

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

MODELOS DE PLANEJAMENTO DE USO DO SOLO URBANO INTEGRADO AO
SISTEMA DE TRANSPORTES: APLICAÇÃO A UMA CIDADE DE
MÉDIO PORTE

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE
MESTRE EM ENGENHARIA

JOÃO SILVEIRA



0.192.423-0

UFSC-BU

FLORIANÓPOLIS - SANTA CATARINA - BRASIL

MAIO -1988

MODELOS DE PLANEJAMENTO DE USO DO SOLO URBANO INTEGRADO AO
SISTEMA DE TRANSPORTES: APLICAÇÃO A UMA CIDADE DE
MÉDIO PORTE

JOÃO SILVEIRA

ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE

"MESTRE EM ENGENHARIA"

ESPECIALIDADE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E APROVADA EM SUA FORMA FINAL
PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO



PROF. RICARDO MIRANDA BÁRCIA, Ph.D.

COORDENADOR

BANCA EXAMINADORA:

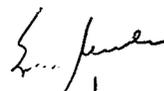


PROF. RICARDO MIRANDA BÁRCIA, Ph.D.

PRESIDENTE



PROF. AMIR MATTAR VALENTE, M.Sc.



PROF. SÉRGIO FERNANDO MAYERLE, M.Eng.

À

minha

esposa

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. RICARDO MIRANDA BÁRCIA, pela excelente orientação e pelo estímulo à execução deste trabalho.

Ao prof. SÉRGIO FERNANDO MAYERLE, pela valiosa colaboração na implantação computacional do modelo, pelos comentários e sugestões que propiciaram a conclusão deste trabalho.

Ao prof. AMIR MATTAR VALENTE, pela atenção dispensada e sugestões apresentadas.

Ao colega FERNANDO OSTUNI GAUTHIER, pela dedicação prestada na aplicação prática do modelo.

Aos colegas NÉVIO ANTÔNIO CARVALHO, CARMEN DOLORES DE FREITAS LACERDA, LENISE GRANDO, ILSON WILMAR RODRIGUES FILHO, MARIA LÚCIA MENDONÇA e MARIA ALICE PRUDÊNCIO JACQUES, grandes incentivadores na elaboração deste trabalho.

R E S U M O

O propósito deste trabalho é selecionar entre os principais modelos existentes, que combinam o planejamento do uso do solo urbano com o do sistema de transportes, um modelo adequado para aplicação em cidades brasileiras de médio porte. Além disso, busca-se através de sua implementação computacional mostrar a viabilidade de aplicação desta técnica, bem como, avaliar a natureza dos resultados obtidos.

A parte inicial do trabalho apresenta um conjunto de conceitos fundamentais que visam melhorar o nível de compreensão do assunto abordado. São descritos a seguir, os principais tipos de modelos de uso do solo urbano que apresentam estrutura integrada ao sistema de transportes e, realiza-se uma aplicação prática.

Na conclusão discutem-se os resultados obtidos na aplicação do modelo e faz-se recomendações para futuros trabalhos.

ABSTRACT

The object of this dissertation is to analyze the most important models which combine the planning of the use of urban land with the transportation system, and select an adequate model to use in medium size Brazilian cities. Furthermore, the adequateness of the computational method is analyzed and the nature of the results evaluated.

In an initial section a group of fundamental notions are developed which aim to increase the comprehension level about the subject. Afterwards, the main types of models of urban land use which present a matched structure to the transportation system are described, and, the practical application made.

In conclusion, there is a discussion of the obtained results and some recommendations for further research are proposed.

SUMÁRIO

Pág.

LISTA DE FIGURAS E MAPAS.....	xii
LISTA DE QUADROS.....	xiii

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO

1.1- Introdução	1
1.2- Objetivos do Trabalho	2
1.3- Importância do Trabalho	3
1.4- Limitações do Trabalho	4
1.5- Organização do Trabalho	5

CAPÍTULO II

2. CONCEITOS FUNDAMENTAIS

2.1- Introdução	7
2.2- O Planejamento dos Transportes	7
2.3- Interação dos Transportes com o Uso do Solo	10
2.4- O Uso do Solo nas Cidades de Médio Porte	13
2.5- Modelos nos Processo de Planejamento	16

