

IJ00196
Ex.1

CONVÊNIO CNDU-IJSN
COOPERAÇÃO TÉCNICA BRASIL-ALEMANHA

PROGRAMA DE TRABALHO PARA A PREVISÃO DA DEMANDA
NO SISTEMA AQUAVIÁRIO DA GRANDE VITÓRIA

SETOR DE TRANSPORTES
INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES

IJ00196
5500/1982
Ex.1



386.609815 207
I 59 P
5500/82
Ex. 1

1º juv 1986

PROGRAMA DE TRABALHO PARA A PREVISÃO DA DEMANDA
NO SISTEMA AQUAVIÁRIO DA GRANDE VITÓRIA



CONVÊNIO CNDU-IJSN
COOPERAÇÃO TÉCNICA BRASIL-ALEMANHA
SETOR DE TRANSPORTES

PROGRAMA DE TRABALHO PARA A PREVISÃO DA DEMANDA
NO SISTEMA AQUAVIÁRIO DA GRANDE VITÓRIA

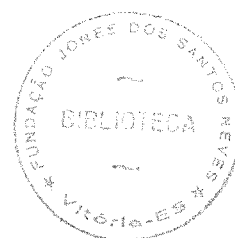


DEZEMBRO/80

LISTA DE GRÁFICOS

- GRÁFICO 1 - *Fluxograma de Previsão da Demanda do Sistema Aquaviário*
- GRÁFICO 2 - *Modal - Split (etapa 1) entre Transporte Individual e Coletivo*
- GRÁFICO 3 - *Tempo de espera em Função do Intervalo de Serviço e Modo de Transporte*
- GRÁFICO 4 - *Modelo de Modal-Split entre Barco e Ônibus nas Áreas de Influência Direta dos Terminais Aquaviários*
- GRÁFICO 5 - *Modelo de Modal-Split entre Barco e Ônibus nas Áreas de Influência Direta do Terminal Prainha*
- GRÁFICO 6 - *Modelo de Modal-Split entre Barco e Ônibus nas Áreas de Influência Direta do Terminal Porto de Santana*
- GRÁFICO 7 - *Modelo de Modal-Split entre Barco e Ônibus nas Áreas de Influência Direta do Terminal Paul*

ÍNDICE	PÁGINA
1. INTRODUÇÃO	5
2. AVALIAÇÃO DA PESQUISA DOMICILIAR	8
3. GERAÇÃO DE VIAGENS	10
3.1. MODELO DE GERAÇÃO	13
3.2. CALIBRAÇÃO DO MODELO	15
3.3. PREVISÃO DA DEMANDA	16
4. DISTRIBUIÇÃO DAS VIAGENS	19
5. REPARTIÇÃO MODAL	21
5.1. MODAL SPLIT ENTRE TRANSPORTE INDIVIDUAL E COLETIVO	23
5.2. MODAL SPLIT ENTRE O SISTEMA AQUAVIÁRIO E ÔNIBUS	25
5.2.1. Implantação de novos terminais aquaviários (caso 1) .	28
5.2.2. Aumento da capacidade do sistema aquaviário existen te (caso 2)	30
5.2.3. Áreas de influência direta dos terminais aquaviários (caso 3)	36
5.3. MODAL SPLIT NO ACESSO AO TERMINAL AQUAVIÁRIO	43
6. CONCLUSÃO	46



1.

INTRODUÇÃO

Partindo da análise do sistema aquaviário na Grande Vitória, o projeto de ampliação e reformulação do sistema aquaviário integrado precisa de previsões das demandas futuras, da distribuição futura das viagens e da repartição modal entre o transporte individual e transporte coletivo em suas diversas formas.

O gráfico 1 apresenta um fluxograma com os diversos passos do trabalho, aqui chamados *pacote de trabalho* (PT) e a sua estrutura no ramo do trabalho como um todo.

Os seguintes capítulos visam apresentar os diversos modelos, na forma em que eles foram considerados adequados pelo grupo de trabalho de transporte. Assim, o *paper* contém o resumo das discussões internas com o grupo de trabalho, tendo em vista a documentação completa de todos os passos de cálculo necessários para concluir o projeto.

Falta ressaltar que o nível de sofisticação dos modelos não pode ser mantido como era desejável, devido à falta de informações mais confiáveis como pessoas ocupadas, empregos, taxa de motorização etc. Os modelos, então, representam um nível simples, mas se baseiam nos dados confiáveis acessíveis.

Tendo o primeiro modelo, de uma série de modelos, características simples, todos os demais modelos devem seguir o mesmo nível de exatidão e complexidade. As simplificações necessárias feitas e suas justificativas, serão detalhadas nos seguintes capítulos.

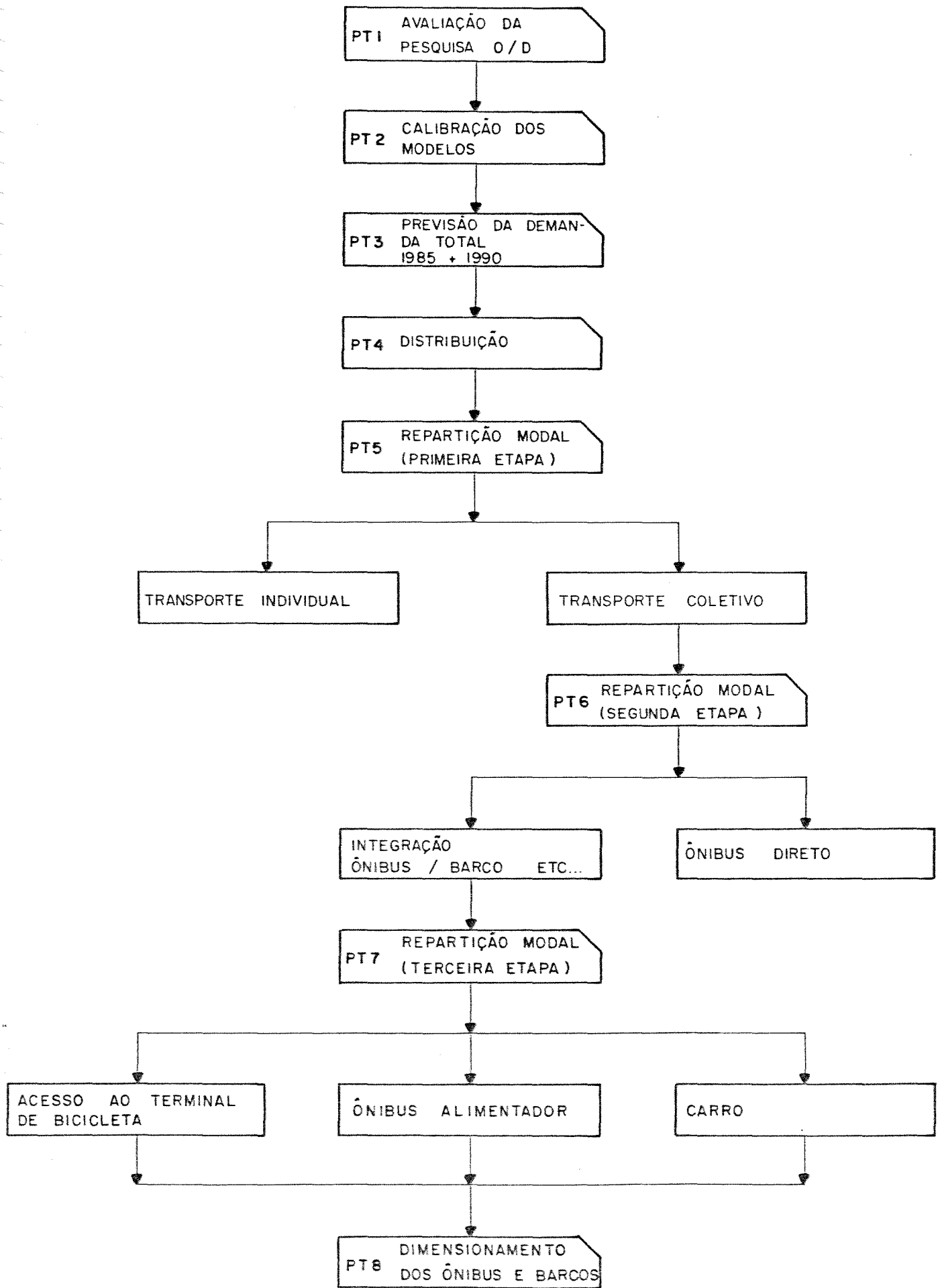


GRÁFICO I : FLUXOGRAMA DE PREVISÃO DA DEMANDA DO SISTEMA AQUAVIÁRIO

2.

