



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES

EXERCÍCIOS DE ECONOMIA DOS TRANSPORTES

2ª PARTE – DEMANDA E OFERTA

JOÃO ALEXANDRE WIDMER
JAIME WAISMAN
ANTÔNIO CLÓVIS PINTO FERRAZ

SÃO CARLOS
2021

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE VIAS DE TRANSPORTE E TOPOGRAFIA - STT

EXERCÍCIOS DE ECONOMIA DOS TRANSPORTES

2.^a PARTE - DEMANDA E OFERTA

PROF. JOÃO ALEXANDRE WIDMER

PROF. JAIME WAISMAN

PROF. ANTONIO CLÓVIS PINTO FERRAZ



DEMANDA

EXERCÍCIO 1- Uma análise de demanda por transporte urbano de ônibus em Paraisópolis mostrou que a mesma pode ser representada hoje pela função $q = 150 \cdot 10^3 - 3,0 \cdot 10^3 \cdot p$, onde $q = n^\circ$ de passageiros/dia $p =$ preço da viagem. Analisando-se a oferta de transporte de ônibus concluiu-se que a curva de custo total a curto prazo pode ser representada por:

$$CT = 650 \cdot 10^3 + 15 \cdot q, \text{ onde:}$$

CT = custo total/dia

$q = n^\circ$ de passageiros/dia.

O poder público de Paraisópolis de comum acordo com a Transportadora Gato Branco estabeleceu a tarifa única por viagem em Cr\$ 20,00.

Com base nesses dados pergunta-se:

a) Quantos passageiros por dia são transportados atualmente pela Transportadora Gato Branco? Qual a elasticidade da demanda nesse ponto? A demanda é elástica nesse ponto?

b) Nessa condição de equilíbrio o sistema deve ser subsidiado? Se positivo, qual o valor do subsídio por passageiro transportado?

c) Qual a demanda mínima necessária para que o sistema não necessite de subsídio?

d) Qual seria o ponto de equilíbrio entre oferta e demanda se não houvesse uma tarifa estabelecida pelo poder público e:

- o objetivo do sistema fosse o de lucro zero com maximização dos benefícios do usuário?

- o objetivo do sistema fosse o de maximizar o lucro da Transportadora Gato Branco? Qual o valor do lucro correspondente?

e) O sistema de produção possui economias de escala? Em que relação?

EXERCÍCIO 2- A função de custo total mensal de uma empresa de transportes de malotes rodoviários interurbanos é dada por:

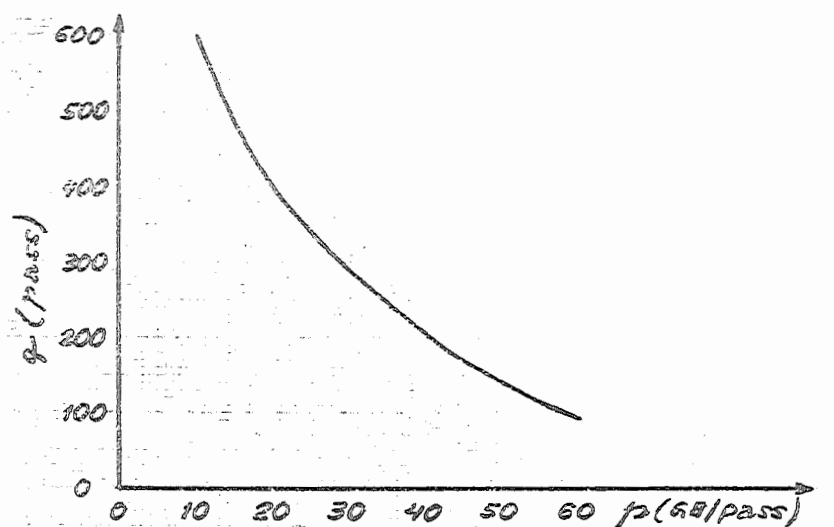
$$CT(q) = a + b \cdot q + c \cdot q^2, \text{ onde: } a = 200.000, \quad b = 50, \quad c = 0,025,$$