2.6- Classificação dos Modelos no Processo de Planejamento.	21
2.7- Conclusão	25

CAPÍTULO III

3. TIPOS DE MODELOS DE USO DO SOLO E TRANSPORTES E SUAS APLICAÇÕES

3.1- Introdução	26
3.2- Modelos de Interação Espacial.....	27
3.2.1- Modelos Gravitacionais	27
a) Modelos de Potencial	29
b) Entropia e Modelos Gravitacionais e de Potencial.....	31
c) Modelos de Oportunidades Intervenientes	32
d) Problemas e Limitações dos Modelos Gravitacionais.....	32
3.2.2- O Modelo de Lowry	34
3.2.3- Modelos Derivados de Lowry	49
3.3- Modelos de Rede de Transportes Urbanos e sua Integração com os Modelos de Uso do Solo.	
3.3.1- Introdução	58
3.3.2- Modelo de Bilbao	58
3.3.3- Modelo Integrado por BERECHMAN	63
3.3.4- Modelo Dinâmico elaborado por VARAPRASAD e CORDEY-	

HAYES	73
3.3.5- Modelo elaborado por KIM	78
3.4- Conclusão	87

CAPÍTULO IV

4. APLICAÇÃO DO MODELO

4.1- Introdução	89
4.2- Justificativa da Escolha do Modelo.....	90
4.3- Elaboração do Programa	90
4.4- Aplicação do Modelo	91
4.4.1- Área de Estudo	92
a) Localização da Área de Estudo	92
b) Economia	94
c) Demografia	94
d) Sistema de Uso do Solo	96
4.4.2- Sistema Viário e Transportes	99
4.4.3- Simulações	102
4.5- Resultados Obtidos	108
4.6- Conclusão	109

CAPÍTULO V

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1- Conclusões	110
5.2- Recomendações	111
BIBLIOGRAFIA	114
ANEXO I	128
ANEXO II	142

LISTA DE FIGURAS E MAPAS

pág.

FIGURA 01 - O processo de planejamento dos transportes	9
FIGURA 02 - Representação de um sistema de transportes/uso do solo	11
FIGURA 03 - Diagrama das relações de modelação	17
FIGURA 04 - Processo cíclico do modelo.....	19
FIGURA 05 - Sistema Real (S), seu ambiente (A) e um modelo (M).	20
FIGURA 06 - Sequência de atividades no modelo de Lowry	36
FIGURA 07 - Sequência das atividades na solução iterativa pro- posta por Batty	56
FIGURA 08 - Rede de transportes da área de estudo	102
MAPA 01 - Localização da área de estudo	93
MAPA 02 - Área de Estudo	93
MAPA 03 - Principais vias da área de estudo	101

LISTA DE QUADROS

	Pág.
QUADRO 01 - Relações funcionais entre atividades	61
QUADRO 02 - Interação espacial entre atividades - Modelo de Bilbao	62
QUADRO 03 - População residente - área de estudo	95
QUADRO 04 - Densidade populacional	98
QUADRO 05 - Domicílios ocupados	98
QUADRO 06 - Capacidade das vias da área de estudo	101
QUADRO 07 - Dados principais da rede de transportes	103
QUADRO 08 - Valores dos parâmetros de entrada	104
QUADRO 09 - Variação da Atratividade.....	105
QUADRO 10 - Variação do Fator Trabalho-Casa	106
QUADRO 11 - Variação da Capacidade	107

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO

1.1- INTRODUÇÃO:

No Brasil, a proporção de população urbana em relação a rural tem aumentado de forma bastante acentuada, chegando em certas regiões, como a Sudeste, a atingir taxas de urbanização em torno de 82% (CENSO-1980), acarretando uma série de problemas à administração pública.

Nota-se também um crescimento acelerado da frota de veículos nacionais em relação a malha viária urbana, originando congestionamentos na maioria das cidades.

Neste contexto, o planejamento para um uso adequado do solo urbano deve ser introduzido visando criar condições de desenvolvimento ordenado nas comunidades como um todo.

Se analisarmos a estrutura de uma cidade, verificamos que não é possível estudar isoladamente quaisquer de suas partes, porque elas estão relacionadas a outros elementos de sua estrutura.(73)

O sistema de uso do solo e o sistema de transportes, segundo BERECHMAN(13), "...estão fortemente relacionados. Dado a estrutura (layout, capacidade, modos de viagem, etc.) do sistema de transportes, o padrão das viagens geradas por estas atividades afeta os custos de locomoção na região. Pode ser dito, portanto, que a organização espacial do uso do solo determina e, ao mesmo tempo esta sendo determinada pelo projeto e características do sistema de transportes".