AVALIAÇÃO DA PESQUISA DOMICILIAR

Apesar dos dados para outras finalidades, o processo de cálculo dos modelos de transporte precisa das seguintes matrizes finais:

- . matriz total, 24h - todos os modos;
- . matriz transporte coletivo, 24h - (barco, ônibus executivo, taxis);
- . matriz transporte individual, 24h - (carro-passageiro + motorista, moto, bicicleta e outros).

As matrizes devem ser expandidas conforme os números de domicílios por cada zona de tráfego. Depois deve-se checar as matrizes conforme as contagens realizadas no cordão interno (4 pontes que interligam a Ilha de Vitória aos continentes Norte e Sul da Aglomeração da Grande Vitória).

As seguintes matrizes finais são dados de entrada para os modelos:

- . matriz total, 24h;
- . matriz por cada modo separado, 24h;
- . matriz coletivo, 24h;
- . matriz individual, 24h.

Além das diversas matrizes de origem e destino da demanda, deve-se calcular a matriz dos *Modal Splits* para cada relação Origem/Destino, ou seja, dividir cada elemento da matriz de transporte coletivo pelo elemento da matriz total da demanda.

Finalmente, precisa-se da mobilidade em função da renda familiar e do número de pessoas por domicílio, separado por transporte coletivo e individual.

Sugere-se, calcular as matrizes acima mencionadas com pelo menos uma casa de aproximação e mantê-la até a última operação de cálculo. Assim, evita-se erros de arredondamentos nas fases intermediárias, que serão aumentados nas fases de cálculo seguintes.

3.

GERAÇÃO DE VIAGENS

Os fatores que influem na geração das viagens são os seguintes:

. *fatores do uso do solo urbano*

predominantemente o uso residencial determina a geração de viagens, sendo que 80 a 90% das viagens têm início ou término na residência.

. *tamanho da família*

o número de viagens por dia e família cresce com o número de pessoas por domicílio.

. *propriedade de carros de passeio*

a posse de um carro privativo muda totalmente o hábito do seu proprietário. Normalmente, a sua mobilidade aumenta.

. *ocupação, grau de ocupação dos residentes*

o tipo de emprego do pai da família determina o padrão de vida e, assim, a mobilidade de todos os membros da família.

. *renda familiar*

a mobilidade é uma função direta da renda familiar, ou seja, do poder aquisitivo da família.

Conhece-se os seguintes tipos de modelos para a geração de viagens:

- . modelo de fatores de expansão;
- . modelo de análise de regressão múltipla.

Estes modelos têm como dados de entrada o número de pessoas ocupadas, os empregos, as matrículas escolares, o número de residentes e a taxa de motorização - por cada zona. A falta da maioria desses dados determinam a escolha de um modelo mais simples, que somente se baseia na mobilidade da população residente.

3.1.

MODELO DE GERAÇÃO

O modelo escolhido para a determinação da demanda futura do sistema aqua viário é da seguinte forma:

$$\Sigma O_i = M_i \cdot D_i \cdot C_i + X_i$$

sendo:

ΣO_i : total da demanda de transporte gerada em zona i

M_i : mobilidade da zona i (viagens por dia e domicílio)

D_i : número de domicílios na zona i

C_i : fator de calibração para a zona i

X_i : acréscimo à demanda calculada pelo modelo para considerar influências especiais que não possuem natureza residencial.

A mobilidade é uma função do número de pessoas por domicílio, da renda familiar, da estrutura familiar, bem como de outras influências como por exemplo preço da gasolina. Deve-se aplicar os resultados da pesquisa domiciliar, expandidos e corrigidos para calcular as viagens *per capita* ou por domicílio, respectivamente - ou seja a mobilidade.

Num segundo passo, deve-se estabelecer fatores de acréscimo da mobilidade para quantificar a mobilidade futura (em 1985 e 1990). Recomenda-se desenvolvê-lo comparando com resultados sobre o mesmo tema de outras cidades (São Paulo, Rio).

O modelo consiste de dois somatórios: uma parte matemática e uma parte de intuição. Sendo o modelo de geração das viagens relativamente simples, ou seja porque utiliza apenas a mobilidade residencial, deve-se adicionar intuitivamente as demais influências sobre a geração de viagens, tais como:

- . concentrações maiores de empregos;
- . shopping-centers;
- . universidade, estádio de futebol;
- . outros centros de geração e atração de tráfego.

Assim, pode-se compensar, parcialmente, a falta dos demais dados pela intuição do técnico durante o próprio cálculo. Isto faz com que os resultados obtidos fiquem mais próximos à realidade local, ao invés da aplicação de um modelo teórico muito sofisticado sem a mínima possibilidade de controle dos resultados.

3.2.

CALIBRAÇÃO DO MODELO

A calibração permite o ajustamento do modelo à realidade da área de estudo, a fim de obter os fatores de calibração, deve-se aplicar o modelo para um caso onde os resultados já são conhecidos, e depois equilibrar os resultados dos cálculos através de somatórios ou fatores de calibração.

Recomenda-se fazer este processo com a ajuda do seguinte formulário.

CALIBRAÇÃO DO MODELO DE GERAÇÃO

ZONA	NÚMERO DOMICÍLIOS (1980)	Nº MÉDIO DE PESSOAS POR DOMÍ- CÍLIO (1980)	FAIXA DE RENDA MÉDIA (1980)	MOBILIDA- DE MÉDIA POR DOMÍ- CÍLIO	VIAGENS GERADAS POR DIA (MOBILI- DADE)	VIAGENS GERADAS POR DIA (P/PESQ. DOM. O/D) (1980)	COEF. DE CALIBRA- ÇÃO Ci
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6) = 2x5	(7)	(8) = 7÷6

Dependendo da variação do coeficiente de calibração de cada zona, deve-se decidir sobre a aplicação de um coeficiente médio para todas as zonas ou de um coeficiente particular para cada zona. Uma vez definido este coeficiente, ele valerá para toda a previsão da demanda durante a operação do modelo.

3.3.

PREVISÃO DA DEMANDA

Para poder prognosticar a geração de viagens nos anos 1985 e 1990, deve-se prever os seguintes parâmetros:

- . número de domicílios por zona (1985, 199);
- . número de pessoas por domicílio (1985, 1990);
- . renda domiciliar por zona (1985, 1990).

