitamento serão utilizados para permitir o conhecimento do custo operacional da linha em questão e o posicionamento em relação às tarifas em vigor.

2.3.2 - A Utilização do Modelo

Dentro da idéia básica de se calcular, através do modelo apresentado, o custo de operação de diversas linhas de ônibus, considerou-se demandas de 4000, 8000, 16000, 40000 e 60000 passageiros por dia e, para cada uma delas, extensões de linha de 4 a 40 km variando de 5 em 5 quilômetros, apresentando-se a seguir os demais dados necessários à utilização do modelo.

- Tecnologia

Foi adotado o ônibus standard utilizado nos estudos tarifários pelo DTC-RJ e composto por um chassis LPO 1113 da Mercedes Benz do Brasil e carroceria CAIO com 36 assentos e área de 5 metros quadrados para passageiros em pé.

- Dados de Custo

Os dados de custo são referentes aos índices de custo dependente e independente utilizados nos estudos tarifários do DTC-RJ, com dados de novembro de 1979, e são os seguintes:

CD - 706245,87 Cr$/Ônibus.ano

CI - 9,210025 Cr$/km

- Distribuição Horária da Demanda

Para todas as demandas foi considerada uma mesma distribuição horária, sendo o dia dividido em 24 períodos de uma hora, adotando-se a distribuição percentual mostrada na Tabela 2 e que corresponde a valores médios encontrados nas linhas Rio - Baixada Fluminense.

- Tempo de Ciclo

Para o cálculo do tempo de ciclo, adotou-se a velocidade operacional de 27,96 km/h (fonte DTC-RJ) para

TABELA 2: Distribuição Percentual das Linhas Utilizadas na Simulação

Período	Faixa Horária	Sentido 1 (%)	Sentido 2 (%)
01	1-2	0,30	0,50
02	2-3	0,20	1,50
03	3-4	0,50	3,00
04	4-5	0,40	4,00
05	5-6	0,50	7,00
06	6-7	0,80	12,50
07	7-8	1,00	14,30
08	8-9	1,50	13,70
09	9-10	2,30	9,50
10	10-11	3,50	6,50
11	11-12	3,50	5,00
12	12-13	4,00	4,00
13	13-14	4,00	4,00
14	14-15	5,00	3,50
15	15-16	6,50	3,50
16	16-17	9,50	2,30
17	17-18	13,70	1,50
18	18-19	14,30	1,00
19	19-20	12,50	0,80
20	10-21	7,00	0,50
21	21-22	4,00	0,40
22	22-23	3,00	0,50
23	23-24	1,50	0,20
24	24-1	0,50	0,30

Fonte: DTC-RJ.

os ônibus tipo urbano operando fora da faixa exclusiva e foram feitas algumas considerações, a saber:

- Tempo normal de viagem ocorre no período entre picos.

- Nos picos, o tempo de ciclo é considerado 30% maior do que o normal.

- Fora dos picos, o tempo de ciclo é assumido 30% menor do que o normal.

- "Headways"

O modelo permite que se analise cada linha operando de diversas maneiras diferentes, que seriam representadas pelo "Headway" máximo admitido, no estudo foram adotados os seguintes valores: 10, 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 220, 260, 200 e 360 min./ônibus. Para o "Headway" mínimo adotou-se o valor único de 2 min./ônibus.

2.3.3 - Análise dos Resultados

A aplicação do modelo à combinação de demandas, extensões e "Headways" máximos resultou numa massa de dados de 640 simulações. A apresentação da totalidade das mesmas, além de ocupar grande espaço físico, tornaria difícil a visualização do que se pretende, optando-se, então, por apresentar a maioria dos valores encontrados do

forma gráfica e apenas os resultados referentes a uma das demandas a dada extensão de forma tabular.

Na Tabela 3 são apresentados os valores referentes a uma linha com demanda de 4000 pass/dia e extensão de 15 km. Os custos de operação por passageiro, pode-se notar, decrescem à medida que o "Headway" máximo aumenta até se estabilizarem, o que ocorre entre os HMAX de 220 e 260 min./ônibus.

Na Figura 1 colocou-se no eixo das ordenadas os valores dos custos por passageiro e no eixo das abcissas os "Headways" máximos, constantes da Tabela 3, permitindo uma melhor visualização do descrito anteriormente.

Este fato ocorre porque à medida que o "Headway" máximo aumenta sua influência sobre o "Headway" técnico diminui até se anular, quando então os "Headways" operacionais de todos os períodos estão igualados aos "Headways" técnicos, neste caso os custos não mais se alteram.

Contrariamente à medida que o "Headway" máximo diminui aumenta o número de períodos nos quais o "Headway" operacional é igualado àquele, significando maior frequência, por exigência do nível de serviço, do que seria necessário em termos de capacidade, logo o custo aumenta.

Nas Figuras de 2 a 6 colocou-se no eixo das or-

TABELA 3: Variação dos Custos em Função do Nível de Serviço
Demanda: 4000 Pass/Dia - Extensão: 15 Km

Hmax	PMA	Aproveitamento	Custo por Passageiro
10	153600	0,3858	14,91
20	125355	0,7090	8,72
30	99635	0,8921	7,61
40	89991	0,9877	7,20
50	85268	1,0424	6,99
60	83348	1,0664	6,91
80	81457	1,0912	6,83
100	80497	1,1042	6,79
120	79857	1,1130	6,76
140	79483	1,1183	6,74
160	79312	1,1207	6,73
180	79179	1,1226	6,73
220	78985	1,1253	6,72
260	78850	1,1273	6,71
300	78752	1,1287	6,71
360	78645	1,1302	6,71

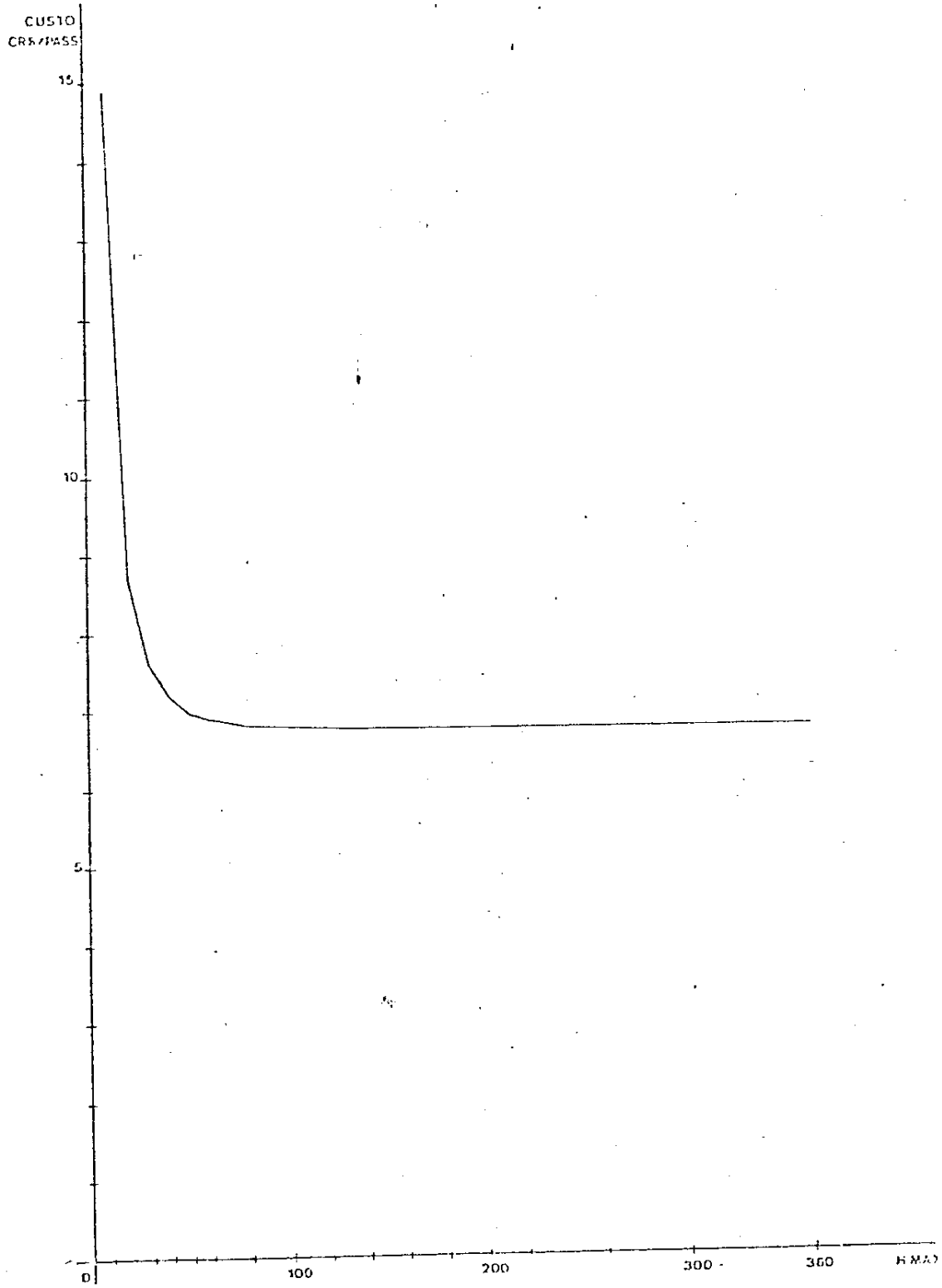


Figura 1: Gráfico de Custo x Nível de Serviço para Linha de 4000 Pass/Dia, 15 Km.

denadas o custo de operação por passageiro e no eixo das abcissas as extensões de linhas, plotando-se as curvas resultantes para cada "Headway" máximo considerado. O resultado seria uma família de curvas, cujo coeficiente angular diminui à medida que o "Headway" máximo aumenta, optou-se, porém, por representar apenas as duas curvas limites, referentes ao menor e maior "Headways" máximos considerados.

À medida que aumenta o "headway" máximo, menor será sua influência no cálculo do "headway" técnico, até o ponto em que esta se anula que ocorre quando todos os "headways" técnicos são menores do que o "headway" máximo, neste caso os custos operacionais não mais se alterarão, a curva referente ao HMAX de 360 min./ônibus corresponde ao custo do pior nível de serviço que a linha pode operar.

Plotou-se, também, em todas as figuras a curva referente à tarifa calculada pelo método tradicional de tarifação, que é apresentada em tracejado, cujo coeficiente angular é o coeficiente tarifário vigente na época do estudo, calculado com a utilização das equações (1) e (3), considerando-se o PMA igual a 105000 Km e a taxa de aproveitamento 0,90 para os mesmos custos dependentes e independentes adotados no trabalho.