O planejamento do sistema urbano através de técnicas de modelagem é relativamente recente. O início deste processo data dos anos 60, na Inglaterra e Estados Unidos, onde os pesquisadores procuraram desenvolver e aperfeiçoar modelos objetivando obter um ferramental que reproduzisse situações mais próximas do mundo real, facilitando desta forma um planejamento mais adequado do sistema urbano.(12)

1.2- OBJETIVO DO TRABALHO

O trabalho objetiva selecionar entre os principais modelos existentes, que combinam o planejamento do uso do solo urbano com o sistema de transportes, um modelo adequado para aplicação em cidades brasileiras de médio porte. Além disso, através de sua im-

plementação computacional busca mostrar a viabilidade de aplicação desta técnica e discutir a natureza dos resultados obtidos. Para tanto é realizado, utilizando-se dados hipotéticos, uma aplicação prática para o aglomerado urbano de Florianópolis, abrangendo os municípios de Florianópolis, São José, Palhoça e Biguaçu.

Nesta aplicação, testa-se também a estabilidade e sensibilidade do modelo selecionado utilizando-se diversos valores para os fatores de calibração.

1.3- IMPORTÂNCIA DO TRABALHO:

A medida que as cidades crescem, as inter-relações funcionais entre suas zonas atingem níveis de complexidade cada vez maiores, e mais importante torna-se o bom planejamento.

O uso de modelos no processo de planejamento urbano tende a se constituir aos poucos em ferramenta fundamental para os órgãos responsáveis pela administração pública.

A importância dos modelos como técnica de planejamento pode ser verificada nas palavras de REIF(73) "...Os modelos do sistema urbano estão começando a representar uma parte importante

no processo de planejamento urbano, e seus usos podem ser de assistência em quase todos os estágios deste processo. A compreensão do sistema urbano e sua análise através de modelos que simulam o comportamento urbano pode indicar onde os problemas estão surgindo ou onde eles existem. Equipado com técnicas de modelagem, um planejador está apto a prever com maior precisão as consequências de várias alternativas do desenvolvimento do solo".

Este trabalho torna-se útil à medida que apresenta uma síntese dos principais modelos de uso do solo e transportes, elaborados e aperfeiçoados nos últimos anos.

1.4- LIMITAÇÕES DO TRABALHO:

Na elaboração deste trabalho algumas limitações foram evidenciadas, principalmente no que se refere a aplicação do modelo selecionado. Notou-se por parte dos órgãos públicos, relacionados com o planejamento do uso do solo urbano, a inexistência de séries históricas de dados que pudessem ser utilizados no modelo, acarretando com isto certas simplificações e impossibilitando a calibração de alguns parâmetros.

Este problema poderia ser facilmente solucionado com maior disponibilidade de recursos financeiros e tempo, o que viabilizaria a coleta de dados adequados e calibração de todos os parâmetros do modelo.

1.5- ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO:

O trabalho é apresentado em cinco capítulos.

Procurando facilitar o nível de compreensão do trabalho, são introduzidos no capítulo II, alguns conceitos importantes, extraídos de diversas referências bibliográficas. Este capítulo relata a importância do planejamento dos transportes e sua interação com o uso do solo, apresentando o papel dos modelos de planejamento urbano com sua classificação.

No capítulo III, é analisada uma série de modelos de uso do solo e transportes e comentada sua aplicação. Este capítulo está dividido em duas partes. A primeira apresenta os modelos básicos envolvidos na modelagem urbana e introduz o modelo de Lowry com seus modelos derivados. A segunda parte analisa os modelos mais recentes que utilizam uma estrutura de integração entre o sistema de transportes e o uso do solo.

A seguir, no capítulo IV, procede-se a seleção e aplicação do modelo julgado por este autor ser o mais adequado para uso em cidades de médio porte. Esta aplicação é executada com dados hipotéticos para área de estudo que engloba os municípios de Florianópolis, São José, Palhoça e Biguaçu, no Estado de Santa Catarina.

O último capítulo apresenta as conclusões e recomendações para futuros trabalhos.

CAPÍTULO II

2. CONCEITOS FUNDAMENTAIS

2.1- INTRODUÇÃO:

São introduzidos neste capítulo alguns conceitos fundamentais que procuram melhorar o nível de compreensão do assunto aqui focalizado. Tratam-se de conceitos extraídos de diversas referências bibliográficas, que foram pesquisadas ao longo da elaboração deste trabalho.