Com os valores da mobilidade do ano em questão, chega-se ao número de viagens no ano de prognose, aplicando a seguinte tabela:

PREVISÃO DA DEMANDA (1985)

ZONA	NÚMERO DOMICÍ- LIOS 1985	Nº MÉDIO DE PESSO- AS/DOMIC. 1985	FAIXA DE RENDA 1985	MOBILIDA- DE 1985	VALOR INTER- MEDIÁRIO	COEF. DE CALIBRA- ÇÃO C _i	VIAGENS P/DIA (MODELO) 1985	ACRÉSCIMO INTUITI- VO	TOTAL PREVISÃO 1985	VIAGENS/ /DIA 1980	f _i
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6) = 2x5	(7)	(8) = 6x7	(9)	10 = 8+9	(11)	(12) = $\frac{10}{11}$

O fator f_i indica o grau de crescimento das viagens e será utilizado no modelo de distribuição.

Tendo em vista a impossibilidade de prognosticar a demanda através do único parâmetro, *população residente*, recomenda-se aplicar o seguinte método de aproximação:

- . manter o número de domicílios por zona para o horizonte de prognose como uma constante (o parâmetro mais confiável);
- . indicar uma *faixa de variação* para o valor em coluna (8) de cerca de $\pm 20\%$ e mantê-la até o resultado da demanda final dos terminais.

Este método se tornaria mais honesto e mostraria a enorme inconfiabilidade dos resultados finais. Tendo em vista o objetivo do trabalho: o dimensionamento do tamanho e tipo ideal de embarcação, não conduziria a um erro significativo. O programa de simulação do IPT, criado para os fins acima mencionados, poderia suportar faixas de variação da demanda sem complicação.

4.

DISTRIBUIÇÃO DAS VIAGENS

As viagens de origem, geradas pelo modelo anterior devem ser transformadas em fluxos interzonais. A distribuição das viagens é a parte do processo de planejamento dos transportes que relaciona um certo número de viagens, com origem em cada zona da área de estudo, com um determinado número de viagens com destino em outras zonas da área. Esta etapa não trata ainda dos modos de transporte usados para realizar uma dada viagem, nem das rotas utilizadas. Refere-se apenas à determinação de ligações entre as zonas conforme o cálculo da geração das viagens.

Todas as matrizes de origem e destino, como foram desenvolvidas da pesquisa domiciliar, existem em forma triangular. Isto significa, que se pressupõe a igualdade de todas as viagens de ida e volta. Assim, não há necessidade de aplicar um dos modelos tradicionais de distribuição, pois não serão consideradas mudanças nas estruturas urbanas determinando a atração de viagens. O único fator de crescimento da demanda é o crescimento populacional.

Por isto, o cálculo será feito através da equação:

$$F_{ij85} = F_{ij80} \cdot f_i$$

F_{ij85} = viagens entre i e j em 1985

F_{ij80} = viagens entre i e j em 1980

f_i = fator de crescimento da demanda na zona i .

5.

REPARTIÇÃO MODAL

Segundo o gráfico do capítulo 1, a repartição modal será feita em três etapas:

- . repartição entre transporte individual e coletivo;
- . repartição entre o sistema aquaviário e o ônibus;
- . repartição no acesso ao sistema aquaviário.

Para os modelos neste capítulo valem as mesmas observações feitas anteriormente, sendo que o grau de simplificação, uma vez estabelecido, deveria ser mantido durante todo o processo de cálculo.

5.1. MODAL SPLIT ENTRE TRANSPORTE INDIVIDUAL E COLETIVO

Recomenda-se aplicar o gráfico 2 para a primeira fase de repartição. O modelo não está calibrado, apresenta então a realidade apenas em termos qualitativos. Foi suposto que, a utilização de um carro de passeio, seria economicamente possível, para famílias com faixa de renda média domiciliar, a partir da faixa de renda 03. Todas as famílias com rendas domiciliares inferiores a esta faixa, são considerados como *cativos* do transporte coletivo. Ao contrário, considerou-se uma certa saturação na posse de carros a partir da faixa de renda 06. Embora, se tratando da classe alta, *cativo* do carro, vai ficar um restante de cerca de 25% para o transporte coletivo (esposa, filhos etc).

As faixas de renda intermediárias 04 e 05 apresentam um declínio no uso do transporte coletivo.

Deve-se calibrar o modelo com os dados da pesquisa origem/destino de 1980. Para a aplicação nos horizontes de planejamento 1985 e 1990 pode-se alterar o modelo conforme está indicado em traço-ponto-traço.

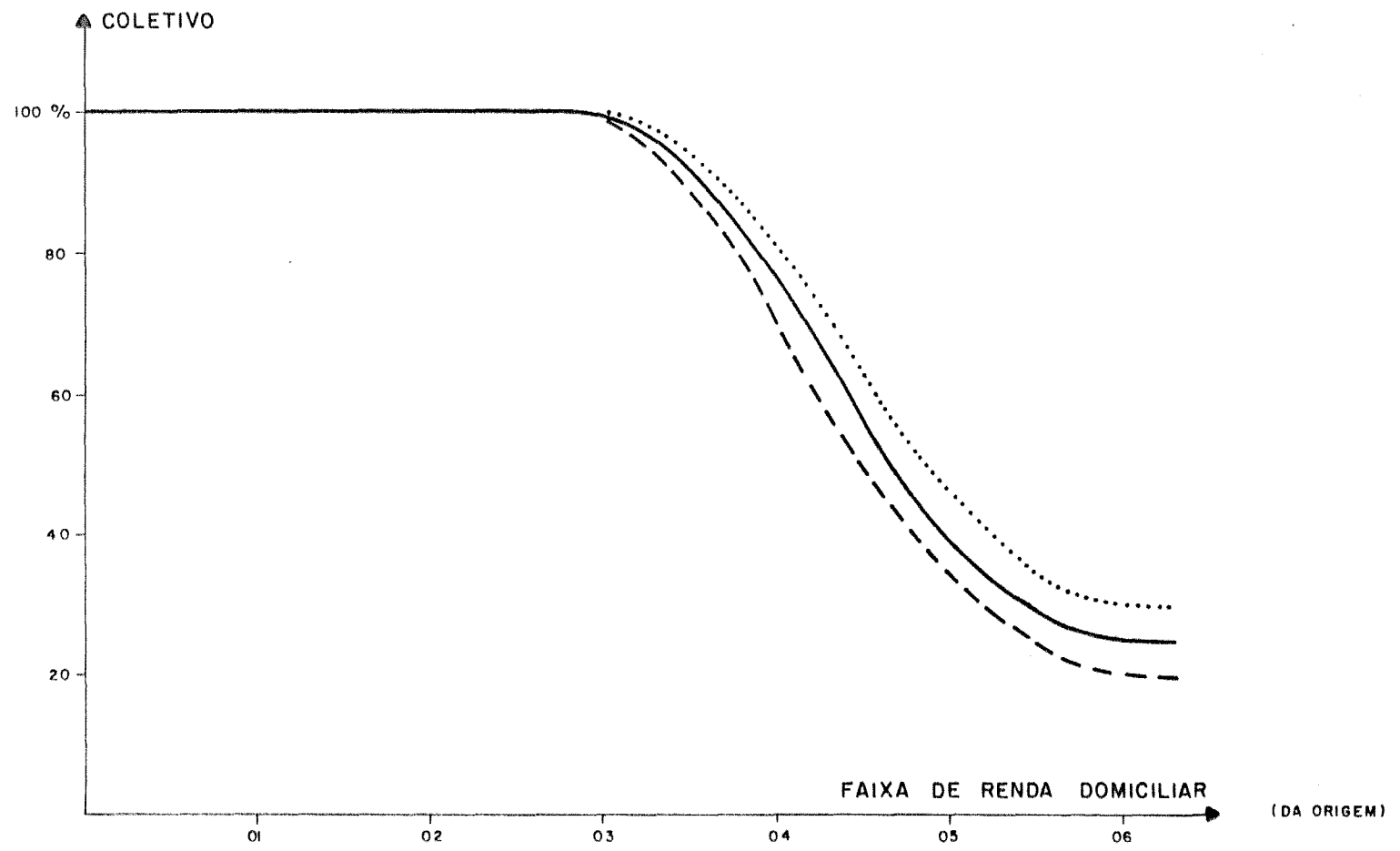


GRÁFICO 2 : MODAL - SPLIT (ETAPA I) ENTRE TRANSPORTE INDIVIDUAL E COLETIVO .