$q =$ ton . km transportadas por mês e $CT(q) =$ custo total mensal. A função de demanda por transporte de malotes foi obtida mediante uma pesquisa de mercado que obteve dois pontos da função de demanda: $q_1 = 3.000$ ton.km/mês, $p_1 = 200,00$ Cr\$/ton.km e $q_2 = 1.000$ ton.km/mês, $p_2 = 300,00$ Cr\$/ton.km. Admitindo-se uma função de demanda linear $q = a - b \cdot p$, pergunta-se:

- a) Qual o preço que a empresa de malotes deve cobrar para maximizar o lucro e qual é esse lucro?
- b) Qual o preço que a empresa de malotes deve cobrar para atingir o "break-even point" (lucro zero) e maximizar o benefício do usuário?
- c) Qual a elasticidade da demanda em relação ao preço no ponto de maximização da receita da empresa de transportes?
- d) A demanda no ponto acima calculado é elástica ou inelástica?
- e) Até que valor de quantidade demanda q ocorrem economias de escala no processo de produção?
- f) Se a companhia de transportes cobrar Cr\$ 180,00/ton.km a operação será lucrativa?

EXERCÍCIO 3- Dada a curva de demanda provável de passageiros de ônibus que se movimentam entre 4 localidades, determinar:

- a) O coeficiente de elasticidade da demanda na situação atual onde o preço médio é 40,00 Cr\$/passageiro.
- b) A elasticidade média entre a situação atual e uma situação futura onde os preços são majorados de 25%.
- c) Admitindo-se o custo de operação independente do número de passageiros transportados (os ônibus estão funcionando com baixa taxa de ocupação, de modo que não haverá necessidade de se colocar mais unidades em operação mesmo ocorrendo um aumento do número de passageiros), determinar a tarifa ótima objetivando maximizar o lucro.



EXERCÍCIO 4- Estudo realizado num dado tronco ferroviário que ocorre $5 \cdot 10^7$ ton.km de carga anualmente a uma tarifa de 0,40 Cr\$/ton.km, - concluiu que se a tarifa for elevada para 0,65 Cr\$/ton.km, praticamente nenhuma carga seria enviada pela ferrovia. Admitindo-se uma relação linear entre a demanda e a tarifa, $q = a + b.p$; determinar:

- a) Os valores dos coeficientes (a) e (b) e a expressão da demanda - em função da tarifa.
- b) Sabendo-se que o custo total de produção da ferrovia é dado pela expressão $CT = 0,55 \cdot 10^7 + 0,05 \cdot q$, determinar a tarifa de operação para a qual a ferrovia tem lucro igual a zero (maximização dos benefícios para os usuários).
- c) Qual o valor de tarifa que a ferrovia deveria cobrar para maximizar o lucro?
- d) Qual o valor de tarifa que a ferrovia deveria cobrar para maximizar a receita?
- e) Qual e elasticidade da demanda no ponto de equilíbrio correspondente ao lucro máximo?
- f) A demanda é elástica ou inelástica nesse ponto?
- g) Ocorrem economias de escala no processo de produção descrito? Justificar graficamente a conclusão.

EXERCÍCIO 5- Um determinado ramal ferroviário operava $2 \cdot 10^6$ ton.km/ano de carga a um preço de 0,40 Cr\$/ton.km. Um aumento no preço de 10% provocou uma redução na carga de 12%. Com base nesses dados, determinar:

- a) A elasticidade média observada entre essas duas situações.
- b) Qual o lucro ou prejuízo atual do ramal em análise, sabendo-se que a despesa (custo) do transporte é dado pela relação:
 $C = 0,74 \cdot 10^6 + 0,05 q$, para q em ton.km/ano e C em Cr\$/ano.
- c) Admitindo-se a elasticidade calculada anteriormente constante em todos os pontos, determinar a condição de operação (preço) para a qual o ramal passa a operar sem prejuízo.
- d) Determinar o preço ótimo de operação visando maximizar o lucro e calcular o valor deste lucro.

EXERCÍCIO 6- Dado que a curva de demanda de transporte diário de passageiros em ônibus na malha urbana é dada por $P_0 = - 500T + 50.000$ onde: T = preço da passagem em Cr\$/pass., P_0 = nº de passageiros diário de ônibus e que o custo médio de prover o serviço é dado por $C = 20 - 5 \times 10^{-5} \cdot P_0$. Cr\$/pass.