Pelo exame das cinco figuras mostradas, observa-se que enquanto para algumas demanda a remuneração correta só ocorre próxima a operação de menor nível, isto é HMAX de 360 min./ônibus, enquanto outras mesmo com o maior nível estariam super-tarifadas, nestes casos enquadram-se,

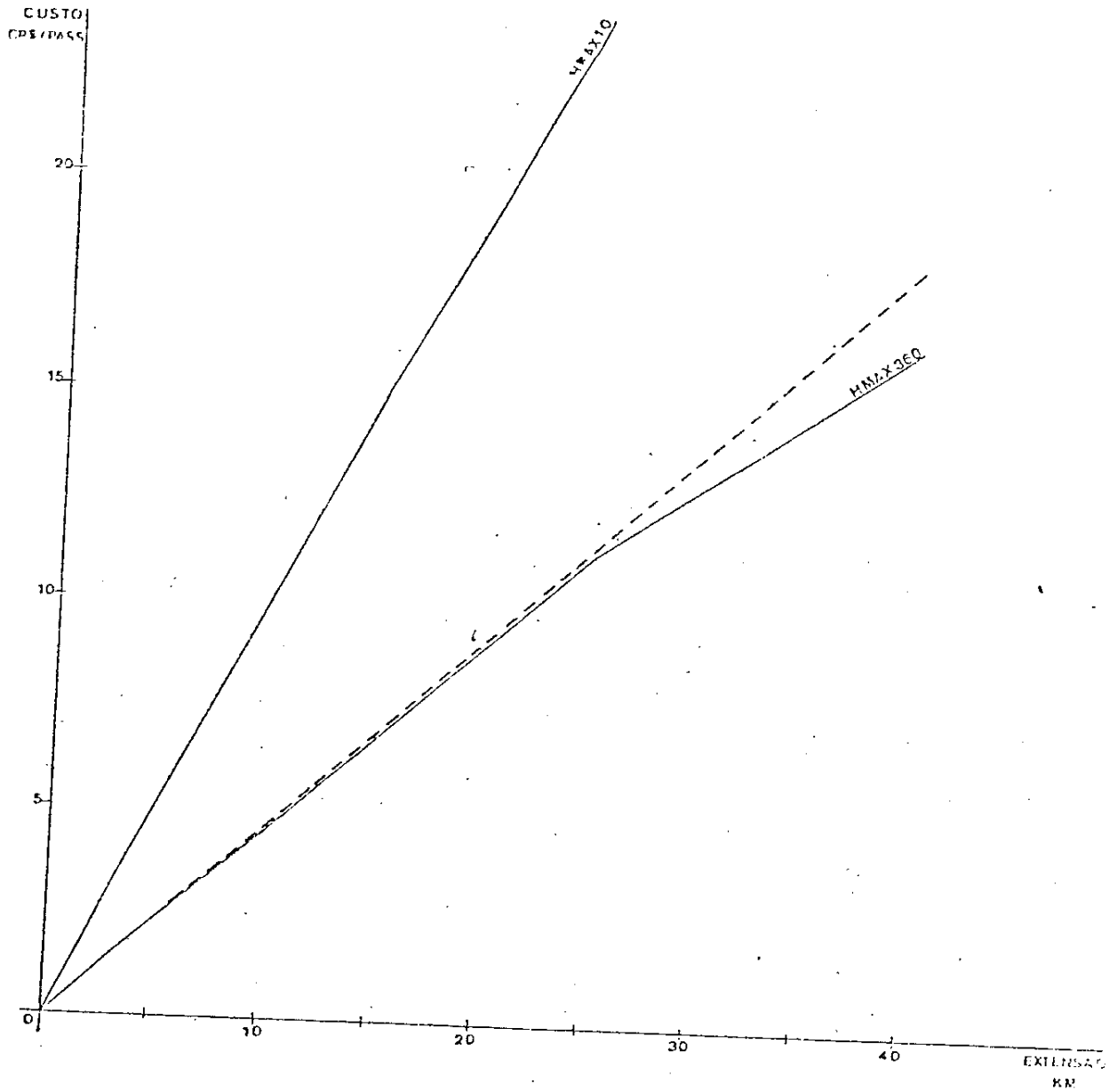


Figura 2: Gráfico de Custo para Demanda de 4000 Pass/Dia.

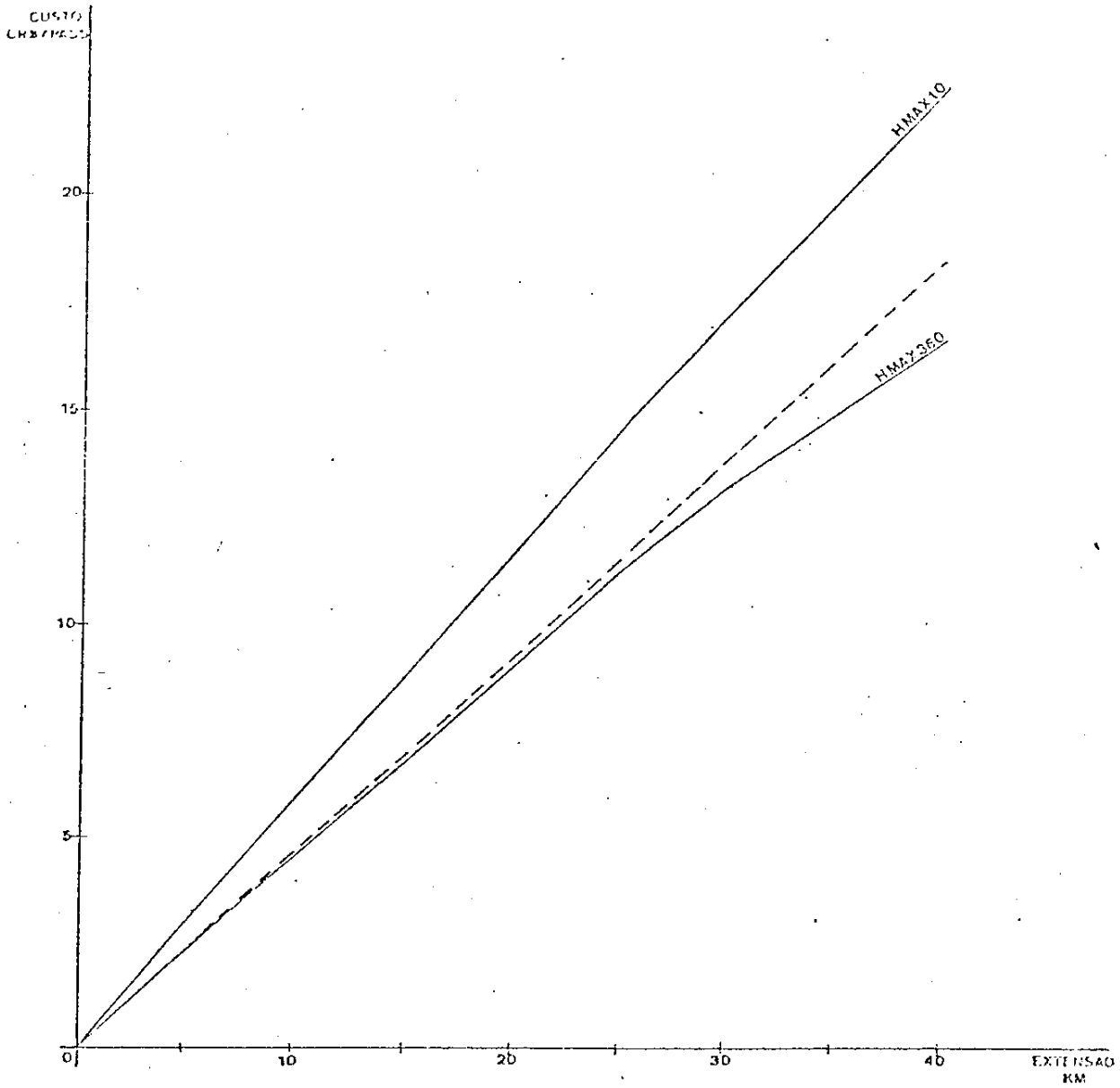


Figura 3: Gráfico de Custo para Demanda de 8000 Pass/Dia.

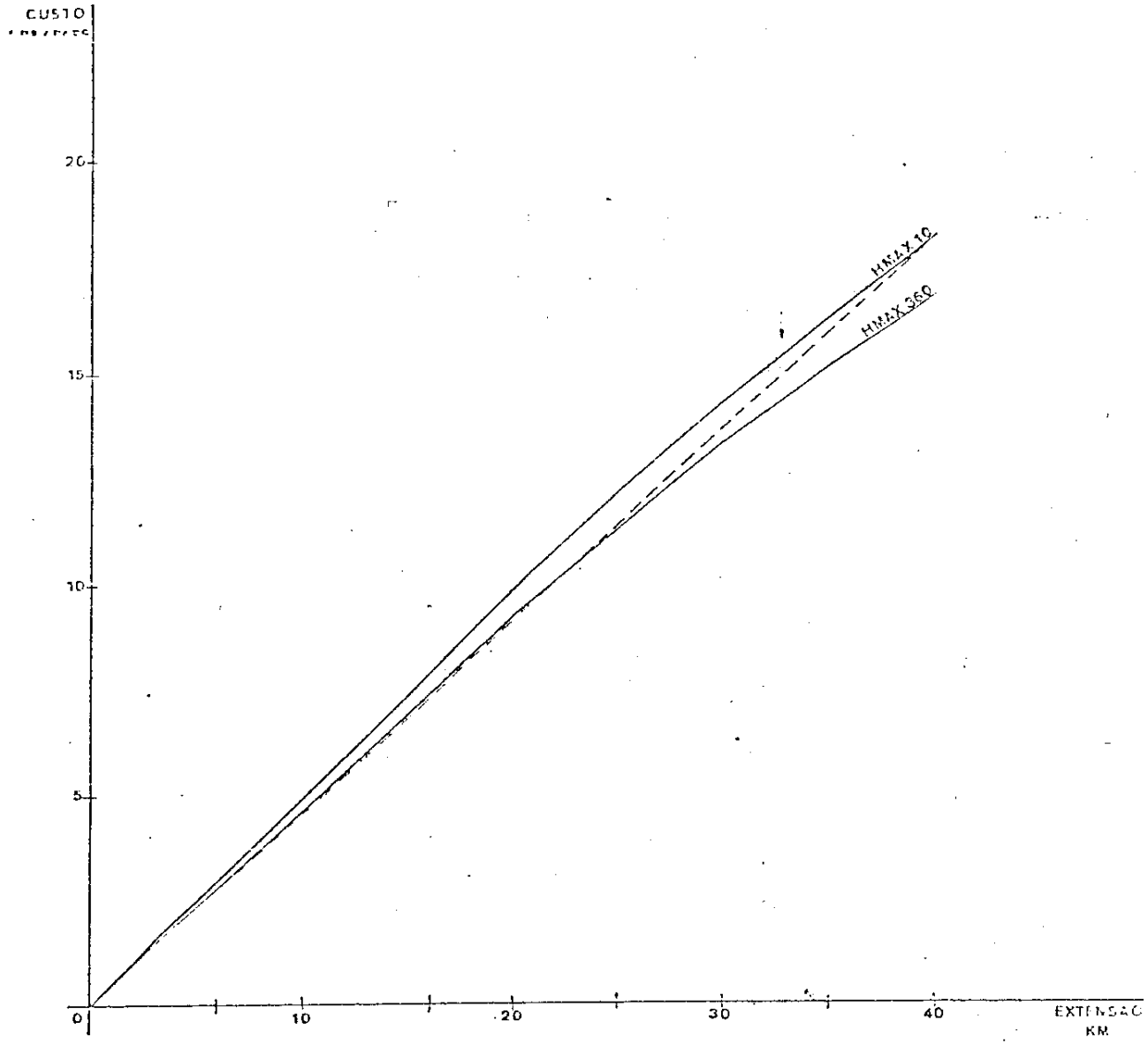


Figura 4: Gráfico de Custo para Demanda de 16000 Pass/Dia.