DESENHO : BETH

5.2. MODAL SPLIT ENTRE O SISTEMA AQUAVIÁRIO E ÔNIBUS

São apresentados modelos para três casos diferentes:

- . Caso 1: para implantação de novas linhas aquaviárias integradas com ônibus alimentadores;
- . Caso 2: para o aumento da capacidade do sistema aquaviário existente;
- . Caso 3: para áreas de influência direta dos terminais aquaviários.

As bases que determinam a repartição modal são:

1. rapidez;
2. conforto;
3. segurança;
4. preço.

A rapidez é definida pelo tempo de viagem, enquanto os determinantes do conforto podem ser medidos pelo tempo de espera, a necessidade de transbordo, a distância de caminhada, a lotação do meio de transporte, etc. O preço da viagem é simplesmente a tarifa, ou a soma das tarifas, respectivamente, se forem usados mais de um meio de transporte.

Os modelos aqui apresentados abrangem todos esses itens. O preço da passagem não entrou nos modelos 1 e 2, supondo que a tarifa do ônibus direto seja sempre igual à tarifa integrada entre barco e ônibus alimentadores. O preço da passagem como determinante para a repartição modal deve ser considerado apenas no caso de ligações como origens e destinos nas áreas de influência direta do sistema aquaviário.

Pretende-se criar uma expansão do tempo de viagem que inclua também os tempos de espera e de transbordo.

Sendo os intervalos entre duas partidas consecutivas de ônibus normalmente aleatórias (entre certos limites), empregar-se-ia neste caso o tempo de espera como a metade do intervalo médio limitando-o até o máximo de 20 minutos (gráfico 3). No caso do aquaviário, onde há intervalos fixos de p. ex. cada 20 em 20 minutos e horários publicados, o usuário não se aproxima ao terminal aleatoriamente, mas observa o horário de partida na sua chegada. Neste caso vale a curva dois na figura 1.

O tempo de transbordo depende do local do terminal aquaviário e do horário de partidas dos barcos, tendo que ser elaborado em cada caso individualmente.

A fim de incluir o item *conforto*, determinado predominantemente pelos tempos de espera e de transbordo, chega-se às expressões seguintes para os tempos de viagem dos dois modos a serem comparados:

$$(1) \quad T_o = t_{e,o} + t_{v,o}$$

$$(2) \quad T_l = t_{e,o} + t_{v,o} + t_{tr} + t_{v,b}$$

onde:

T_o = tempo total de viagem no sistema de ônibus direto.

$T_{e,o}$ = tempo de espera para os ônibus.

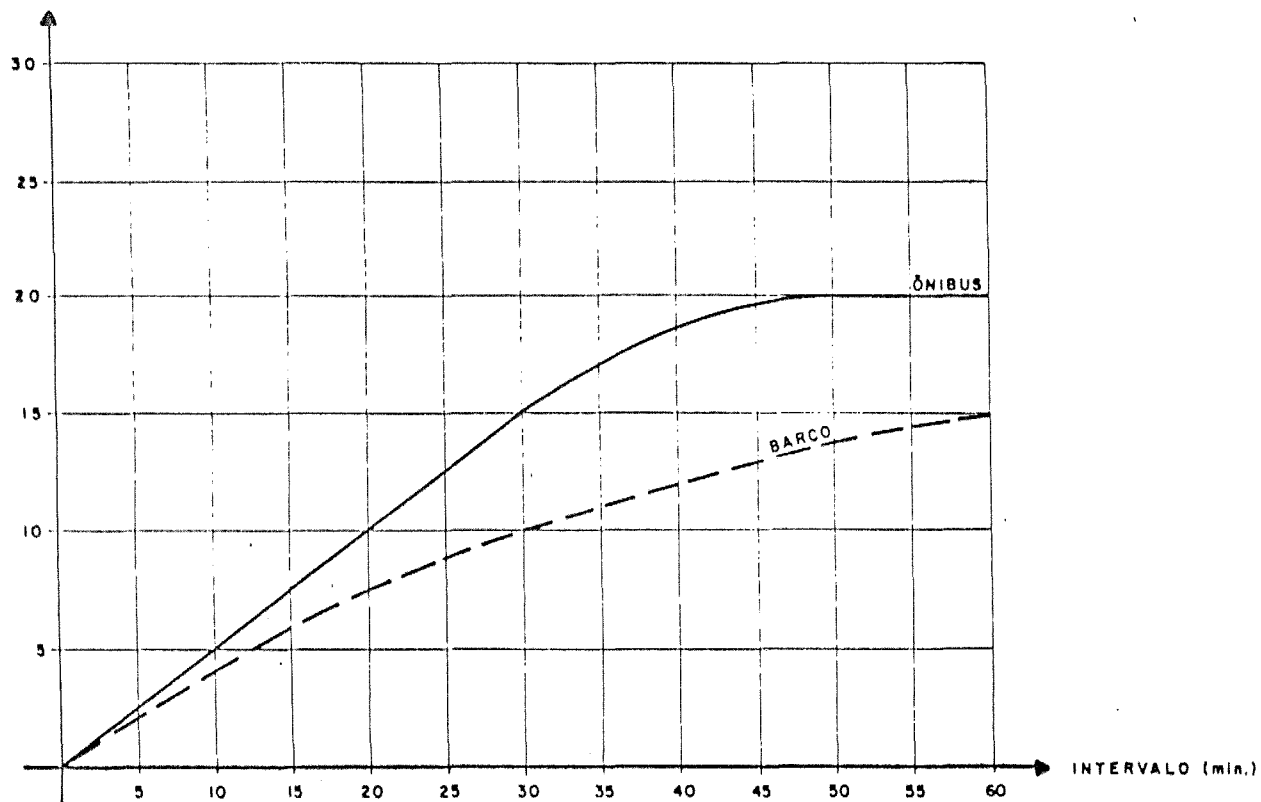
$t_{v,o}$ = tempo de viagem no ônibus.

T_l = tempo total de viagem na integração aquaviário - ônibus.

T_{tr} = tempo de transbordos entre ônibus e aquaviário.

$t_{v,b}$ = tempo de viagem no barco.

TEMPO REAL MÉDIO
DE ESPERA (min.)



FONTE : NEBELUNG / WALTHER / VOGT , 1976 .

GRÁFICO 3 : TEMPO DE ESPERA EM FUNÇÃO DO INTERVALO DE SERVIÇO E MODO DE TRANSPORTE.

5.2.1. IMPLANTAÇÃO DE NOVOS TERMINAIS AQUAVIÁRIOS (CASO 1)

Conta-se com a possibilidade de criar novos terminais aquaviários, a fim de descarregar o sistema de ônibus em conexões entre o continente e a Ilha de Vitória. Eles são:

- . Santo Antônio;
- . Itaquari;
- . Aribiri;
- . Glória;
- . Dom Bosco.

A fim de determinar a viabilidade de futuras linhas aquaviárias precisa-se prever o número de passageiros em cada linha, e saber o percentual da demanda total entre as zonas de origem e destino em relação ao ônibus direto.

O modelo se refere à expressão do tempo de viagem em forma composta, inclusive os tempos de espera e de transbordo (fórmulas 1 e 2).