Pede-se:

- O coeficiente de elasticidade da demanda em relação ao preço no "break-even point" (ponto de lucro = 0).
- A tarifa a ser cobrada pelo transportador se este objetivasse maximizar o seu lucro.
- O lucro diário na situação em que o transportador maximiza a sua receita.

EXERCÍCIO 7- O estudo da evolução do tráfego aéreo entre duas cidades permitiu estabelecer o seguinte modelo de geração/distribuição de viagens de passageiros:

$$T_{ij} = 2.500 \cdot P_i^{0,825} \cdot P_j^{-0,752} \cdot t_{ij}^{-1,325}$$

onde: T_{ij} = nº de passageiros/ano entre i e j

P_i = população de i

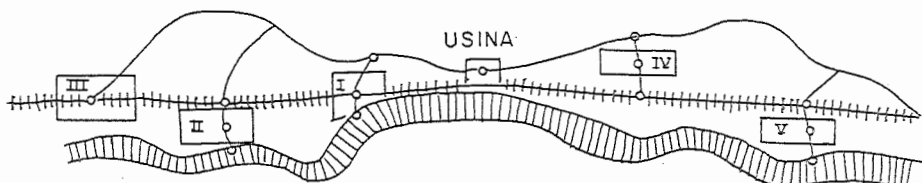
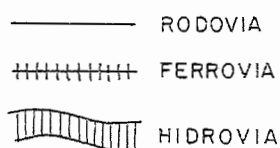
P_j = população de j

t_{ij} = tempo de viagem entre i e j

Pede-se:

- Os sinais dos coeficientes são coerentes? Justifique.
- Qual a elasticidade da demanda de viagens T_{ij} em relação ao tempo de viagem t_{ij} . A demanda é elástica ou inelástica em relação ao tempo de viagem?

EXERCÍCIO 8 - Uma grande usina de um grupo produtor de açúcar e álcool recebe cana de cinco grandes áreas de plantio situadas num corredor, servido por ferrovia, rodovia e hidrovia, conforme mostra a figura.



Sabendo-se que:

a) As áreas de plantio tem produtividade comparável, e que deve-se comprar cana de todas elas (condição básica da cooperativa).

b) O custo de transporte por tonelada de cana pelas diversas modalidades de transporte é dado por:

$$C_m = k_m + A_m \cdot D_{ijm} \quad \text{onde:}$$

k_m = é o custo fixo de transporte por tonelada de cana pelo modo m.

A_m = é o custo por ton . km de transporte de cana pelo modo m.

D_{ijm} = é a distância de transporte entre i e j pelo modo m.

c) O custo de transbordo por tonelada de cana é dado por:

$$C_{tb} = B = \text{cte}$$

d) Que o custo de transbordo é incorrido cada vez que a cana muda de meio de transporte.

e) Que a perda de cana no transporte é desprezível. Pede-se:

- Especificar um modelo de distribuição da produção de cana nas cinco áreas consideradas.
- Especificar um modelo de distribuição modal para o transporte de cana entre as áreas de produção e a usina.

EXERCÍCIO 9- Estudos de tráfego realizados em 1980 em uma área urbana dividida em três zonas de tráfego principais mostraram os seguintes resultados de nº médio de viagens por dia:

D \ 0	1	2	3
1	-	6×10^3	6×10^3
2	5×10^3		13×10^3
3	7×10^3	12×10^3	-
TOTAL	12×10^3	18×10^3	19×10^3

onde: 1 é uma zona estritamente residencial
 2 é uma zona residencial e comercial
 3 é uma zona industrial