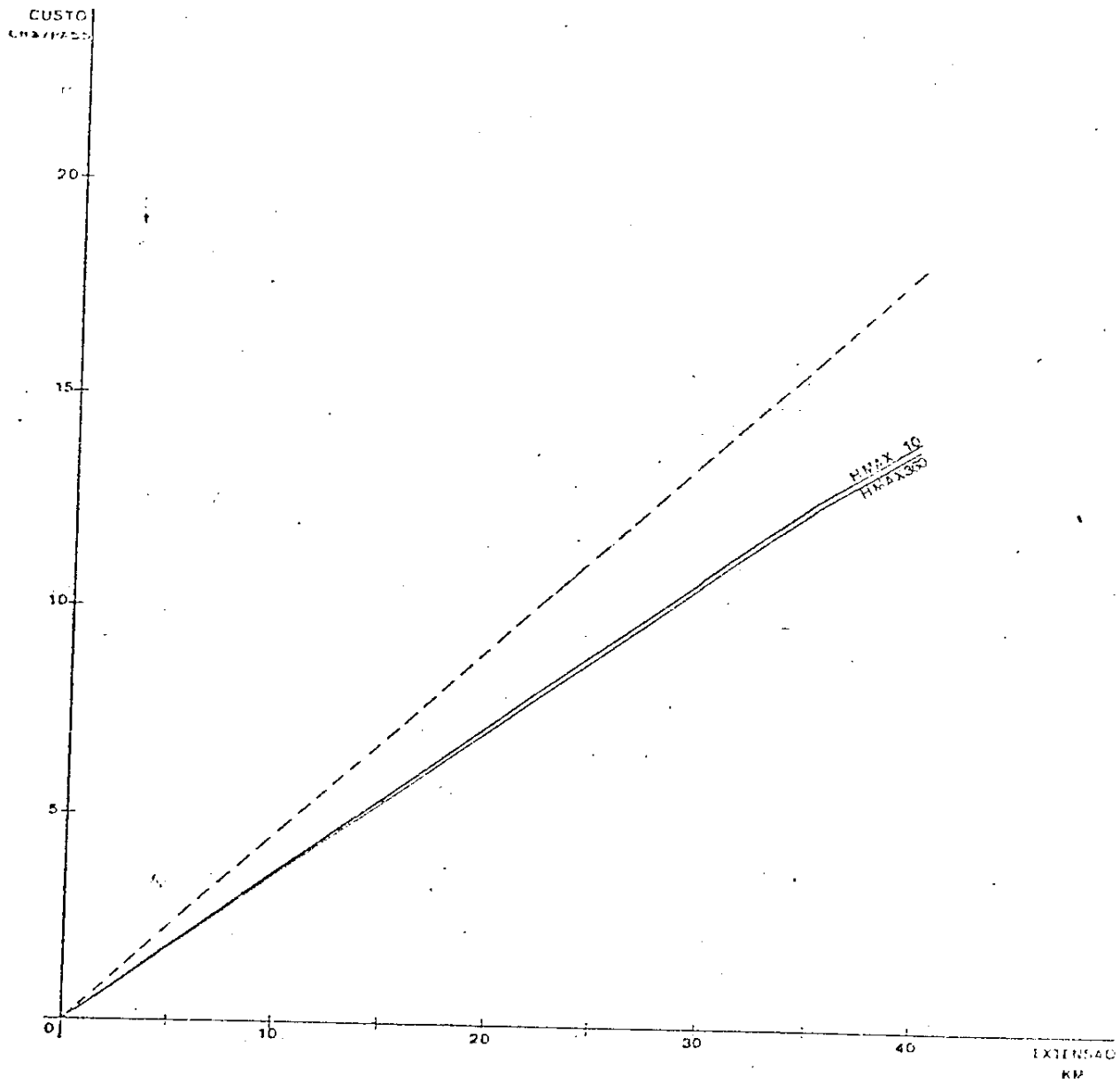


Figura 5: Gráfico de Custo para Demanda de 40000 Pass/Dia.

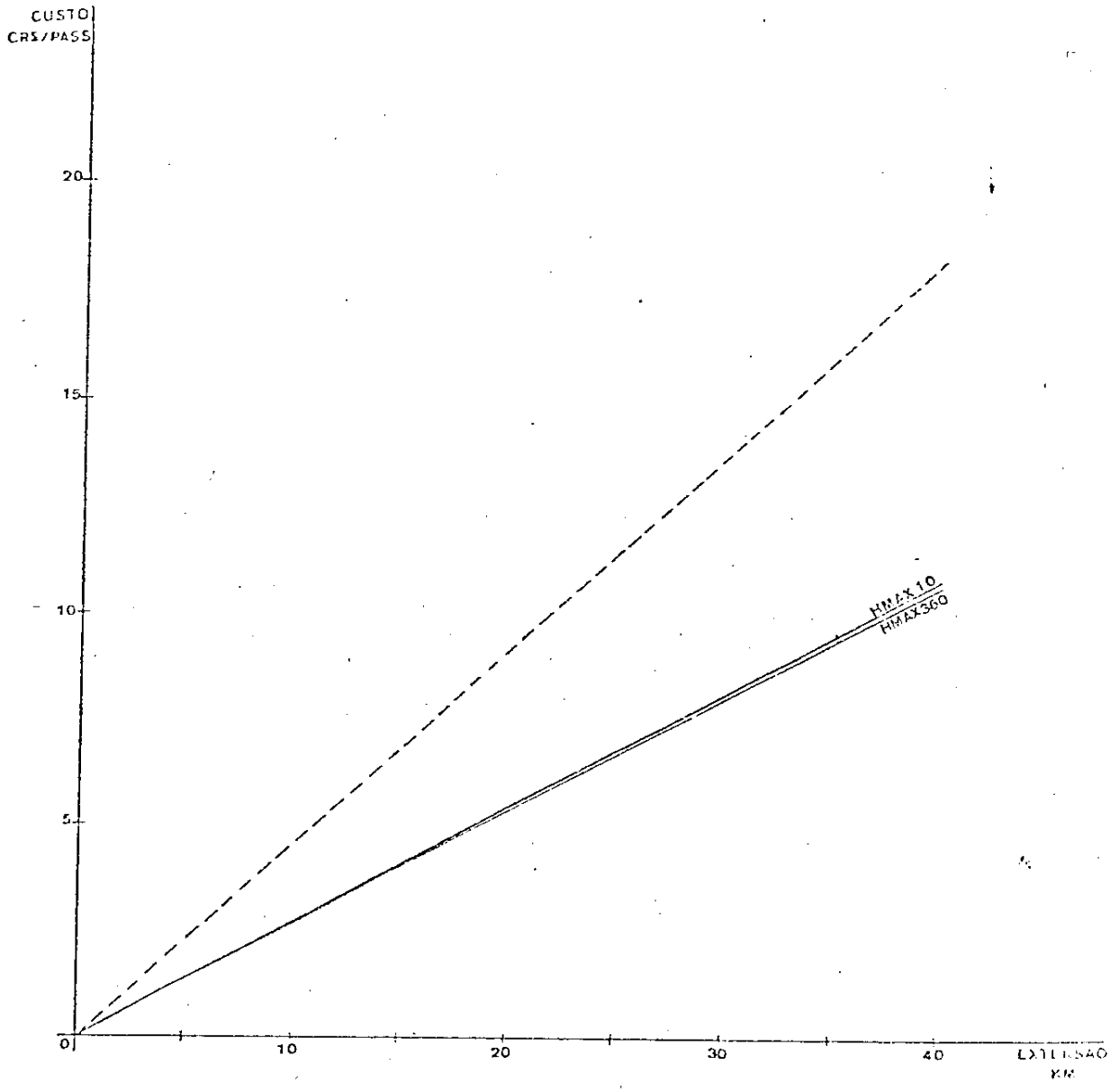


Figura 6: Gráfico de Custo para Demanda de 60000 Pass/Dia.

por exemplo, as linhas para 4000 pass/dia que se colocam no primeiro caso, e as linhas para 40000 pass/dia às quais se aplicam o segundo caso. Assim se existissem linhas atendendo a estas demandas dentro do mesmo sistema, tarifadas com os parâmetros utilizados, na melhor das hipóteses a primeira linha ofereceria um serviço de baixa qualidade e a segunda, apesar de ofertar um nível alto de serviço, seria tarifada acima do que realmente oferece sem que isto incorpore melhorias ao sistema.

Esta análise evidencia as falhas existentes no modelo tradicional de tarifação e comprova as críticas realizadas neste trabalho, mostrando, ainda, a necessidade de se propor modificações ao mesmo, de forma que sua utilização não permita a ocorrência das distorções demonstradas.

2.4 - Proposição para Cálculos Tarifários

Neste ponto é possível uma análise do processo tarifário tradicional. Deve-se partir, então, da determinação da oferta a ser feita para cada linha que, como foi visto, corresponde a um custo em função do seu nível de serviço. Porém o Órgão Concedente ao fixar valores para o PMA e taxa de aproveitamento calcula um custo médio oficial, que é utilizado para se achar a tarifa.

Esta tarifa multiplicada pelo número de passageiros que utilizam a linha, determinará a receita auferida. Como foi visto a receita pode ser maior, igual ou menor do que o custo. Se for maior, a empresa terá lucro excessivo, se for igual, representará a existência de remuneração correta do capital investido, o que seria desejável, se menor, a empresa terá prejuízo.

No caso de prejuízo, à empresa apresentam-se duas opções: manter a oferta e por falta de capital deteriorar o serviço, seja pela precária manutenção dos veículos, seja pela utilização de equipamento obsoleto; modificar a oferta diminuindo o nível de serviço, ação possibilitada pela atuação deficiente dos órgãos públicos concedentes. A Figura 7 ilustra todo o processo descrito.

Em vista desses fatos, propõe-se alterar o método tradicional de tarifação, calculando-se os custos das linhas em razão da oferta de transporte, em lugar da utilização de taxa de aproveitamento e PMA médios do sistema.

A determinação dos custos de operação de cada linha seria calculado em função do esquema de operação dos mesmos, fixado pelo Órgão Concedente responsável pelo controle do sistema.

Em virtude do desconhecimento dos índices ótimos de consumo de peças e insumos, bem como, dos custos de ad

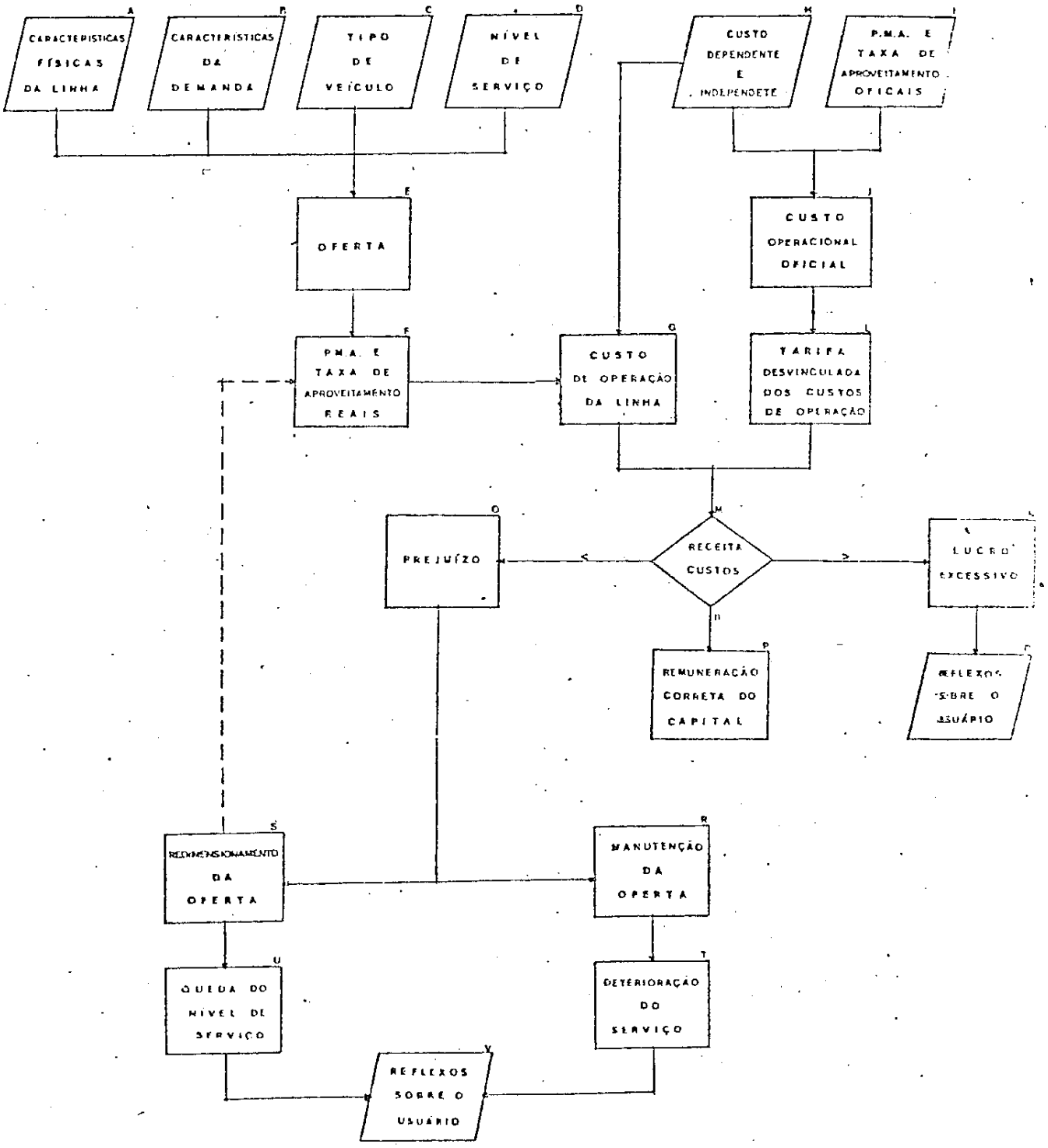


Figura 7: Dinâmica do Processo Tarifário e Efeitos Decorrentes do Diferencial entre Custos e Tarifas.