O percentual do aquaviário na integração com o ônibus, do total da demanda entre as zonas i e j é (sendo as tarifas direta e integrada iguais):

$$(3) \quad S_{ij} = \frac{\frac{1}{T_{lij}}}{\frac{1}{T_{lij}} + \frac{1}{T_{oij}}} \cdot 100 (\%)$$

onde:

S_{ij} = percentual da demanda total entre zona i e j que se refere ao sistema aquaviário integrado com ônibus alimentadores.

T_{lij} = tempo total de viagem entre as zonas i e j no sistema aquaviário integrado.

T_{oij} = tempo total de viagem entre as zonas i e j para o ônibus direto.

Exemplo:

Ligação Novo México-Dom Bosco

a) *Viagem de ônibus:*

Novo México-Centro:	t_{v1}	=	90min
Centro-Dom Bosco :	t_{v2}	=	10min
Tempo de espera :	t_e	=	5min
Tempo de transb. :	t_{tr}	=	<u>10min</u>
Tempo total de viag.:	T_o	=	115min

b) *Viagem na integração com o sistema aquaviário:*

Supõe-se uma linha de ônibus alimentador, Novo México-Glória e uma linha de barco, Glória-Dom Bosco.

Novo México-Glória:	T_{vo}	=	20min
Tempo de espera (ônib.):	T_{eo}	=	5min
Tempo de transbordo no terminal Glória:	t_{tr}	=	10min
Glória-Dom Bosco:	$t_{v,b}$	=	<u>10min</u>
			45min

c)

$$s = \frac{\frac{1}{45}}{\frac{1}{45} + \frac{1}{115}} = \frac{0,0222}{0,0222 + 0,00869} = \frac{0,02222}{0,030918} = 0,72$$

No exemplo escolhido, 72% dos usuários preferiam a integração barco-ônibus, em relação ao tempo e conforto de viagem. Foi suposto a tarifa igual para ambos os modos comparados.

5.2.2. AUMENTO DA CAPACIDADE DO SISTEMA AQUAVIÁRIO EXISTENTE (CASO 2)

No caso de um aumento futuro da capacidade das linhas existentes, melhorias físico-operacionais no sistema existente, a saber:

- . Paul-Centro;
- . Prainha-Centro;
- . Porto de Santana-Ilha do Príncipe-Centro

deve-se aplicar um outro modelo que corrige o *modal split* encontrado na situação atual em função do aumento da atratividade, ou seja, em função da redução do tempo total de viagem na integração ônibus-barco.

A finalidade dos seguintes passos de cálculo é a correção da demanda entre as zonas i e j , comparando a situação atual (índice a) e a situação futura (índice n).

$$(4) \quad D_{lijn} = m_{ij} \cdot D_{lija}$$

$$(5) \quad m_{ij} = \frac{S_{ijn}}{S_{ija}}$$

$$(6) \quad S_{ija} = \frac{\frac{1}{T_{lija}}}{\frac{1}{T_{lija}} + \frac{1 - S_{ija}}{T_{lija} \cdot S_{ija}}}$$

$$(7) \quad S_{ijn} = \frac{\frac{1}{T_{lijn}}}{\frac{1}{T_{lijn}} + \frac{1 - S_{ija}}{T_{lija} \cdot S_{ija}}}$$

Aplicando a fórmula (5) dá:

$$(8) \quad m_{ij} = \frac{S_{ijn}}{S_{ija}} = \frac{\frac{1}{T_{lijn}}}{S_{ija} \cdot \left(\frac{1}{T_{lijn}} + \frac{1 - S_{ija}}{T_{lija} \cdot S_{ija}} \right)} =$$

$$= \frac{1}{S_{ija} + \frac{T_{lijn}}{T_{lija}} (1 - S_{ija})}$$

O resultado mostra que o fator de correção do modal split entre as zonas i e j , m_{ij} , apenas é uma função do quociente entre os tempos totais de viagem T_0 e T_1 entre aquelas zonas i e j . Assim, pode-se aplicar a seguinte equação (9), sem calcular as equações (4) a (8) para chegar aos valores novos da demanda D_{ij} .

$$(9) \quad D_{lijn} = \frac{D_{ija}}{S_{ija} + \frac{T_{lijn}}{T_{ija}} (1 - S_{ija})}$$

Explicação das variáveis das equações (4) a (9):

D = demanda

T = tempo total de viagem

S = fator de repartição modal

m = fator de correção da demanda

Índices:

i = número da zona de origem

j = número da zona de destino

l = integração barco-ônibus

a = atual

n = novo

Observação:

O modelo pressupõe que os tempos de viagem no *ônibus direto* continuem sem mudanças. Assim o modelo do capítulo 4.2. quantifica o aumento da demanda no sistema integrado de ônibus e barca, apenas em relação do aumento da atratividade e capacidade dele. A aplicação do modelo é mostrada no exemplo abaixo:

Exemplo:

Ligação Praia da Costa-Centro - (ônibus + barco)

- . demanda atual $D_{ija} = 1000$ passageiros/h
- . atual fator de modal split $S_{ija} = 25\% = 0,25$
- . tempo total de viagem, atual $T_{ija} = 50$ min
- . tempo total de viagem, novo $T_{lijn} = 30$ min

Problema: que demanda será atraída pela redução do tempo total de viagem?

$$D_{ij} = \frac{1000}{0,25 + \frac{30}{50} (1 - 0,25)} = 1.428 \text{ passageiros}$$

A solução acima indica, que a redução do tempo total de viagens atraiu mais 428 passageiros por hora.

Os modelos para os casos 1 e 2 da repartição modal devem ser calibrados a fim de serem representativamente aplicáveis na área de estudo. Recomenda-se calibrá-los através da expressão:

t_{tr} = tempo de transbordo.

Pra umas ligações $i-j$ deve-se repetir os seguintes passos:

a) *Caso ônibus direto*

1. tempo de espera em função de frequência;
2. tempo de viagem até destino;
3. tempo total da viagem;
4. demanda $i-j$ realizada.

b) *Caso integração barco-ônibus*

1. tempo de espera em função da frequência do ônibus alimentador;
2. tempo de viagem até o terminal aquaviário;
3. tempo de transbordo t_{tr} entre ônibus e barco;

4. tempo de travessia no barco;
5. tempo total da viagem;
6. demanda i-j realizada (D_{ij})

$$S_{ija} = \frac{D_{lij}}{D_{oij}} \quad (\text{modal split, atual})$$

Partindo da equação (3)

$$S_{ij} = \frac{\frac{1}{T_{lij}}}{\frac{1}{T_{lij}} + \frac{1}{T_{oij}}}$$

Chega-se à equação para T_{lij}

$$(10) \quad T_{lij} = \frac{1 - S_{ij}}{\frac{S_{ij}}{T_{oij}}}$$

Segundo a equação (2):

$$T_{lij} = t_{e,o} + t_{v,o} + t_{tr} + t_{v,b}$$

Pode-se separar:

$$(11) \quad t_{tr}^{\ddot{}} = T_{lij} - t_{e,o} - t_{v,o} - t_{v,b} - t_{tr}$$

Comparando o t_{tr} saindo da equação (11) e o t_{tr} real, chega-se a um acrêscimo no tempo de transbordo que inclua o desconforto, sentido pelo usuário pela necessidade de trocar o modo de transporte. Este acrêscimo do tempo real de transbordo calcula-se um número bastante de relações $i-j$, a fim de aplicar um valor médio $t_{tr}^{\ddagger} = \text{constante}$ em cada cálculo do tempo de viagem na integração barco-ônibus. A fórmula (2) mudar-se-ia para:

$$(12) \quad T_{ij} = t_{e,o} + t_{v,o} + t_{tr} + t_{tr}^{\ddagger} + t_{v,e}$$

Exemplo para calibração dos modelos:

a) *Dados necessários*

1. S_{ij} ou $\frac{D_i}{D_o}$
2. frequência do ônibus alimentador;
3. frequência do ônibus direto;
4. tempo de viagem no ônibus alimentador;
5. tempo de viagem no ônibus direto;
6. tempo de transbordo no terminal aquaviário;
7. tempo de travessia no barco.