Esses mesmos estudos permitiram a determinação dos seguintes modelos de geração de viagens para cada zona:

$$V_1 = 1500 + 0,4 \cdot X_{11} + 2500 \cdot X_{12} \quad \text{com } X_{11} = \text{população da zona 1}$$

$$X_{12} = \text{n}^\circ \text{ de carros/domicílio na zona 1}$$

$$V_2 = 1200 + 0,5 \cdot X_{21} + 3000 \cdot X_{22} \quad \text{com } X_{21} = \text{população da zona 2}$$

$$X_{22} = \text{n}^\circ \text{ de carros/domicílio na zona 2}$$

$$V_3 = 1000 + 1,2 \cdot X_3 \quad \text{com } X_3 = \text{n}^\circ \text{ de empregos oferecidos na zona 3}$$

e obter os seguintes dados de distribuição modal:

Nº carros/domicílio	% viagens por ônibus
0,1	95
0,8	60
1,4	30

O plano diretor da cidade prevê a seguinte evolução nas zonas de tráfego consideradas:

	ano base 1980	1990
população na zona 1	20.000	40.000
população na zona 2	30.000	30.000
nº carros/domicílio na zona 1	1,0	1,2
nº carros/domicílio na zona 2	0,6	0,8
nº de empregos na zona 3	15.000	25.000

Pede-se:

- O número de viagens produzidas em cada zona de tráfego em 1990.
- Calcular a distribuição de viagens em 1990 (a partir da matriz O.D. de 1980) utilizando o método de Fator Médio de Crescimento.
- Calcular a repartição modal em 1990, fornecendo a matriz O.D. de viagens de automóveis e de ônibus.

FÓRMULAS:

$$F_{ij} = \frac{F_i + F_j}{2} \text{ como em geral } \sum_{j=1}^n V_{ij} \neq V_i^g$$

onde: V_i^g é o n° viagens geradas em i dado pelo modelo de geração segue-se o modelo de interações com

$$F_i^k = \frac{V_i^g}{V_i^k} \text{ e } F_j = \frac{V_j^g}{V_j^k} \text{ até que } F_i \text{ e } F_j \cong 1$$

EXERCÍCIO 10- Conhece-se a matriz de viagens totais de 1980 de uma área urbana, que é dada por:

D	0	1	2	3	4
1	-	350	850	1200	
2	250	-	800	1050	
3	900	750	-	1650	
TOTAL	1150	1100	1650	3900	

A equação de produção de viagens é dada por:

$$V_n = 400 + 0,8 P_n$$

onde: V_n = n° de viagens produzidas no ano n
 P_n = população da área no ano n

São dados:

$P_{1980} = 6200$ habitantes.

Taxa de crescimento anual da população: 3%

Zona de Tráfego	N° Auto/Domicílio	% Viagens p/Ônibus
1	0,1	95
2	0,8	60
3	1,4	30

Taxa de crescimento anual do n° auto/domicílio: 1%

Pede-se:

- O número de viagens produzidas em 1985.
- Estabelecer um modelo de repartição modal para a área em análise. Comentar os resultados.

c) Proceder à distribuição de viagens (a partir da matriz O.D. de 1980) utilizando o método do fator de crescimento uniforme. Comentar os resultados.

d) Proceder à repartição modal de 1985, fornecendo a matriz O.D. de viagens de automóveis e de ônibus.

EXERCÍCIO 11- É fornecida a matriz origem-destino de viagens de uma área urbana:

O \ D	1	2	3	v_i	v_{ig}	F_i
1	100	400	200	700	1400	2,00
2	600	200	300	1100	3300	3,00
3	400	100	200	700	2800	4,00
s_j	1100	700	700	2500		
s_{jg}	3300	2800	1400			
F_j	3,00	4,00	2,00			

onde: v_i = nº viagens originadas na ZT i no ano base;
 V_i = nº viagens originadas na ZT i no ano horizonte;
 s_j = nº viagens atraídas na ZT_j no ano base;
 S_j = nº viagens atraídas na ZT_j no ano horizonte;
 F_i = fator de crescimento das viagens originadas em i;
 F_j = fator de crescimento das viagens atraídas para j

Pede-se:

- a) Proceder à distribuição das viagens para o ano-horizonte utilizando o método do fator de crescimento médio.
- b) Proceder à distribuição das viagens para o ano-horizonte utilizando o método de FRATAR.