ministração da indústria de transporte, não se propõe a modificação no cálculo dos custos dependentes e independentes, cuja abordagem de tratamento estatístico dos dados coletados nas transportadoras, permite que se incentive a melhoria das transportadoras menos organizadas pela remuneração da tarifa abaixo dos seus custos declarados, indica-se, porém, a necessidade do desenvolvimento de estudos mais aprofundados nesta área a fim de melhor determinação de custos reais e desempenhos mais eficientes.

Uma vez calculados os custos por linha ou por empresa é possível se determinar as tarifas a serem cobradas, dependendo da política tarifária adotada na área do estudo. No Capítulo III deste trabalho se apresentará a aplicação da presente proposição para cálculos tarifários, levando-se em conta algumas políticas tarifárias possíveis.

Cabe ressaltar que esta proposição para cálculos tarifários independe da utilização de qualquer dos modelos citados no trabalho, ou mesmo empregado para demonstração da crítica ao método tradicional objetivando imprimir um caráter de racionalidade nos esquemas operacionais definidos nas linhas teóricas estudadas.

CAPÍTULO III

APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO PARA CÁLCULOS TARIFÁRIOS

3.1 - Definição da Área de Aplicação

A filosofia da proposição para cálculos tarifários apresentada é a de, a partir da determinação do custo a nível de linha, de acordo com os esquemas de operação determinados pelo órgão concedente, se determinar as tarifas a serem cobradas dependendo da política tarifária definida por considerações políticas e/ou administrativas.

Para aplicação do método proposto foram escolhidas sete linhas que ligam as cidades de Barra Mansa e Volta Redonda no interior do Estado do Rio de Janeiro. A Cidade de Volta Redonda foi criada pelo desmembramento do município de Barra Mansa para abrigar a Companhia Siderúrgica Nacional, maior pólo de empregos da região e responsável pelo seu desenvolvimento. O crescimento e a distância entre as duas cidades fez com que as suas áreas urbanas se confundissem formando um só conglomerado, o que imprime às linhas escolhidas um caráter de transporte eminentemente urbano compatível com o presente trabalho.

As Tabelas de 4 a 10 apresentam os dados de demanda de cada linha, que estão rotulados por caracteres

alfanuméricos com o propósito de dificultar a sua identificação.

3.2 - Determinação dos Custos de Operação por Linha

Os custos de operação das linhas escolhidas serão calculados com o emprego do modelo descrito em 2.3 , considerando-se a distribuição horária da demanda apresentada nas Tabelas de 4 a 10, que todos os passageiros desembarcam no final da linha (multi-origens, um destino) , ou seja, fator de rotatividade igual a 1, o que se refletirá num superdimensionamento dos custos, distorção compatível, porém, com o caráter acadêmico do trabalho, e os seguintes valores para as variáveis do modelo:

- Assumiu-se como 60' o "headway" máximo e 2' o "headway" mínimo para todas as linhas; pode-se, na prática, variar estes valores de linha para linha dependendo das características da demanda, implicando no conhecimento não só do número de passageiros transportados mas também no seu comportamento;

- Os dados médios de custo utilizados foram os de junho de 80, devido à evolução do estudo, e são:

  CD = 1.096.618,56 Cr$/ônibus.ano

  CI = 11,91318 Cr$/km;

TABELA 4: Tabela de Distribuição Média Diária da Demanda para Empresa: A Linha: 1 Extensão: 8.1 Km

Faixa Horária	Demanda Sentido 1	Demanda Sentido 2	Demanda Diária Total
4-5	13	1	14
5-6	23	5	28
6-7	144	58	202
7-8	91	68	159
8-9	53	49	102
9-10	58	54	112
10-11	54	49	103
11-12	44	87	131
12-13	98	66	164
13-14	65	63	128
14-15	67	78	145
15-16	56	73	129
16-17	52	91	143
17-18	55	125	180
18-19	65	83	148
19-20	22	46	68
20-21	16	46	62
21-22	20	37	57
22-23	15	44	59
23-24	8	7	15
24-25	0	21	21
Total	1019	1151	2170

TABELA 5: Tabela de Distribuição Média Diária da Demanda para Empresa: A Linha: 2 Extensão: 8,5 Km

Faixa Horária	Demanda Sentido 1	Demanda Sentido 2	Demanda Diária Total
4-5	13	1	14
5-6	23	5	28
6-7	144	58	202
7-8	91	68	159
8-9	53	49	102
9-10	58	54	112
10-11	54	49	103
11-12	44	87	131
12-13	98	66	164
13-14	65	63	128
14-15	67	78	145
15-16	56	73	129
16-17	52	91	143
17-18	55	125	180
18-19	65	83	148
19-20	22	46	68
20-21	16	46	62
21-22	20	37	57
22-23	15	14	59
23-24	8	7	15
24-1	0	21	21
Total	1019	1151	2170

TABELA 6: Tabela de Distribuição Média Diária da Demanda para Empresa: B Linha: 3 Extensão: 12 Km

Faixa Horária	Demanda Sentido 1	Demanda Sentido 2	Demanda Diária Total
4-5	14	1	15
5-6	24	5	29
6-7	150	60	210
7-8	94	71	165
8-9	55	51	106
9-10	60	56	116
10-11	56	51	107
11-12	46	91	137
12-13	102	68	170
13-14	68	66	134
14-15	69	61	150
15-16	59	76	135
16-17	54	94	148
17-18	57	130	187
18-19	68	86	154
19-20	23	48	71
20-21	17	48	65
21-22	21	38	59
22-23	16	46	62
23-24	9	7	16
24-1	0	22	22
Total	1062	1196	2258

TABELA 7: Tabela de Distribuição Média Diária da Demanda para Empresa: C Linha: 4 Extensão: 14 Km.

Faixa Horária	Demanda Sentido 1	Demanda Sentido 2	Demanda Diária Total
4-5	48	3	51
5-6	97	6	103
6-7	617	135	752
7-8	420	170	590
8-9	217	163	380
9-10	215	202	417
10-11	200	184	384
11-12	163	325	488
12-13	264	244	608
13-14	242	235	477
14-15	249	288	537
15-16	208	273	481
16-17	193	338	531
17-18	203	465	668
18-19	239	309	548
19-20	83	171	254
20-21	61	169	230
21-22	74	138	212
22-23	56	163	219
23-24	32	24	56
24-1	0	79	79
Total	3981	4084	8065

TABELA 8: Tabela de Distribuição Média Diária da Demanda para Empresa: C Linha: 5 Extensão: 14 Km.

Faixa Horária	Demanda Sentido 1	Demanda Sentido 2	Demanda Diária Total
4-5	15	1	16
5-6	30	2	32
6-7	191	42	233
7-8	130	52	182
8-9	67	51	118
9-10	67	62	129
10-11	62	57	119
11-12	50	101	151
12-13	112	76	188
13-14	75	73	148
14-15	77	89	166
15-16	64	85	149
16-17	59	105	164
17-18	63	144	207
18-19	74	96	170
19-20	26	53	79
20-21	19	52	71
21-22	23	43	66
22-23	17	51	68
23-24	10	7	17
24-1	0	25	25
Total	1231	1268	2498

TABELA 9: Tabela de Distribuição Média Diária da Demanda para Empresa: C Linha: 6 Extensão: 14 Km.

Faixa Horária	Demanda Sentido 1	Demanda Sentido 2	Demanda Diária Total
4-5	22	1	23
5-6	44	3	47
6-7	282	61	343
7-8	191	78	269
8-9	99	74	173
9-10	98	92	190
10-11	91	84	175
11-12	74	148	222
12-13	166	111	277
13-14	110	107	217
14-15	113	132	245
15-16	95	124	219
16-17	88	154	242
17-18	92	212	304
18-19	109	141	250
19-20	38	78	116
20-21	28	77	105
21-22	34	63	97
22-23	26	74	100
23-24	15	11	26
24-1	0	36	36
Total	1815	1861	3676

TABELA 10: Tabela de Distribuição Média Diária da Demanda para Empresa: C Linha: 7 Extensão: 22,1 Km.

Faixa Horária	Demanda Sentido 1	Demanda Sentido 2	Demanda Diária Total
4-5	9	1	10
5-6	19	1	20
6-7	117	26	143
7-8	80	32	112
8-9	41	31	72
9-10	41	38	79
10-11	38	35	73
11-12	31	62	93
12-13	69	47	116
13-14	46	45	91
14-15	47	55	102
15-16	40	52	92
16-17	37	64	101
17-18	39	88	127
18-19	46	59	105
19-20	16	32	48
20-21	12	32	44
21-22	14	26	40
22-23	11	31	42
23-24	6	5	11
24-1	0	15	15
Total	759	777	1536

- O veículo utilizado é o de 36 lugares com área para passageiros em pé de 5 m^2;

- As taxas de passageiros em pé por metro quadrado utilizados, foram as recomendadas pelo DTC-RJ e são:

  Tadot = 6 pass./m^2

  Tmax = 8 pass./m^2

  Tmin = 0 pass./m^2;

- As velocidades utilizadas foram 27,96 km/h nos períodos entre picos, considerando-se uma variação negativa de 30% para o período de pico e uma positiva de 30% para período fora do pico.

A Tabela 11 apresenta os valores dos percursos médios anuais (PMA), taxas de aproveitamento (A), frotas e custo por passageiro de cada linha em razão do dimensionamento da oferta de transporte.

3.3 - Políticas Tarifárias

Calculados os custos operacionais das linhas componentes do sistema, coerentemente com os esquemas de operação de cada uma delas, surge a questão mais importante que é como tarifar, uma vez que a solução de se igualarem tarifas a custos, por estes últimos incorporarem variáveis

TABELA 11 - Tabela de Custo Operacional por Passageiro

Linha	Demanda (pass/dia)	PMA (km/veículo Ano)	A (pass/assento)	Frota (veículo)	Extensão (km)	Custo Operacional por passageiro (Cr$/pass)
1	2170	43528	1,9161	3	8,1	6,98
2	2170	45688	1,9161	3	8,5	7,09
3	2258	65817	1,2198	3	12,0	7,81
4	8065	41673	1,4166	17	14,0	10,49
5	2499	50485	1,2319	5	14,0	10,62
6	3676	48690	1,3421	7	14,0	9,98
7	1536	79047	0,9544	4	22,1	16,59

$$\text{Custo por passageiro} = \left[\frac{\frac{CD}{PMA} + CI}{A \times N} \right] \times EXPTS$$

CD = Custo Dependente

CI = Custo Independente

PMA= Percurso Médio Anual

A = Taxa de Aproveitamento

N = Número de Assentos da Tecnologia utilizada

EXPTS = Extensão em Km da Linha

operacionais, poderia resultar em graves distorções, tais como linhas que ligando mesmas localidades apresentassem preços diferentes.