b) *Os passos de cálculo*

1. tempo de espera para o ônibus direto (aplicando figura 1);
2. $T_{oij} = t_{e,o} + t_{v,o}$
3. T_{lij} através equação (10)
4. t_{tr}^{\ddagger} através equação (11)

5.2.3. ÁREAS DE INFLUÊNCIA DIRETA DOS TERMINAIS AQUAVIÁRIOS (CASO 3)

O terceiro modelo vale para as viagens entre as áreas de influência direta dos terminais aquaviários, e, por ser a tarifa do barco diferente do ônibus concorrente, tem que levar em consideração:

- . o tempo da viagem;
- . o conforto da viagem;
- . o preço da viagem.

Entrando com o tempo total da viagem e o preço para cada relação de zonas $i-j$, chega-se a um valor S_{ij} do barco, que representa o percentual da demanda que será atraído pelo sistema aquaviário.

Chegou-se à calibração do modelo através dos dados recebidos da pesquisa. O gráfico 4 mostra a versão teórica antes da calibração.

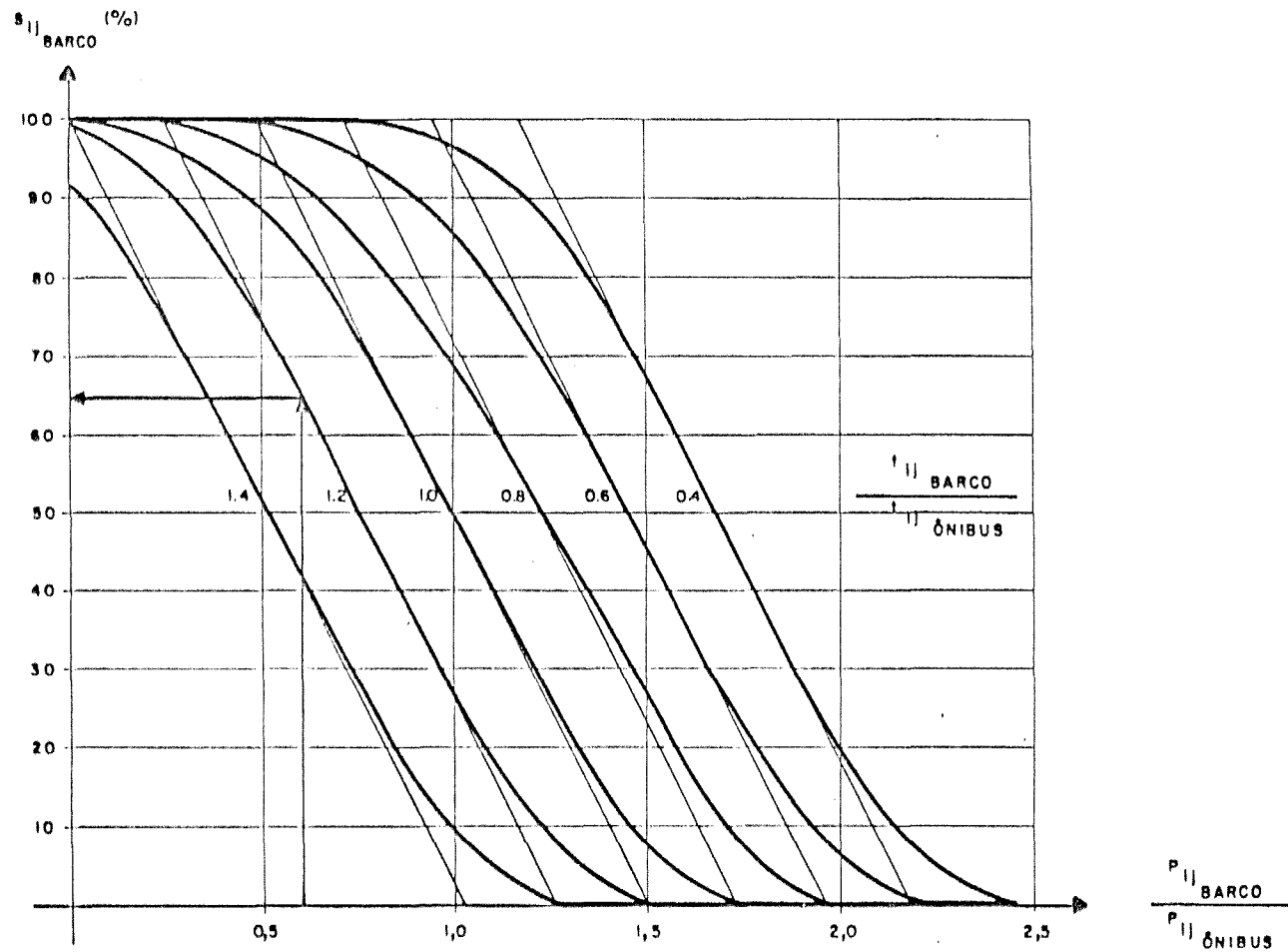


GRÁFICO 4 : MODELO DE MODAL SPLIT ENTRE BARCO E ÔNIBUS
 NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DIRETA DOS TERMINAIS
 AQUAVIÁRIOS.

Dos seguintes dados tentou-se calibrar o modelo. Chegou-se a saber que os pares de dados variam muito em função do terminal observado. Por isto preferiu-se calibrar o modelo para cada terminal separado.

I) CENTRO/PRAINHA (Vila Velha)

	INTERVALO (min)	TEMPO DE VIAGEM (min)	CUSTO DE VIAGEM (Cr\$)	TEMPO DE ESPERA (min)	TEMPO DE VIA GEM TOTAL (min)
a) barco	20	23	5	7	30
b) ônibus	10	40	12	5	45

$$\frac{P_{ijB}}{P_{ij\bar{0}}} = 0,4; \quad \frac{t_{ijB}}{t_{ij\bar{0}}} = 0,7$$

II) CENTRO/PORTO DE SANTANA

	INTERVALO (min)	TEMPO DE VIAGEM (min)	CUSTO DE VIAGEM (Cr\$)	TEMPO DE ESPERA (min)	TEMPO DE VIA GEM TOTAL (min)
a) barco	30	25	4	10	35
b) ônibus	15	35	12	7	42