EXERCÍCIO 12- Estudos de tráfego realizados em uma área urbana levaram à proposição do seguinte modelo de geração de viagens para o trabalho baseadas no lar.

$$y = 0,59 X_1 + 0,74 X_2 - 0,88 X_3 + 39,6 X_4 + 112$$

onde: X_1 = nº de residências da zona de tráfego
 X_2 = nº de habitantes da zona de tráfego com idade superior a 21 anos.
 X_3 = nº de veículos na zona de tráfego
 X_4 = distância da zona de tráfego a área central de negócios

Pede-se apontar os principais defeitos de especificação do modelo.

EXERCÍCIO 13- A análise do tráfego aéreo entre as cidades A e B levou à proposição do seguinte modelo de demanda de viagens aéreas entre essas cidades:

$$T_{AB} = CELS_A^{0,875} \times CELS_B^{-0,793} \times \left(\frac{TAV}{CON}\right)^{1,342} \times FAV^{1,025}$$

onde: $CELS_i$ = consumo de energia elétrica no setor de serviços de i
TAV = tempo de viagem de avião entre A e B
TON = tempo de viagem de ônibus entre A e B
CAV = custo da viagem de avião entre A e B
CON = custo da viagem de ônibus entre A e B
FAV = frequência semanal de vôos entre A e B

Pede-se:

- a) Apontar os principais defeitos de especificação do modelo.
- b) O coeficiente de elasticidade das viagens em relação ao custo da viagem de avião.

EXERC. 14 - a) Estudos de tráfego em uma área urbana levaram à proposição do seguinte modelo de geração de viagens diárias para as compras e com base no lar.

$$V_G = -0,729 X_1 + 1,379 X_2 + 0,875 X_3$$

onde: X_1 - nº de residências na zona de tráfego
 X_2 - nº de veículos/residência
 X_3 - nº de pessoas economicamente ativas

Pede-se apontar os defeitos de especificação do modelo.

b) A análise do tráfego rodoviário de ônibus entre as cidades A e B levou a proposição do seguinte modelo de viagens anuais de ônibus:

$$T_{ABO} = POP_A^{3,475} \cdot POP_B^{-0,975} \cdot \left(\frac{TON}{TAT}\right)^{1,375} \cdot \left(\frac{CON}{CAT}\right)^{-1,482}$$

onde: T_{ABO} = tráfego entre A e B de ônibus
 POP_A = população de A
 POP_B = população de B
 TON = tempo de viagem de ônibus entre A e B
 TAT = tempo de viagem de automóvel entre A e B
 CON = preço da viagem de ônibus entre A e B
 CAT = preço da viagem de automóvel entre A e B

Pede-se:

- a) Apontar os principais defeitos de especificação do modelo.
- b) As viagens são relativamente elásticas ou inelásticas em relação ao preço?

EXERCÍCIO 15- Deseja-se analisar a tendência de crescimento do tráfego aéreo no corredor Rio - São Paulo

Pede-se:

- a) Especificar dois modelos de projeção que poderiam ser utilizados descrevendo as variáveis explicativas de cada um.
- b) Comparar os dois modelos do ponto de vista de vantagens e desvantagens de especificação.

DADOS ESTATÍSTICOS DE TRANSPORTE DE PASSAGEIROS NO CORREDOR RIO-SÃO PAULO.

Tabela 1-Evolução do Transporte Aéreo de Passageiros

ANO	GIG - CGH	SDU - CGH	TRÁFEGO TOTAL
1968	125322	644630	769952
1969	152690	663807	816497
1970	242648	655994	898642
1971	371480	667489	1038969
1972	433438	799514	1232952
1973	601128	880700	1481828
1974	710068	935747	1645815
1975	621754	1021510	1643264
1976	673267	1105900	1779167
1977	698401	1360394	2058795

Fonte: Anuários do Transporte Aéreo - DAC.