A escolha do modelo de tarifação deverá levar em conta as condições de mobilidade da população, acessibilidade a áreas periféricas, adequação ao uso do solo atual e previsto, adequação ao sistema existente, a sistemas modais de maior capacidade e a possíveis estruturas de integração.

Basicamente as alternativas de tarifação são: a única para todo o sistema, a de base quilométrica e a única por área de operação.

A tarifa única é a adoção de um valor advindo de uma média ponderada entre todas as linhas de ônibus, como se apenas uma empresa operasse todo o sistema, com os usuários pagando apenas um valor independente da extensão do seu deslocamento.

Apresenta como vantagem principal uma maior facilidade de compreensão por parte dos usuários e menor necessidade de fiscalização tanto pelas transportadoras como pelo poder concedente.

Como restrição apresenta-se o fato de se aumentar o preço de alguns deslocamentos enquanto diminui de

outros, e como os usuários de ônibus não são geralmente ricos, este tipo de subsídio cruzado nem sempre é bem aceito ou mesmo adequado, podendo, ainda, levar as populações a residir em áreas muito afastadas, o que onera o sistema, e consequentemente eleva a tarifa única a médio prazo.

A tarifa com base em coeficiente quilométrico é a adoção do produto da extensão da linha pelo custo operacional por passageiro x quilômetro médio do sistema, podendo ser particionada em trechos de maior demanda onde são cobradas seções, com a mesma base de cálculo, mas menor valor do que a tarifa direta.

Sua utilização é indicada em sistemas operados por várias transportadoras concorrendo em corredores, como forma de delimitar o mercado de cada uma delas, evitando concorrência desnecessária por superposição de oferta e o consequente aumento dos custos operacionais. Outra vantagem apresentada é a de equilibrar os gastos de moradia e transporte, embora este fato seja contestado por técnicos contrários a esta forma de tarifação.

As restrições a esta política no campo operacional se referem a multiplicidade de valores de tarifas, resultando em altos custos de fiscalização, dificultando a adoção de sistemas de bilhetagem e a integração de serviços.

A tarifa única por área de operação é basicamente o meio termo entre as duas políticas apresentadas anteriormente, procurando-se equilibrar uma tarifa média, única por área, o que significa que deslocamentos de extensões semelhantes e em regiões de características sócio-econômicas parecidas terão o mesmo valor de tarifa, o que facilitaria a adoção de políticas de subsídios.

A adoção desta política, que minimiza as restrições das duas outras, irá depender da característica de distribuição de linhas e da urbanização, devendo levar em conta aspectos sócio-econômicos de cada área, setores operados por empresas e o perfil de distribuição da demanda nas linhas.

No presente trabalho só se apresentarão os cálculos para tarifas única e com base no coeficiente quilométrico, pois uma vez definidas as áreas de operação, os procedimentos para determinação da tarifa única para estas áreas será semelhante ao da tarifa única para todo o sistema.

3.3.1 - Cálculo da Tarifa Única

A tarifa única será o valor médio para o sistema que seria capaz de cobrir os custos, se o mesmo fosse operado por uma só empresa. Assim se se dividir o valor do custo global do sistema pela demanda total determinar-se-

-á a tàrifa única. Então:

$$\text{TARIFA ÚNICA} = \frac{\sum_{i=1}^{m} \text{custo operacional diário}}{\sum_{i=1}^{m} \text{demanda diária}} \qquad (14)$$

sendo m o número de linhas.

Para o caso das linhas estudadas, a Tabela 12 fornece o valor encontrado para a tarifa única, cuja adoção, em vista do sistema não ser operado por uma só empresa, situação existente na maioria das cidades brasileiras, conduz a que duas das três empresas tenham receita superior aos custos operacionais, enquanto que à outra ocorrera ao contrário, havendo a necessidade da utilização de um instrumento exógeno do sistema para equilibrar os orçamentos de todas as transportadoras.

O instrumento mais indicado para movimentação do dinheiro será sempre um agente único, preferencialmente estabelecimento bancário, devendo as empresas lucrativas depositar as quantias que serão repassadas para as outras dentro dos prazos estabelecidos pelo Órgão Concedente, revertendo ao Estado os eventuais resíduos decorrentes das inevitáveis aproximações, como é apresentado na Tabela 13.

Pode-se, ainda, necessitar de tarifas integradas como forma de minimizar os impactos de resistência de trans

TABELA 12: Determinação da Tarifa Única.

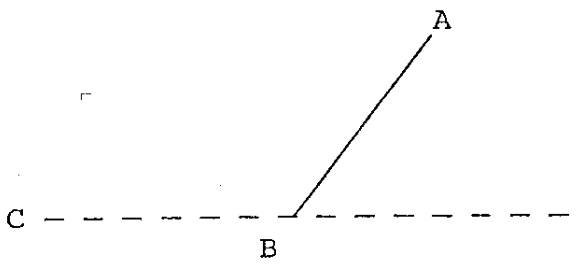
Empresa	Linha	Demanda (pass./dia)	Custo Operacional por passageiro (Cr$/pass)	Custo Operacional Diário (Cr$/dia)
A	1	2170	6,98	15.146,60
A	2	2170	7,09	15.385,30
B	3	2258	7,81	17.634,98
C	4	8065	10,49	84.601,85
C	5	2499	10,72	26.539,38
C	6	3676	9,98	36.686,48
C	7	1536	16,59	25.482,24
Σ	–	22374	–	221.476,83

Tarifa única = 221.476,83 ÷ 22374 = 9,8988 = 9,90

TABELA 13: Caixa de Compensação para Tarifa Única.

Empresa	Custo Operacional Diário (Cr$/dia)	Receita Auferida pela Tarifa Única (Cr$/dia)	Depósito (Cr$/dia)	Retirada (Cr$/dia)	Resíduo (Cr$/dia)
A	30.531,90	42.966,00	12.434,10	-	-
B	17.634,98	22.354,20	4.719,22	-	-
C	173.309,95	156.182,40	-	17.127,55	-
Σ	221.476,83	221.502,60	17.153,32	17.127,55	27,77

bordos que existiriam, por exemplo, num sistema de linhas trafegando em corredores de transporte em conjugação com linhas coletoras/distribuidoras (Figura 8).



——— - Linha Coletora/Distribuidora

------ - Linha Tronco

Figura 8: Sistema Integrado de Transporte.

O passageiro que se dirija, por exemplo, do ponto A ao ponto C na Figura 8, por um sistema integrado pagaria a mesma tarifa que um que utiliza a linha apenas de A a B ou a linha tronco. Esta tarifa seria calculada pela divisão do somatório das receitas mínimas pela soma entre os somatórios dos passageiros integrados e o somatório dos passageiros não integrados. Isto significa que os passageiros integrados seriam contados apenas uma vez, representando um subsídio cruzado entre os não integrados e os integrados. Sem considerar impostos, tem-se:

$$\text{TARIFA ÚNICA INTEGRADA} = \frac{\Sigma \text{ Receita mínima diária}}{\Sigma \text{ Passageiros integrados} + \Sigma \text{ Passageiros não integrados}} \quad (15)$$

Uma outra maneira de se calcular a tarifa única, sem necessidade de caixa de compensação, corresponde a se adequar a operação das linhas a um custo fixado, o qual seria igualada à tarifa única. Esta tarifa, para possibilitar a operação rentável de todas as linhas, deve corresponder ao maior valor de custo calculado considerando-se o pior nível admitido de operação para as linhas do sistema.

Na Tabela 14, que permite uma melhor visualização do método, calculou-se para cada linha valores máximos e mínimos correspondentes aos níveis de serviços limites admitidos. Como nível de serviço mais baixo adotou-se o mesmo HMAX (60 min/ônibus) utilizado no cálculo do custo por linha, considerado o maior intervalo de tempo admissível no sistema. Como nível de serviço mais alto HMAX de 10 min/ônibus.

Para estes limites, a tarifa única corresponderá ao valor mais baixo da linha C 5 (Cr$ 10,62), devendo-se dimensionar a oferta das demais linhas de forma a que a operação das mesmas apresentem este custo.

O método no entanto, não pode ser utilizado em todas as situações, pois depende da composição do sistema, havendo necessidade de que o valor mínimo mais alto seja menor do que todos os valores máximos calculados, o que pode não ocorrer dependendo do intervalo considerado. Como demonstração de um destes casos basta que se inclua

TABELA 14: Determinação da Tarifa Única pela Variação do Nível de Serviço.

Empresa	Linha \ Extensão	8.1 km	8.5 km	12.0 km	14.0 km
A	1	Min. 6.98 Max. 23.85			
	2		Min. 7.09 Max. 24.40		
B	3			Min. 7.81 Max. 31.19	
C	4				Min. 10.49 Max. 12.63
	5				Min. 10.62 Max. 26.03
	6				Min. 9.98 Max. 21.69

Obs.: Nível de serviço Min. = HMax = 60'

Nível de serviço Max. = HMax = 10'

a linha C 7 às da Tabela 14, na qual os custos calculados para os valores limites de HMAX, seriam: Cr$ 83,36 e Cr$ 16,59. Devendo-se, neste caso, adotar este último valor como a tarifa única, no entanto, o mesmo é mais alto do que o maior valor da linha C 4, condicionando a adoção do método à melhoria do nível de serviço desta linha acima do limite adotado, o que poderia ser considerado indesejável por conduzir a desperdício de recursos, ou piorar o nível da linha C 7, o que poderia não ser aceito pelos usuários.

Outra restrição do método diz respeito a adotar valores de tarifa única mais altos do que os calculados com a utilização de caixa de compensação.

3.3.2 - Cálculo da Tarifa com Base em Coeficiente Quilométrico

O cálculo do coeficiente quilométrico é feito pela divisão do somatório dos custos operacionais diários pelo somatório do produto demanda-extensão. No caso de haver necessidade de secionamentos na linha como forma de caracterização mais específica de mercados, as demandas e as extensões de cada seção devem ser tomadas independentemente. O método pode ser visualizado na Tabela 15.

TABELA 15: Determinação de Tarifa com base no Coeficiente Quilométrico.

Empresa	Linha	Extensão (Km)	Demanda (Pass./dia)	Custo Operacional por passageiro (Cr$/pass)	Custo Operacional Diário (Cr$/pass)	DemandaxExtensão (Pass.Km)	Tarifa com Base Quilométrica (Cr$(Pass.)
A	1	8,1	2170	6,98	15.146,60	17.577,0	6,08
A	2	8,5	2170	7,09	15.385,30	18.445,0	6,38
B	3	12,0	2258	7,81	17.634,98	27.096,0	9,00
C	4	14,0	8065	10,49	84.601,85	112.910,0	10,50
C	5	14,0	2499	10,62	26.539,38	34.986,0	10,50
C	6	14,0	3676	9,98	36.686,48	51.464,0	10,50
C	7	22,1	1536	16,59	25.482,24	33.945,6	16,58
Σ	-	-	22374	-	221.476,83	296.423,6	-

Coeficiente Tarifário = 221.476,83 ÷ 296.423,6 = 0,7472 ≅ 0,75 Cr$/Pass.Km

(*) Custos correspondentes a HMax = 60'

$$\text{COEFICIENTE TARIFÁRIO} = \frac{\sum_{i=1}^{m} \text{Custo operacional diário}}{\sum_{i=1}^{m} \text{(Demanda diária x extensão)}} \qquad (16)$$

sendo m o número de linhas e n o número de seções, estando aí entendidos todos os seccionamentos.