2.2- O PLANEJAMENTO DOS TRANSPORTES:

Pode-se definir o planejamento dos transportes como uma combinação de atividades que objetivam o atendimento das necessidades de deslocamentos de pessoas e mercadorias, devendo estar perfeitamente integrado com o uso do solo, a economia, o meio ambiente e outros fatores.

Segundo BLUNDEN W.R.(19), deve-se fazer uma distinção entre planos e planejamento. De uma maneira geral o plano pode ser uma estratégia ou política, para distinguir ou governar uma situação de crescimento ou um método de ação, enquanto que o planejamento é o processo metodológico que dirige o plano.

SCHLAGER, K.J.(77) define o plano como "uma síntese concisa da forma urbana para atingir as necessidades urbanas. Serve como uma força positiva para o desenvolvimento direcionado da comunidade"

BLUNDEN, W.R.(19), cita três metodologias básicas de planejamento:

- a) O projetivo - obtido pela extrapolação dos dados existentes;
- b) O dedutivo - obtido através de uma síntese dos dados;
- c) O objetivo - obtido através de técnicas de programação.

O enfoque a ser adotado num processo de planejamento deve ser contínuo e cooperativo e englobar os planejamentos de transportes e do uso do solo. Este fato pode ser visto através da figura 1 "O processo de planejamento dos transportes e funcional de tráfego".

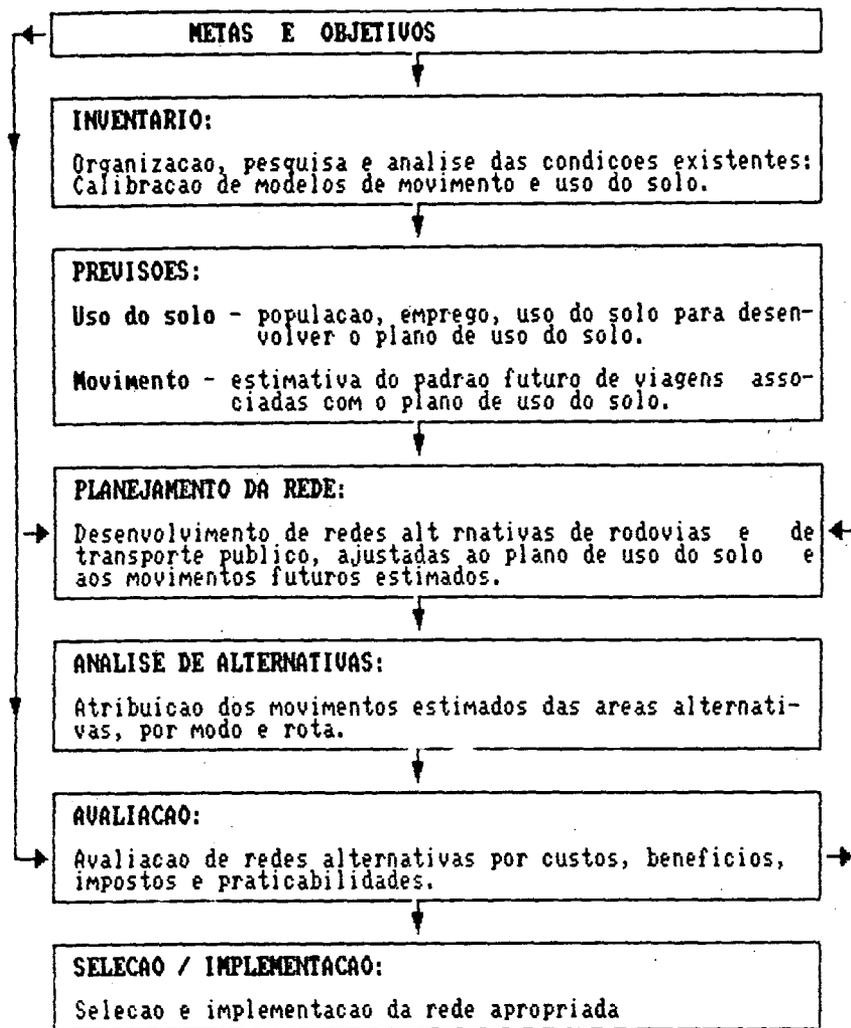


Figura 1 - O processo de Planejamento dos Transportes
Fonte: BRUTON (25)

Para WENDT e GOLDBERG, (82) no que se refere às técnicas do planejamento dos transportes, deve-se adotar a seguinte metodologia: verificar inicialmente os fluxos de tráfego ao longo das artérias principais, medindo o volume de passageiros sobre as linhas de trânsito. A seguir deduzir uma estimativa do futuro cres-

cimento de uma região e suas sub-áreas. Finalmente, prever a distribuição espacial das atividades econômicas em termos de viagens. Com isto ter-se-ia uma descrição da previsão da demanda para os diferentes tipos de transporte.