Tabela II-Estimativa de Distribuição Modal - Ano 1977

Modalidade	Volume de Passageiros $\times 10^3$
Automóvel	1.350
Ônibus	3.200
Avião	2.060
Trem	250

EXERCÍCIO 16- Sendo fornecidos os valores de uma variável y em função de outras duas x_1 e x_2 , determinar:

a) A equação de regressão linear de y em função de x_1 e x_2 e o coeficiente de correlação respectivo. É aceitável a correlação existente.

b) O provável valor de y para uma situação onde $x_1 = 6$ e $x_2 = 4$

y	1	2	4	5
x_1	2	2	3	4
x_2	0	1	2	3

EXERCÍCIO 17- Sendo dado alguns valores de y em função de x , determinar:

a) A equação de regressão exponencial de y em função de x . É aceitável a correlação existente.

b) O provável valor de y para uma situação onde $x = 7$.

y	2	5	15	25	50
x	0	1	4	4	4

EXERCÍCIO 18- Com base nos pares de pontos dados abaixo, determinar:

a) A equação de regressão y através de uma função potência de x . É aceitável a correlação existente.

b) O provável valor de y para uma situação onde $x = 10$.

y	3	5	8	11	15	18
x	2	3	4	5	6	7

EXERCÍCIO 19 - Com base nos pares de valores abaixo, determinar:

a) A equação de regressão de $y = f(x)$ através de uma função de Gompertz. É aceitável a correlação existente.

b) O provável valor de y quando $x = 8$.

y	1,5	1,8	2,2	3,0	4,8
x	0	1	2	3	4

EXERCÍCIO 20 - Dados os pares de valores abaixo, determinar:

a) A regressão através de uma equação do 2º grau de y em função de x . É aceitável a correlação existente.

b) O valor provável de y para $x = 7$.

y	1	2	3	4
x	3	8	15	25

EXERCÍCIO 21 - O volume de cargas transportadas pelas ferrovias brasileiras entre 1958 e 1964, apresentou o comportamento abaixo:

Determinar:

a) A equação de regressão de uma função linear. É aceitável a correlação existente.

b) A projeção do tráfego para um horizonte de 4 anos a partir do último ano, isto é para 1968. Qual o erro percentual cometido, sabendo-se que o tráfego real observado em 1968 foi de 31,528 bilhões de ton.km.

Ano	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964
Bilhões de ton.km	10,5	12,0	12,1	14,4	15,6	15,6	16,7

EXERCÍCIO 22 - O transporte aéreo de passageiros no corredor Rio-São Paulo apresentou no período de 1973 a 1977 a seguinte evolução em termos de tráfego anual:

Ano	1973	1974	1975	1976	1977
Volume de Tráfego x 10 ⁶	1,48	1,64	1,64	1,78	2,06

1) Calibrar pelo método de regressão linear os seguintes modelos - de tendência de crescimento com os dados observados.

a) $T_{ij} = \alpha_0 + \alpha_1 X$

c) $T_{ij} = \alpha_0 \cdot X^{\alpha_1}$

b) $T_{ij} = \alpha_0 e^{\alpha_1 X}$

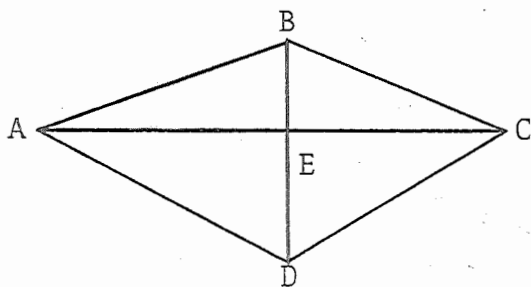
onde: T_{ij} = é o tráfego entre io e São Paulo

X = é o tempo.

2) Calcular os coeficientes de determinação R^2 para as três regressões e escolher o melhor modelo.

3) Qual será o valor esperado de tráfego aéreo de passageiros no corredor no ano de 1980. Sabendo-se que o tráfego real observado foi de $2,68 \times 10^6$ passageiros qual o erro da estimativa?

EXERCÍCIO 23 - Seu primeiro trabalho como engenheiro recém formado e contratado por uma empresa multinacional, é o de localizar um hipermercado que deverá atender às cidades A, B, C e D. Um estudo realizado nas principais rodovias da região indicou os tempos de viagem apresentados no esquema abaixo:



Rodovia	Tempo de Viagem (min)
AB	70
BC	90
CD	110
DA	150
AE	50
EC	60
DE	60
ED	40

Pede-se:

a) Propor um modelo de localização do hipermercado na rodovia AC ou na rodovia BD, de forma a maximizar sua ACESSIBILIDADE em relação às 4 cidades.

b) Localizar o hipermercado sobre uma das 2 rodovias mencionadas - considerando que as 4 cidades tem a mesma população.

c) Localizar o hipermercado sobre uma das 2 rodovias considerando:

Cidade	População (hab)
A	10.000
B	30.000
C	10.000
D	20.000

d) Comentar e justificar os resultados obtidos nos itens (b) e (c).