Este coeficiente tarifário, multiplicado pela quilometragem de cada linha, resultará no preço a ser pago pelos usuários.

A nova receita daí advinda apresentará as mesmas distorções, citadas quando do cálculo da tarifa única, de prejuízos e lucro excessivo, passando-se então à fase de repasse dos excessos a nível de empresa como na Tabela 16.

A exemplo da tarifa única, pode-se também calcular o coeficiente quilométrico a partir da variação do nível da oferta, com as mesmas restrições apresentadas. Na Tabela 17 para os níveis de serviço correspondentes a HMax= = 60' e HMax = 10', o coeficiente quilométrico de maior valor correspondente ao menor nível de serviço é o da linha A.1 devendo-se procurar o nível de serviço que corresponde a este valor para as outras linhas.

TABELA 16: Caixa de Compensação para Tarifa com Base no Coeficiente Quilométrico.

Empresa	Custo Operacional Diário (Cr$/dia)	Receita Diária Auferida com Tarifa com Base Quilométrica (Cr$/dia)	Depósito (Cr$/dia)	Retirada (Cr$/dia)	Resíduos Eventuais (Cr$/dia)
A	30.531,90	27.038,20	-	3.493,70	-
B	17.634,98	20.322,00	2.687,02	-	-
C	173.309,95	174.986,88	1.676,93	-	-
Σ	221.476,83	222.347,08	4.363,95	3.493,70	870,25

TABELA 17: Determinação do Coeficiente Quilométrico pela Variação do Nível de Serviço.

Empresa	Linha \ Extensão	8.1 km	8.5 km	12.0 km	14.0 km	22.1 km
A	1	Min. 0.86 / Max. 2.94				
	2		Min. 0.83 / Max. 2.87			
B	3			Min. 0.65 / Max. 2.60		
	4				Min. 0.75 / Max. 0.90	
	5				Min. 0.76 / Max. 1.86	
	6				Min. 0.71 / Max. 1.55	
	7					Min. 0.75 / Max. 3.77

Obs.: Nível de serviço Min = HMax = 60'

Nível de serviço Max = HMax = 10'

3.4 - Efeitos da Utilização do Método Tradicional

Neste ponto pode-se examinar os efeitos da aplicação do método tradicional de tarifação sobre as empresas e linhas consideradas no estudo, adotando-se para tanto a política tarifária utilizada no Estado do Rio de Janeiro para linhas intermunicipais, que é de base em coeficiente quilométrico.

Serão examinadas duas abordagens, a primeira considerando as linhas como integrantes do sistema global do Estado, utilizando-se a taxa de aproveitamento e PMA adotados como médios nos estudos tarifários. A segunda abordagem corresponde a se considerar as linhas do estudo como um sistema isolado, calculando-se os valores de PMA e taxa de aproveitamento médios para a região.

3.4.1 - Tarifa Quilométrica para todo Estado

No Estado do Rio de Janeiro os valores utilizados pelo DTC-RJ para suas linhas com características urbanas são:

A = 0,90 pass./assento

PMA = 105000 km/ônibus

Com estes valores, o coeficiente quilométrico será:

$$\text{Coeficiente quilométrico} = \frac{\frac{CD}{PMA} + CI}{A \times N} =$$

$$= \frac{\frac{1096618,56}{105000} + 11,91318}{0,9 \times 36} = 0,69004 \text{ Cr\$/Pass.Km}$$

Este coeficiente quilométrico multiplicado pela extensão das linhas resultará na tarifa a ser cobrada dos usuários das mesmas. Então, este valor multiplicado pela demanda diária fornecerá a receita diária. Comparando-se esta receita com o custo operacional, como na Tabela 18, podem-se observar os desequilíbrios gerados pela adoção do método tradicional de tarifação, no caso do órgão concedente especificar a operação das linhas conforme o fixado neste trabalho.

3.4.2 - Tarifa Quilométrica considerando a Região de Estudo

A segunda abordagem seria utilizar o PMA e A médios para a região em questão, que seriam calculados da seguinte forma:

$$PMA = \frac{\Sigma \text{ Quilometragens anuais por linha}}{\Sigma \text{ Frotas por linha}} \qquad (17)$$

$$A = \frac{\Sigma \text{ Demandas}}{\Sigma \text{ Nº Viagens anuais x assentos}} \qquad (18)$$

TABELA 18: Comparação entre Metodologia Tradicional com PMA e A para todo Estado e o custo de operação das linhas.

1-Linha	2-Demanda (pass/dia)	3-Custo Operacional por Passageiro (Cr$/pass) (*)	4-Tarifa (Cr$/pass) (**)	5-Custo Operacional Diário (Cr$/dia) (2 x 3)	6-Receita (Cr$/dia) (2 x 4)	7-Diferencial de Receita - custo (Cr$/dia) (6 - 5)
1	2170	6,98	5,59	15.146,60	12.130,30	- 3.016,30
2	2170	7,09	5,87	15.385,30	12.737,90	- 2.647,40
3	2258	7,81	8,28	17.634,98	18.696,24	1.061,26
4	8065	10,49	9,66	84.601,85	77.907,90	- 6.693,95
5	2499	10,72	9,66	26.539,38	24.140,34	- 2.399,04
6	3676	9,98	9,66	36.686,48	35.510,16	- 1.176,32
7	1536	16,59	15,25	25.482,24	23.424,00	- 2.058,24

Empresa	Diferencial Receita-custo por empresa (Cr$/dia)
A	- 5.663,70
B	1.061,26
C	-12.327,55

(*) Custo calculado por linha com HMax = 60'

(**) Custo calculado com PMA = 105000 e A = 90%

De posse dos valores do PMA e A para cada linha pode-se calcular os valores médios do sistema, como na Tabela 19 da seguinte forma:

$$PMA_{médio} = \frac{\sum_{i=1}^{n} PMA_i \times FROTA}{\sum_{i=1}^{n} FROTA_i} \qquad (19)$$

sendo n o número de linhas

$$A_{médio} = \frac{\sum_{i=1}^{n} D_i}{\sum_{i=1}^{n} \frac{D_i}{A_i}} \qquad (20)$$

onde:

D = demanda

A = taxa de aproveitamento

n = número de linhas.

Com os valores de PMA = 49594,83km/veic.ano e A = 1,2749 pass./assento pode-se calcular o coeficiente quilométrico para a região:

$$\text{Coeficiente quilométrico} = \frac{\frac{1096618,56}{49594,83} + 11,91318}{1,2749 \times 36} =$$

$$= 0,7413 \text{ Cr\$/Pass.Km}$$

TABELA 19: Determinação de PMA e A médios.

Linha	PMA (Km/Veic.Ano)	Frota (Veic.)	A (Pass/Assento)	Demanda (Pass/dia)	PMA x Frota (Km/Ano)	Demanda/A (1/Assentos)
1	43.528	3	1,1961	2170	130.584	1.814,23
2	45.688	3	1,1961	2170	137.064	1.814,23
3	65.817	3	1,2198	2258	197.451	1.851,12
4	41.673	17	1,4166	8065	708.441	5.693,21
5	50.485	5	1,2319	2499	252.425	2.028,57
6	48.690	7	1,3421	3676	340.830	2.738,99
7	79.047	4	0,9544	1536	316.188	1.609,39
Σ	-	42	-	22374	20.829.983	17.549,74

$PMA_{médio}$ = 2082983 ÷ 42 = 49594,83 Km/Veic.Ano

$A_{médio}$ = 22374 ÷ 17549,74 = 1,2749 Pass./Assento

Com este coeficiente quilométrico pode-se realizar a mesma avaliação utilizada em 3.4.1 que é mostrada na Tabela 20.

A utilização dos custos calculados com PMA e A médios para determinação de tarifa única, mesmo adotando-se caixa de compensação, resultará em distorções semelhantes às dos coeficientes quilométricos apresentados.

3.5 - Considerações Finais

Neste capítulo mostrou-se a aplicação, em função da política tarifária adotada, da proposta para cálculos tarifários apresentada no Capítulo II deste trabalho. Mostrou-se, ainda, a vantagem da sua adoção, principalmente para os transportadores, uma vez que o objetivo da proposta é manter a integridade financeira dos mesmos.

Para os usuários do sistema as vantagens da adoção da proposta não são aparentes, pois, por exemplo, o coeficiente quilométrico mostrou-se mais alto quando calculado pelo método proposto do que pelo método tradicional, embora a remuneração mais correta dos serviços de transporte se reverta em benefícios dos usuários pela manutenção de uma oferta mais adequada à demanda existente, operando com veículos em bom estado de conservação.

TABELA 20: Comparação da Metodologia Tradicional com PMA e A médios para as linhas e o custo de operação das linhas.

1-Linha	2-Demanda (pass/dia)	3-Custo Operacional por passageiro (Cr$/pass) (*)	4-Tarifa (Cr$/pass) (**)	5-Custo Operacional Diário (Cr$/dia) (2 x 3)	6-Receita (Cr$/dia) (2 x 4)	7-Diferencial Receita-Custo (Cr$/dia) (6 - 5)
1	2170	6,98	6,00	15.146,60	13.020,00	- 2.126,60
2	2170	7,09	6,30	15.385,30	13.671,00	- 1.714,30
3	2258	7,81	8,90	17.634,98	20.096,20	2.461,22
4	8065	10,49	10,38	84.601,85	83.714,70	- 887,15
5	2499	10,72	10,38	26.539,38	25.939,62	- 599,76
6	3676	9,98	10,38	36.686,48	38.156,88	1.470,40
7	1536	16,59	16,38	25.482,24	25.159,68	- 322,56

Empresa	Diferencial de Receita-Custo por Empresa (Cr$/dia)
A	- 3.840,90
B	2.461,22
C	- 339,07

(*) Custo calculado por linha com HMax = 60'

(**) Custo calculado com PMA = 49595,83 e A = 1,2749

No próximo capítulo serão feitas considerações sobre as medidas possíveis de redução dessas tarifas, em função da vontade política do Poder Público e da extensão social que se quer atingir com as mesmas.

CAPÍTULO IV

CONSIDERAÇÕES SOBRE MEDIDAS PARA REDUÇÃO DE TARIFAS

4.1 - Introdução

Neste capítulo serão tecidas algumas considerações sobre medidas para redução de tarifas, complementando-se o trabalho que até o presente teve por preocupação maior a justa remuneração dos transportadores, sem que os benefícios ao público usuário se mostrassem aparentes.

Não se tentará, de forma alguma, fazer uma análise exaustiva da matéria nem defender ou condenar as políticas citadas, por se entender que a adoção ou não das mesmas envolve outras considerações, além da técnica, tais como: bem estar da comunidade, vontade política, capacidade gerencial, etc., devendo a decisão da escolha de qualquer dessas medidas ser realizada pelo Poder Público em função das condições locais.

O que se pretende é mostrar a vantagem da proposta para cálculos tarifários apresentada na operacionalização destas medidas e, a possibilidade da inclusão da variável renda dos usuários na definição das tarifas.

Dentro deste enfoque, serão examinadas medidas a

serem tomadas pelo Poder Concedente, a utilização de subsídios cruzados e a concessão de subsídios diretos.

4.2 - A Atuação do Órgão Concedente

A atuação do Órgão Concedente de Serviços de Transporte, como Planejador, Controlador e Regulamentador do Sistema, deve se pautar na busca incessante da redução do preço das passagens, mantido constante o nível de atendimento, ainda que a longo prazo.