O objetivo do processo de planejamento dos transportes é satisfazer estas demandas de maneira consistente com os planos econômico, político e social para a região.

O desenvolvimento de uma região e dos transportes devem formar um todo, e para CALVETE, J. (26), este desenvolvimento deve ser equilibrado, citando que "isto só é possível se existir um planejamento adequado envolvendo todas as partes relacionadas com a estrutura urbana".

2.3- INTERAÇÃO DOS TRANSPORTES COM O USO DO SOLO:

O arranjo espacial das cidades determina através da localização de suas atividades e devido as necessidades básicas do homem, os deslocamentos entre as diversas atividades.

As atividades trabalho, estudo, fazer compras, lazer, etc constituem o cotidiano dos habitantes da cidade. Com a impossibi-

lidade de compactar todas as atividades num único local, surgem dos deslocamentos. Estes por sua vez irão gerar viagens para que se concretizem as diversas atividades. Percebe-se então uma integração constante entre o uso do solo e o sistema de transportes.

Para proporcionar o desenvolvimento adequado de uma região, BLUNDEN, W.R.(19), sugere que as zonas de uso do solo devem definir de maneira ideal uma área homogênea de atividades de uso do solo, isto é, predominantemente ou residencial, ou industrial, ou comercial, ou recreacional.

A figura 2 mostra a representação de um sistema integrado de uso do solo e transportes.

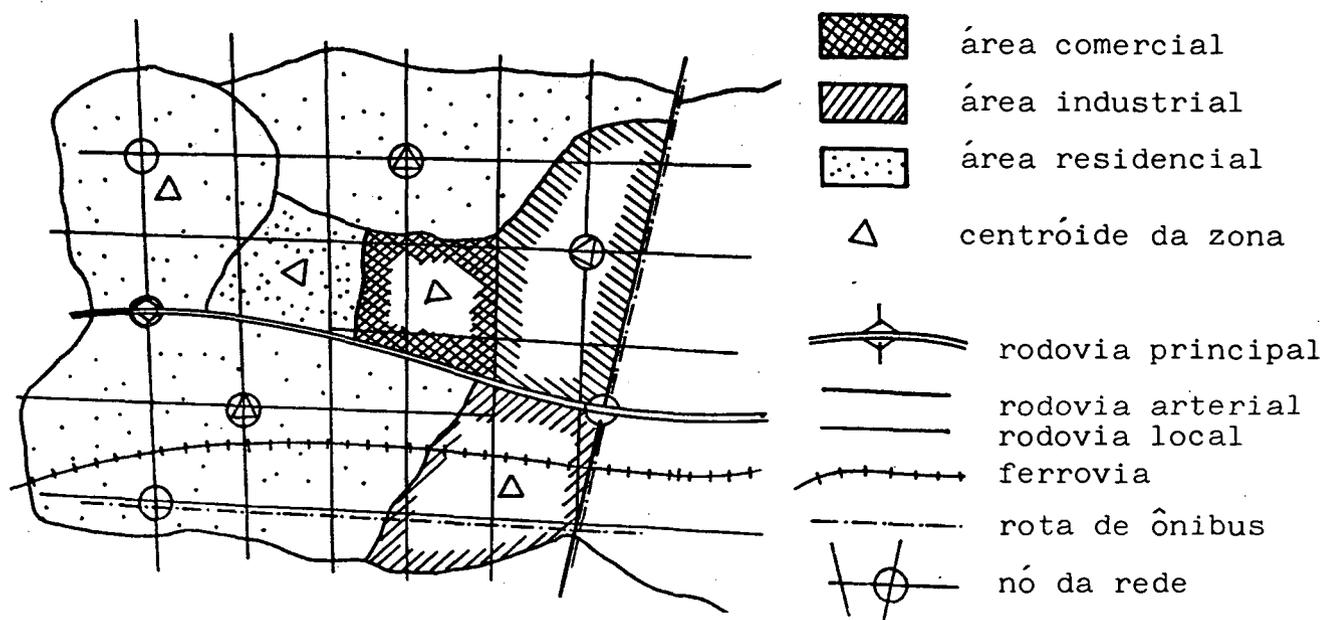


FIGURA 2 - Representação de um sistema de transportes/uso do solo.