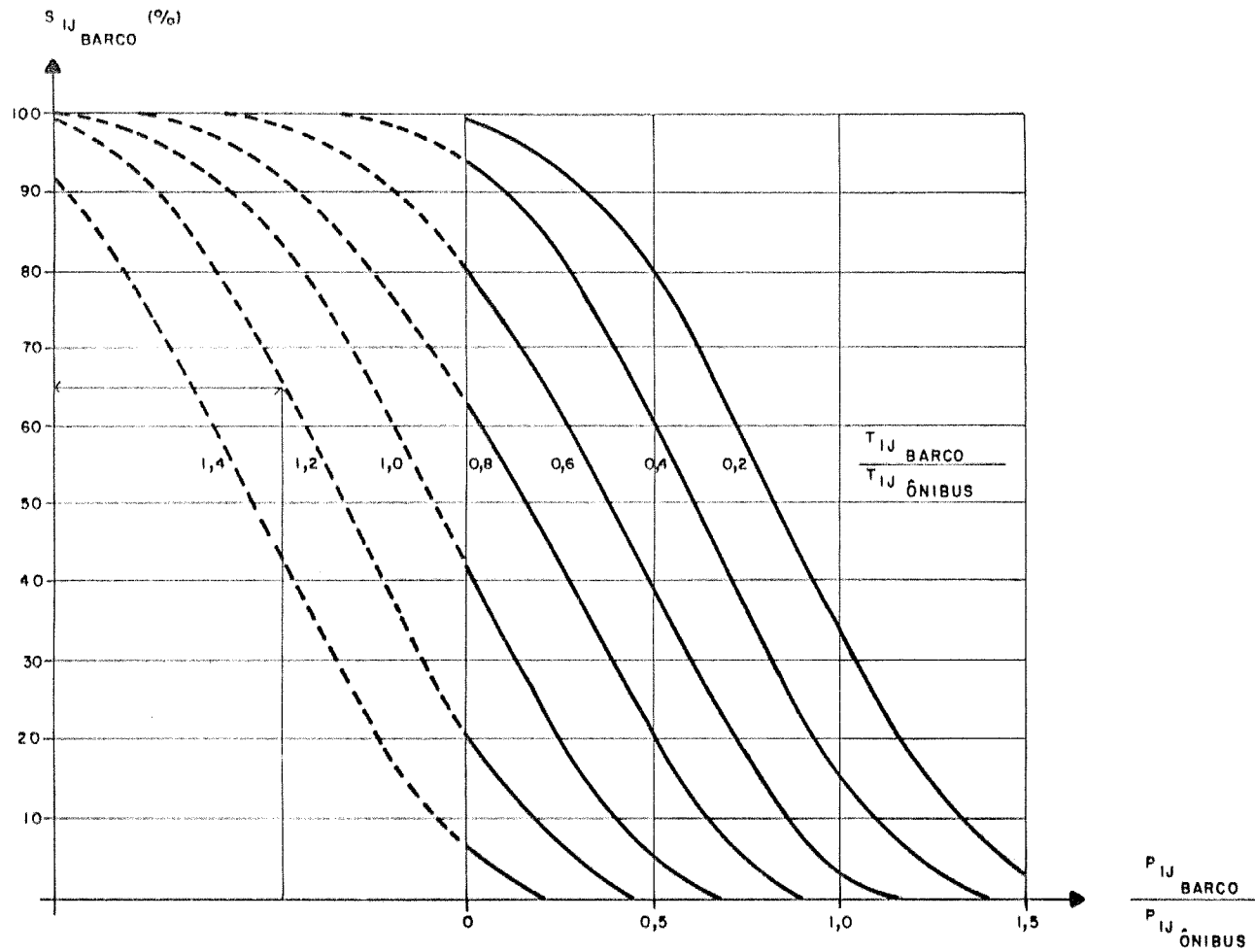
$$\frac{P_{ijB}}{P_{ij\bar{0}}} = 0,3; \quad \frac{t_{ijB}}{t_{ij\bar{0}}} = 0,8$$

III) CENTRO/PAUL

	INTERVALO (min)	TEMPO DE VIAGEM (min)	CUSTO DE VIAGEM (Cr\$)	TEMPO DE ESPERA (min)	TEMPO DE VIAGEM TOTAL (min)
a) barco	15	4	2	6	10
b) ônibus	15	15	9	7	22

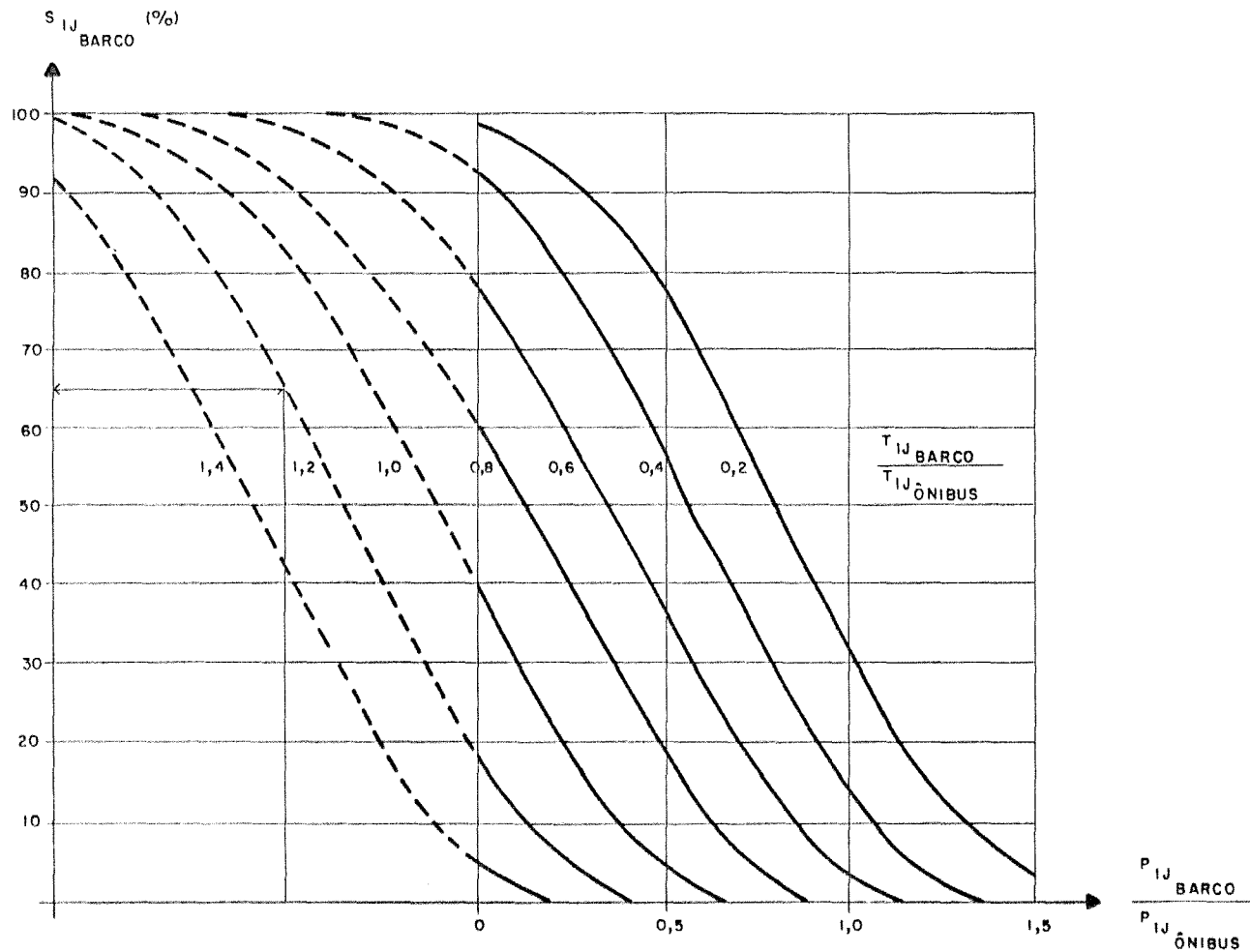
$$\frac{P_{ijB}}{P_{ij0}} = 0,2 ; \quad \frac{t_{ijB}}{t_{ij0}} = 0,5$$

	REPARTIÇÃO MODAL			
	BARCO	%	ÔNIBUS	%
I. a) Centro/Prainha		41		41
b) Prainha/Centro		36		49
II. a) Centro/Porto de Santana		30		70
b) Porto de Santana/Centro		39		61
III. a) Centro/Paul		32		61
b) Paul/Centro		34		61