Uma dessas medidas deve ser o estudo do funcionamento das empresas transportadoras, como forma de orientar a organização das mesmas visando a redução dos custos dependentes e independentes. Neste aspecto pode ser citado o trabalho realizado no Estado do Rio de Janeiro , sob patrocínio da EBTU, de organização das Empresas de Transporte.

Esta medida, embora nececessária, tem reflexo sobre as tarifas em prazos longos e, dependendo do número de empresas, com efeitos de pequena monta, por se diluirem os ganhos de produtividade de algumas delas, no cálculo das médias de custo.

Medidas de prazo de retorno mais curto podem ser tomadas atuando-se na operação das linhas, destacando-se projetos de melhorias no sistema viário e medidas que dêem

preferência ao transporte público, aumentando a velocidade de operação e consequentemente reduzindo o tempo de ciclo e a frota necessária.

A título de ilustração, a Figura 9 mostra os efeitos nos custos operacionais da redução de até 40% do tempo de ciclo.

Não obstante possam ser consideráveis os efeitos da redução de tempo de ciclo sobre os custos operacionais, o mesmo não pode ser dito das tarifas, pois com a utilização do método tradicional de tarifação, que não tem vinculação estreita com a operação, os efeitos da melhoria de tráfego se darão, muito provavelmente, na redução de combustível ou outros itens dos custos dependentes e independentes, resultando quando diluidos por todas as empresas, pequenas reduções no preço das passagens, e num prazo relativamente longo.

O método proposto para cálculos tarifários, por ser vinculado à operação das linhas do sistema, permite que a redução nas tarifas se faça imediatamente após as melhorias na operação e ainda, que se quantifiquem os benefícios que resultarão das medidas a serem adotadas, possibilitando a identificação dos pontos mais sensíveis às mesmas. Outro aspecto a ser relevado diz respeito a que qualquer medida no sistema irá resultar em benefícios a todos usuários e não somente melhorias localizadas.

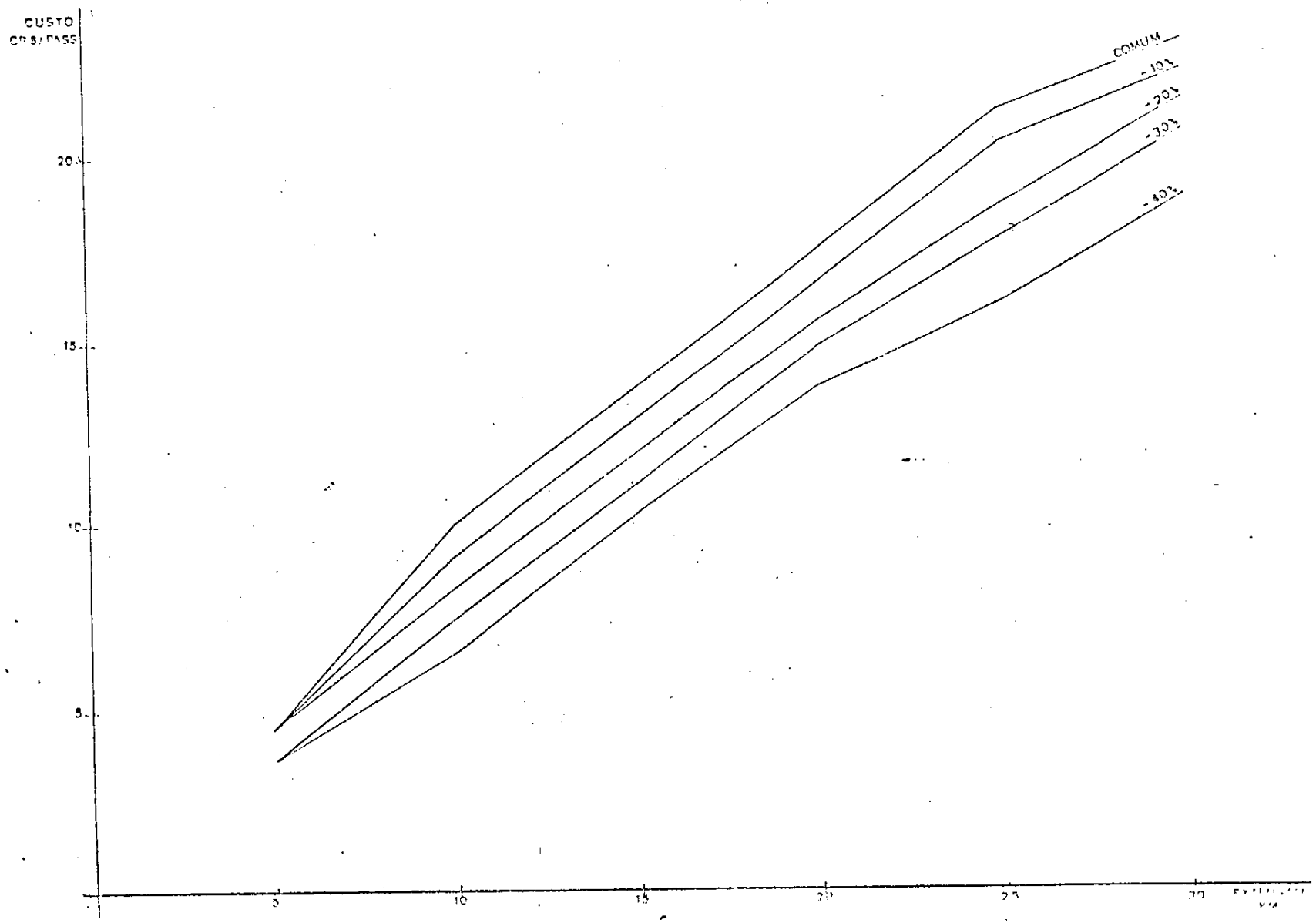


Figura 9: Gráfico da Variação de Custo em Função da Redução de Velocidade.

Porém, ainda que se consiga racionalizar ao máximo o sistema, os custos de transporte podem ainda ser considerados altos para determinadas parcelas da sociedade, uma vez que os aumentos dos preços dos insumos são exógenos ao sistema, indicando, dependendo da vontade política, a necessidade da adoção de outras medidas para redução das tarifas.

4.3 - Redução de Tarifas por Meio de Subsídios Cruzados

Subsídios cruzados são comuns em transportes, normalmente existem subsídios entre viagens longas e curtas, viagens no pico e fora dele, viagens de um percurso para outro, etc. Porém o que se objetivaria, neste caso, e que este subsídio se desse de usuários de renda mais alta para aqueles menos favorecidos.

Uma vez que os habitantes mais pobres das cidades brasileiras tendem a residir nas periferias, tem sido indicado por muitos administradores públicos a adoção de tarifa única como a política que permite este tipo de subsídio. Isto corresponde a se aceitar que esta população menos favorecida só realize, ou pelo menos em grande maioria, viagens de longa extensão.

Embora este fato ocorra em relação as viagens a trabalho, outros tipos de viagens devem ser considerados e, ainda, a existência de bolsões de pobreza encravados

em zonas ricas próximas aos polos de empregos.

O que se propõe, então, é a inclusão da renda dos usuários das linhas no cálculo tarifário, assumindo-se como renda aquele valor que seria justo considerar como disponível a cada nível de renda para gastos de transporte, e não apenas a renda financeira, de vez que seria utópico se considerar que pessoas de renda mais alta venham a ter gastos em transporte na mesma proporção que outras de renda mais baixa.

Assim recomenda-se o estudo, para a adoção de subsídios cruzados visando à redução do peso das tarifas nas camadas mais desfavorecidas, da composição real da renda dos usuários de cada linha, podendo-se agregar as mesmas por corredor ou por zona de influência das linhas, dependendo das faixas de renda estipuladas ou da correlação entre os usuários das linhas e os residentes nessas zonas. Neste aspecto no Estado do Rio de Janeiro constatou-se a existência de alta correlação entre a renda dos usuários das linhas que atendem a Baixada Fluminense e a renda médua das zonas consitárias servidas, embora não se possa afirmar "a priori" que esta ocorrência seja regra geral, mas sim atribuir este fato às características dessas linhas que realizam viagens do tipo residência-trabalho-residência.

Definida a renda do usuário médio das linhas ou

dos grupos de linhas, calcular-se-ia as tarifas as quais seriam aquelas cujo impacto sobre a renda desses usuários fossem iguais. Assim o usuário médio de baixa renda teria o mesmo impacto que o usuário médio de alta renda, considerando-se este impacto a divisão da tarifa pela renda.

Dentro da linha de raciocínio que norteia este trabalho, deve-se sempre preservar a integridade financeira das transportadoras, isto é, o custo operacional do sistema não pode ser alterado. A compatibilização desta diretriz com o objetivo de se igualar os impactos sobre todos os usuários do sistema, corresponde a se definirem tarifas inversamente proporcionais às rendas dos usuários médios.

Calcula-se em primeiro lugar o custo de cada linha do sistema a partir da definição do esquema operacional das mesmas, a seguir calcula-se o impacto do custo desta linha sobre o usuário médio da mesma.

$$\text{Coeficiente de Impacto Médio por Linha} = \frac{\text{Custo da Linha}}{\text{Renda do Usuário Médio}} \qquad (21)$$

O impacto total sobre esta linha será correspondente a este impacto médio multiplicado pelo número de usuários da linha.

$$\text{Impacto Total por Linha} = \text{Coeficiente de Impacto Médio por Linha} \times \text{Demanda da Linha} \qquad (22)$$

O coeficiente de impacto único do sistema seria igual ao impacto total do sistema dividido pela demanda do sistema

$$\text{Coeficiente de Impacto Único} = \frac{\Sigma \text{ Impactos Totais por Linha}}{\Sigma \text{ Demandas}} \qquad (23)$$

As tarifas de cada linha, que serão diferenciadas em função da renda do usuário médio, será o produto deste coeficiente de impacto único pela renda do usuário médio de cada linha

$$\text{Tarifa} = \text{Coeficiente de Impacto Único} \times \text{Renda do Usuário Médio} \qquad (24)$$

A título de se fazer uma aplicação deste tipo de medida, tomou-se as mesmas linhas utilizadas no Capítulo III. Para tanto se arbitrou valores para a renda dos usuários dessas linhas, que deveriam ser levantados por pesquisa no local, o que pela sua complexidade não caberia neste tipo de trabalho, estando estes valores constantes da Tabela 21, calculando-se a tarifa pelo método apresentado na Tabela 22, que necessitaria de caixa de compensação para equilibrar receitas e custos como foi apresentado no Capítulo III.

As restrições principais do método dizem respeito à complexidade dos estudos a serem desenvolvidos, em relação à pouca extensão dessas medidas do ponto de vista

TABELA 21: Composição dos Usuários por Nível de Renda.

Renda (Cr$)	Linha 1	Linha 2	Linha 3	Linha 4	Linha 5	Linha 6	Linha 7
800	10%	-	-	20%	-	-	-
700	10%	-	-	20%	-	-	-
600	30%	10%	-	20%	10%	10%	-
500	30%	40%	-	20%	40%	20%	-
400	20%	20%	-	20%	50%	10%	-
300	-	30%	30%	-	-	10%	20%
200	-	-	30%	-	-	20%	30%
100	-	-	40%	-	-	30%	50%

Renda do usuário médio por linha em Cr$/Pass.

Linha 1 = 0,10 x 800 + 0,10 x 700 + 0,30 x 600 + 0,30 x 500 + 0,20 x 400 = 560 Cr$/Pass.

Linha 2 = 0,10 x 600 + 0,40 x 500 + 0,40 x 400 + 0,30 x 300 = 510 Cr$/Pass.

Linha 3 = 0,30 x 300 + ',30 x 200 + 0,40 x 100 = 190 Cr$/Pass.