Definição: A acessibilidade de uma cidade ao hipermercado é definida como sendo uma medida que é diretamente proporcional à população da cidade e inversamente proporcional ao tempo de viagem daquela cidade até o hipermercado.

EXERCÍCIO 24 - Uma pesquisa de campo conduzida em 1979 em cinco zonas de tráfego de uma cidade apresentou os seguintes resultados:

ZT	Número de Empregos			Viagens atraídas
	Comércio	Indústria	Total	
1	600	300	900	1380
2	800	400	1200	1740
3	1600	800	2400	3120
4	2600	1300	2900	4140
5	4240	2120	6360	7632

Apurou-se ainda que:

- o n° de empregos no comércio cresce à taxa de 3% a.a.
- o n° de empregos na indústria cresce à taxa de 2,4% a.a.
- o n° de viagens atraídas pelo modo automóvel em cada ZT, era diretamente proporcional ao n° de empregos na indústria.

Pede-se/Pergunta-se:

- a) Determinar a equação de geração das viagens atraídas na cidade em estudo e justificar a escolha da equação obtida;
- b) Comentar os valores da constante e do(s) coeficientes de correlação da equação obtida;
- c) Determinar o n° de viagens atraídas na cidade em 1982;
- d) Determinar a repartição modal (automóvel e transporte coletivo) em 1979;
- e) Determinar a repartição modal (automóvel e transporte coletivo) em 1982.

Fórmulas:

$$Y = a + bX$$

$$b = \frac{\Sigma xy}{\Sigma x^2}$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{X}$$

$$x = X - \bar{X} \quad (\bar{X} = \text{média dos } X \text{ observados})$$

$$y = Y - \bar{Y} \quad (\bar{Y} = \text{média dos } Y \text{ observados})$$

$$r^2 = \frac{\Sigma y_e^2}{\Sigma y^2}$$

$$s_e = \frac{\Sigma y_d^2}{N-2}$$

$$s_b = \frac{s_e}{s_X} N$$

$$T = \frac{r^2}{s_b}$$

EXERCÍCIO 25 - Uma zona de tráfego (ZT1) produz 1.000 viagens/dia por motivo de trabalho. Estas viagens são atraídas por outras 3 zonas de tráfego (ZT 2, 3 e 4). Conhece-se os tempos de viagens interzonais e o número de empregos nas zonas de atração, que são fornecidos a seguir:

ZT	Nº Empregos
2	300
3	900
4	500

		Tempo de Viagem(min)		
		2	3	4
0	D			
	1	30	45	15

Pede-se/Pergunta-se:

- Propor um modelo de distribuição de viagens entre a ZT 1 e as ZT 2, 3 e 4 com base nos dados fornecidos;
- Aplicar o modelo proposto, determinando as viagens interzonais por motivo de trabalho;

c) Quais os dados adicionais que deveriam ser fornecidos, a fim de permitir a formulação de um modelo de distribuição de viagens mais completo?

EXERCÍCIO 26 - Fez-se um estudo abrangendo 3 zonas de tráfego de uma área urbana. A ZT-1 é uma zona onde se concentram edifícios de escritórios e as ZT-2 e ZT-3 são zonas residenciais de nível de renda média.

Procedeu-se a uma pesquisa através da qual determinou-se o custo generalizado de viagem para indivíduos que moram na ZT-2 e ZT-3 e trabalham na ZT-1.

A amostra pesquisada foram os indivíduos do sexo masculino, idade de 18 a 30 anos e salário igual a 4 a 6 salários mínimos.

Foram considerados somente as viagens de automóvel particular e ônibus.