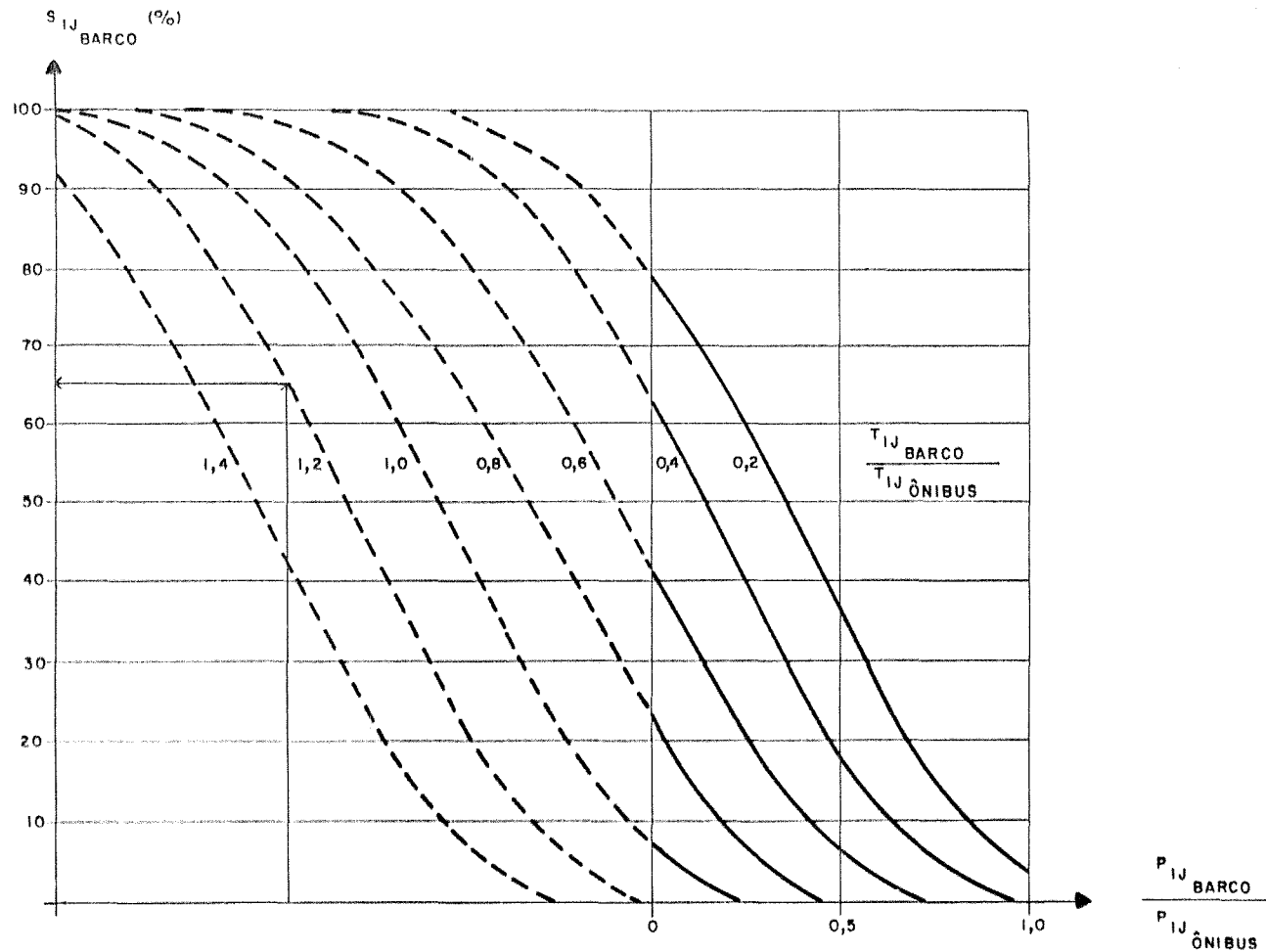
I - CENTRO - PRAINHA

GRÁFICO 5 : MODELO DE "MODAL-SPLIT" ENTRE BARCO E ÔNIBUS NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DIRETA DO TERMINAL PRAINHA.



II - CENTRO - PORTO DE SANTANA

GRÁFICO 6 : MODELO DE "MODAL-SPLIT" ENTRE BARCO E ÔNIBUS
 NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DIRETA DO TERMINAL
 PORTO DE SANTANA.



III - CENTRO - PAUL

GRÁFICO 7 : MODELO DE "MODAL-SPLIT" ENTRE BARCO E ÔNIBUS NAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DIRETA DO TERMINAL PAUL .

5.3. MODAL SPLIT NO ACESSO AO TERMINAL AQUAVIÁRIO

Na terceira etapa da repartição modal deve-se achar um *split* entre os modos:

- . bicicleta;
- . ônibus;
- . carro;

no acesso ao terminal aquaviário.

Empregou-se a seguinte maneira para calcular os percentuais de cada modo. Partindo das velocidades típicas de cada modo:

- . bicicleta = 12km/h
- . ônibus = 15km/h
- . carro = 35km/h

recomenda-se calcular os tempos de acesso ao terminal através de uma distância média dentro da respectiva zona de influência para cada modo.

Para poder entrar mais exatamente:

- . as condições do terminal;
- . o comportamento do usuário;
- . a acessibilidade viária.

Pode-se acrescentar valores-extras conforme a intuição do planejador.

O modelo é da seguinte forma:

$$F_{ijm} = \gamma_m \cdot F_{ijl}$$

$$\gamma_m = \frac{T_{ijm}^{-1}}{\sum_m T_{ijm}^{-1}}$$

sendo:

F_{ijm} = número de viagens entre zona i e j do modo m no acesso ao terminal.

F_{ijl} = número de viagens entre zona i e j no sistema aquaviário integrado.

T_{ijm} = tempo de viagem até o terminal para cada modo de acesso m .

FORMULÁRIO PARA APLICAÇÃO DO MODELO

TERMINAL:

TEMPO DE VIAGEM:

. bicicleta $V = 12\text{km/h}$ $\bar{d} =$ m t = $\frac{\bar{d}}{V} \cdot \frac{60}{1000} =$ min + acréscimo intuitivo = total

. carro $V = 35\text{km/h}$ $\bar{d} =$...

. ônibus $V = 15\text{km/h}$ $\bar{d} =$...

m	t_m	$t_m^{-1} \cdot 1000$	γ_m	$F_{ijm} = F_{ijl} \cdot \gamma_m$
Bicicleta				
Carro				
Onibus				
Σ		$\Sigma t_m^{-1} \cdot 1000$	$\Sigma \gamma_m = 1,000$	$\Sigma F_{ijm} = F_{ijl}$

6.

CONCLUSÃO

As circunstâncias específicas no caso de planejamento para a Grande Vitória exigem modificações no processo de simulação de transporte. Mesmo visando a grande complexidade da tarefa, devia-se simplificar os modelos o mais possível, a fim de utilizar somente os dados acessíveis. Estes dados são praticamente apenas os dados da população residente nas zonas de tráfego. Tentou-se buscar o modelo de geração de tráfego só neste parâmetro, aplicando faixas de mobilidade.

Logicamente, este modelo não pode servir como base de prognóstico muito acreditável. Por isto, recomendou-se ao invés de operar com números absolutos, manter faixas de previsão. Estas faixas serão mantidas até o final do processo de cálculo, ou seja, o resultado final a ser fornecido ao IPT deveria ficar por exemplo:

. o movimento da linha x do aquaviário está entre 200 e 260 pessoas / hora.