Linha 4 = 0,20 x 800 + 0,20 x 700 + 0,20 x 600 + 0,20 x 500 + 0,20 x 400 = 600 Cr$/Pass.

Linha 5 = 0,10 x 600 + 0,40 x 500 + 0,50 x 400 = 460 Cr$/Pass.

Linha 6 = 0,10 x 600 + 0,20 x 500 + 0,10 x 400 + 0,10 x 300 + 0,20 x 200 + 0,30 x 100 = 300 Cr$/Pass.

Linha 7 = 0,20 x 300 + 0,30 x 200 + 0,50 x 100 = 170 Cr$/Pass.

TABELA 22: Determinação da Tarifa Diferenciada pela Renda dos Usuários de cada Linha.

1-Linha	2-Custo (Cr$/Pass)	3-Demanda (Pass/dia)	4-Coeficiente de Impacto Médio por Linha(x100)	5-Impacto Total por Linha (3 x 4)	6-Tarifa (Cr$/Pass)
1	6,98	2170	6,98/560 = 1,25	2712,50	0,0278 x 560 = 15,57
2	7,09	2170	7,09/510 = 1,39	2016,30	0,0278 x 510 = 14,18
3	7,81	2258	7,81/190 = 4,11	9980,38	0,0278 x 190 = 5,28
4	10,49	8065	10,49/600 = 1,75	14113,75	0,0278 x 600 = 16,68
5	10,62	2499	10,62/460 = 2,31	5772,69	0,0278 x 460 = 12,49
6	9,98	3676	9,98/300 = 3,33	12241,08	0,0278 x 300 = 8,34
7	16,59	1536	16,59/170 = 9,76	14991,36	0,0278 x 170 = 4,73
Σ	-	22374	-	62128,06	-

Coeficiente de impacto único = 62128,06 ÷ 22374 ÷ 100 = 0,0278

social por excluir a parcela mais rica da sociedade desta forma de subsídio, embora possa ser efetiva para diminuir a participação das tarifas sobre algumas parcelas da sociedade dentro dos limites. Estes limites podem indicar a adoção de medidas mais efetivas e diretas de subsídios.

4.4 - Subsídios Diretos

Subsídios diretos a sistemas de transporte são comuns em diversas partes do mundo, porém é o assunto que maior discussão desperta, havendo grande número de defensores da adoção dessas medidas bem como de técnicos contrários às mesmas, não se pretendendo aqui alongar a discussão mas sim tecer comentários sobre a utilização do método proposto de tarifação como forma de operacionalização de algumas medidas.

A forma mais ampla de subsídio seria a gratuidade dos serviços, cuja adoção é desaconselhada por todos os técnicos em transportes por conduzir ao desperdício de recursos pelo uso abusivo a que esta política induz.

Basicamente existem duas formas de se prover subsídios: indiscriminadamente ou discriminadamente. A primeira corresponde a uma redução geral dos preços e na segunda esta redução se limitaria a certas classes de usuários tais como: estudantes, trabalhadores até determinada renda, aposentados ou a determinadas zonas mais carentes,

etc. captando-se recursos externamente ao sistema para cobrir o diferencial de receita e custo.

Neste aspecto é inegável a contribuição do método proposto para tarifação como forma de permitir o repasse mais correto dos fundos públicos destinados ao subsídio.

Um ponto a ser destacado, que se deixou para tocar neste capítulo, é o da vantagem da adoção de política de tarifa única por área, que permite a identificação das zonas menos favorecidas, onde poderiam ser aplicados os subsídios. Podendo-se, ainda, pensar na conjugação da adoção de subsídios diretos com subsídios cruzados para linhas ou grupos de linhas cujos usuários sejam mais pobres.

Outro aspecto a ressaltar é o da captação e limitação de recursos, que devem existir em quantidade tal e estarem disponíveis de forma a não provocar a deterioração do sistema. Este fato sugere que os recursos destinados ao subsídio sejam captados na própria área de aplicação e que sejam específicos para tal fim, pois se o preço é um componente de alto impacto social, também o é a qualidade do serviço prestado, na medida em que possibilita a mobilidade da população cativa de transporte público.

CAPÍTULO V

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 - Conclusões

O método tradicional para o cálculo das tarifas de ônibus parte da determinação dos custos médios do sistema, por levantamento e tratamento estatístico de dados de custeio nas próprias empresas operadoras, que são em sua maioria de capital privado.

Este custo é rateado pelos usuários do sistema com a utilização de dois parâmetros operacionais, a taxa de aproveitamento e o percurso médio anual dos veículos.

A definição destes parâmetros, médios para o sistema, implica que os operadores, uma vez calculada a tarifa, devem adequar o esquema operacional de suas linhas de forma que a receita auferida cubra os custos desta oferta de transporte, o que pode conduzir à existência de serviços inviáveis financeiramente.

Dentro de um enfoque puramente capitalista, as linhas inviáveis deveriam ser erradicadas porém, o transporte público urbano se reveste de características sociais, principalmente a de permitir a mobilidade de todas as parcelas da população, impondo a existência de certas

linhas sem que se leve em conta a rentabilidade financeira das mesmas.

De outra forma, pela utilização dos parâmetros operacionais médios para o sistema, determinadas linhas ainda que operando com altos níveis de serviço seriam super-tarifadas.

Neste trabalho se demonstrou a veracidade destas afirmativas pela simulação da operação de diversas linhas e cálculo de seus custos, propondo-se, então, a modificação do enfoque da política tarifária, ou seja, que adeque a tarifa às condições de operação fixadas para o sistema e não o inverso como ocorre com o método tradicional.

Assim da definição do esquema operacional de cada linha calculam-se os custos destes serviços, para então se determinarem as tarifas a serem cobradas, em função da política adotada pelo Órgão Concedente, definição esta decorrente das condicionantes locais.

A proposição apresentada adequa-se a qualquer destas políticas, sejam as básicas apresentadas no trabalho, seja outra política decorrente da combinação dessas.

Apresenta sobre o método tradicional a vantagem de permitir o direcionamento dos gastos públicos na melhoria do sistema de transporte, com resultados para seus u-

suários a curto prazo, o que não ocorre com a utilização do método tradicional pela diluição dos benefícios nos cálculos das médias e rateio dos custos.

Permite ainda a inclusão de variáveis não usualmente utilizadas em estudos tarifários, tais como a renda média dos usuários, possibilitando a adoção de políticas tarifárias com fins sociais. No caso da concessão de subsídios diretos apresenta vantagens sobre o método tradicional pelo dimensionamento mais correto dos custos de operação, possibilitando mais facilmente a adoção de políticas de integração.

Sua utilização, no entanto, implicará na necessidade do reaparelhamento dos Órgãos Concedentes, que necessitarão uma atuação mais ligada a operação do sistema e menos normativa do que atualmente.

5.2 - Recomendações para Futuros Trabalhos

- Analisar, para o caso brasileiro, sobre quanto e como subsidiar o transporte coletivo de passageiros indicando possíveis sistemas de bilhetagem.

- Estudar a inter-relação entre tarifa, operação, escolha modal e comportamento do usuário como forma de dimensionamento da oferta de transporte.

- Analisar sob o enfoque social o problema de uso do solo e transportes.

- Estudar o inter-relacionamento entre itens de custo com as características de operação das linhas.

- Estudar a necessidade de incremento das frotas das transportadoras pela necessidade de manutenção, por avarias e acidentes.

BIBLIOGRAFIA

1. Hugon,P., Demografia Brasileira, Editora Atlas S.A., São Paulo, 1977.

2. Barat,J., Estrutura Metropolitana e Sistema de Transportes - Estudo do Caso do Rio de Janeiro, IPEA/IMPES Rio de Janeiro, 1975.

3. Comissão de Economia de Trasnportes da ANTP, Subsídio ao Transporte Coletivo nas Metrópoles, Revista dos Transportes Públicos (R.T.P.) Anos/Março/Nº 7, 67-101 (1980).

4. Nazareth,P.B., Transporte e Desenvolvimento Urbano, Revista de Administração Pública, 229, 288 (1980).

5. Companhia de Transportes Coletivos (CTC-RJ), Considerações Operacionais e Financeiras sobre a CTC-RJ, Relatório Reservado, 1980.

6. Sindicato das Empresas de Trasnportes Rodoviários do Rio Grande do Sul, Transporte por Ônibus em Porto Alegre (1ª Parte), R.T.P. Ano 1/Dezembro/Nº 2, 35-55 (1978).

7. Departamento Geral de Transportes Concedidos do Estado do Rio de Janeiro (DTC-RJ), Regulamento-Decreto 2256/78, Niterói, 1978.

8. Mira Rodrigues,J., La Formacion de los Precios en el Transporte - Curso de Ingenieria de Transportes, 213-229 - Madrid, 1973.

9. Orrico Filho,R.D., Economia de Escala na Indústria de Transportes Urbanos por Ônibus, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 1979.

10. Johnston,J., Statistical Cost Analysis, McGraw-Hill, New York, 1960.

11. Instituto de Pesquisas Rodoviárias (IPR-DNER), Pesquisa sobre Tarifa de Transporte de Passageiros - 2 Volumes, Rio de Janeiro, 1975.

12. Abreu,J., Transporte Coletivo e Política Econômica, Companhia Municipal de Transportes Coletivos (CMTC), São Paulo, 1979.

13. Wonnacott,R. e Wonnacott,T., Econometria, Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, 1978.

14. Johnston,J., Métodos Econométricos, Editora Atlas S.A., São Paulo, 1976.

15. Rosa Filho,D.S., Análise Técnico-Econômica de Tipos de Ônibus e Dimensionamento Ótimo de Frotas, IME - RJ, 1980.

16. Tabosa,T.M.C., O Inter-Relacionamento entre Atributos do Sistema de Trasnporte Coletivo por Ônibus , PUC-RJ, 1979.

17. Barra,A.L.O., Modelo para Alocação de Frotas de Ônibus em Terminais, IME - RJ, 1981.

18. ITE Comitee 6F7, Transit Operating Subsidies, ITE Journal, outubro, 1979.

19. Sindicato das Empresas de Transporte de Passageiros de Nova Iguaçu, Estudo sobre Incidências Tributárias no Transporte Coletivo de Passageiros nas Linhas Interdistritais e Intermunicipais Urbanas, Dezembro , 1978.

20. Gustafson,B., Co-Ordination on the Fare Systems in City and Suburban Traffic within Greater Stockholm in 1967 - 1971, Novembro, 1971.

21. Dalmais-Van Straaten,C., La Tarification des Transports Collecties Urbains, Transports Urbains, 41, 33-38 (1977).

22. White,P.R., Planning for Public Trasnport, Hutchinson Co. Ltda, London, 1978.

23. Teixeira,A.M., Tarifa Única em Porto Alegre, Perfei-

tura Municipal de Porto Alegre, 1981.

24. IPPUC - Curitiba, Sistema de Controle e Estatística de Transportes Coletivos Urbanos por Ônibus, Curitiba, 1980.

25. Robbins,R.M., O Transporte Público e a Qualidade de Vida nas Cidades, R.T.P. Ano 1/Junho/Nº 4, 57-77 (1979).

26. DTC-RJ, Reduza seus Custos, Aumente seus Lucros, Niterói, 1980.

27. Sampaio Filho,L.A., Modelo para Alocação Ótima às Linhas de uma Empresa, IME - RJ, 1982.

28. Daibert,J.R.N., Modelos de Operação de Transporte Coletivo por Ônibus: Uma Análise Comparativa, IME - RJ, 1982.

Tese apresentada por

MARCO ANTONIO DE OLIVEIRA SILVA

e aprovada pelos Srs

WILLIAM ALBERTO DE AQUINO PEREIRA-M.Sc

PEDRO CARVALHO DE MELLO - Ph.D

OSWALDO LIMA NETO - Dr.Ing.