Dados:

- custo generalizado para o automóvel

$$C_{ij}^1 = 1,5 G_{ij} + 2,2 H_{ij} + K$$

onde:

C_{ij}^1 = custo generalizado para o automóvel para a viagem entre i e j (Cr\$).

G_{ij} = despesas com o automóvel para a viagem entre i e j (Cr\$).

H_{ij} = tempo total de viagem para a viagem entre i e j (min).

K = constante, função do status sócio-econômico do indivíduo.

$$G_{12} = \text{Cr\$ } 26,00$$

$$G_{13} = \text{Cr\$ } 30,00$$

$$H_{12} = 15 \text{ min}$$

$$H_{13} = 20 \text{ min}$$

$$K = 20$$

- custo generalizado para o ônibus

$$C_{ij}^2 = 5,0 T_{ij} + 0,8 H_{ij} + K$$

onde:

$$\begin{aligned}
 C_{ij}^2 &= \text{custo generalizado para o onibus para a viagem entre} \\
 &\quad i \text{ e } j \text{ (Cr\$)}; \\
 T_{ij} &= \text{tarifa paga pelo usuário na viagem entre } i \text{ e } j \text{ (Cr\$)}; \\
 H_{ij} &= \text{tempo total de viagem para a viagem entre } i \text{ e } j \text{ (min)}; \\
 K &= \text{constante, função do status sócio-econômico do indivíduo} \\
 T_{12} &= T_{13} = \text{Cr\$ } 10,00 \\
 H_{12} &= 60 \text{ min} \\
 H_{13} &= 70 \text{ min} \\
 K &= 20
 \end{aligned}$$

- repartição modal

para $C_{ij}^1 = C_{ij}^2$ tem-se 50% de viagens de ônibus e 50% de viagens de auto

$$\frac{C_{ij}^2}{C_{ij}^1} \geq 4 \text{ tem-se 100\% de viagens de automóvel}$$

$$\frac{C_{ij}^2}{C_{ij}^1} \leq \frac{1}{4} \text{ tem-se 100\% viagens de ônibus}$$

Pede-se/Pergunta-se:

- a) Calcular os custos de viagem generalizados para automóvel e ônibus para as zonas de tráfego em questão;
- b) Determinar a repartição modal;
- c) Admitindo que os tempos de viagem de ônibus sejam reduzidos pela metade, determinar a nova repartição modal;
- d) É correto o valor de K constante para os dois modos de transporte? Justificar a resposta.
- e) Existe coerência entre os parâmetros de G_{ij} (= 1,5) e T_{ij} (=5,0) - auto (=2,2) e H_{ij} onibus (=0,8)? Justificar a resposta.

EXERCÍCIO 27 - A cidade de São Carlos resolveu, em função da crise energética fazer um estudo amplo da demanda de transportes na cidade.

Na etapa de levantamento de dados e pesquisa de tráfego obteve-se os seguintes dados para as zonas de tráfego consideradas:

1) Zonas residenciais:-

- população.
- número de residências.
- percentagem da população em idade escolar.
- índice de pessoas/residência que trabalham fora de casa.
- número de automóveis por residência.

2) Zonas comerciais.

- número de lojas.
- número de supermercados.
- número de bancos
- número de escritórios e outras formas de serviços.

3) Zonas industriais.

- número de indústrias.
- número de empregados nas indústrias.
- número de empregados por faixa salarial.

Em paralelo levantou-se também os seguintes dados adicionais:

- a) Tempo de viagem por modalidade entre as diversas zonas de tráfego.
- b) Distribuição modal atual para viagens de/para o trabalho.
- c) Distribuição modal atual de viagens de/para compras.
- d) Distribuição modal atual de viagens de/para escola.
- e) Distribuição modal atual de viagens com outros propósitos.
- f) Distribuição atual de viagens interzonais.
- g) Número de viagens diárias geradas atualmente em cada uma das zonas.
- h) Distância entre as zonas de tráfego.
- i) Tempos de viagem pelas diversas modalidades.

A partir desses dados e informações pede-se:

- Especificar os modelos de geração, distribuição e distribuição modal de viagens para:

a) Viagens residenciais de/para o trabalho.

b) Viagens residenciais de/para as compras.