Fonte: BLUNDEN, W.R. (19)

De acordo com DUNIM (37), "sendo o uso do solo um conjunto de normas, decorrentes da idéia maior de como se ocupar o território, e o que baliza essa ocupação definindo o que vai ser ocupado, por quem e como, é intuitivo que o uso do solo e transporte interagem dinâmica e permanentemente entre si". Esta interação é exemplificada a partir de quatro padrões de assentamento abaixo descritos:

. PADRÃO 1: Densidade rarefeita num assentamento de pequeno porte com grande integração de funções. Gera demanda de destinos muito dispersos, sendo que andar a pé é a melhor solução. Para distâncias maiores os meios de transportes mais indicados seriam automóveis e bicicletas.

. PADRÃO 2: Maior adensamento que do padrão 1, ou seja, uma cidade ainda desordenada e sem predomínio de nenhuma função. Começam a surgir grupos que se deslocam ao mesmo local, porém em horários e origens diferentes, inviabilizando a organização dos transportes de uma forma coletiva.

. PADRÃO 3: Uma zona central comercial cercada por áreas residenciais exclusivas. Na medida que a aglomeração cresce, a zona central tende a se expandir sobre as áreas periféricas e ao longo dos corredores de acesso. Surgem outras complicações com a localização indiscriminada de indústrias e de serviços pesados. A

super concentração onera a operação dos transportes nas horas de pico, necessitando de grandes investimentos na área central para seu desafogamento, aumentando assim a sua capacidade de atrair pessoas e transferindo, para o futuro, congestionamentos ainda maiores.

. PADRÃO 4: Integração total de funções com alta densidade, onde o espaço é ocupado por uma série de prédios, contendo vários usos, podendo algumas áreas ter certo uso predominante, mas não absolutamente exclusivo. Esta cidade, para ser viável, necessita dispor de uma rede de corredores de transporte altamente eficiente, com terminais de transbordo nas intersecções desses corredores, bem como integração tarifária, para permitir uma completa acessibilidade.

Do acima exposto, pode-se concluir portanto, que as viagens surgem através da necessidade de locomoção entre os diversos setores de uma cidade e que desta maneira o uso do solo estará integrado de forma contínua com o sistema de transportes da região.

2.4- O USO DO SOLO NAS CIDADES DE MÉDIO PORTE:

O conceito de cidades de médio porte, no Brasil, não se prende a regras rígidas e estas são definidas por alguns autores de acordo com a quantidade de habitantes residentes no centro e aglomerados urbanos e por outros, através da importância da cidade dentro do contexto regional, bem como a composição de sua PEA (População Economicamente Ativa).

Segundo ANDRADE et al (04), as cidades de porte médio em 1970 eram as que possuíam uma população urbana entre 50 mil e 250 mil habitantes, e observam que a população residente nos centros médios, em 1970, correspondia a 33% da população urbana das cidades de mais de 50 mil habitantes.

O Relatório do IV Congresso Nacional de Transportes Público, patrocinado pela ANTP (06), sugere que atualmente pode-se considerar as cidades de porte médio, quanto aos problemas de transporte urbano, aquelas que possuem uma população na faixa de 200 a 600 mil habitantes. Ressalta ainda a resolução do CNDU (Conselho Nacional de Desenvolvimento Urbano), que ao estabelecer a Política Nacional de Desenvolvimento Urbano afirma que: "Os centros de porte médio deverão desempenhar um papel de relevo na implantação da política nacional de ordenamento territorial, contribuindo para a concretização de alguns de seus objetivos, tais como: propiciar a criação de novos pontos de desenvolvimento no território nacional, estimular a desconcentração das atividades eco-

nômicas e de população, criar novas oportunidades de emprego, e, finalmente, contribuir para a redução das disparidades inter-regionais e interpessoais de renda, dentro de um objetivo mais amplo de desconcentração e interiorização do desenvolvimento nacional"

De acordo com este trabalho, a partir de 1982, vários encontros entre administradores e técnicos da área de transportes das cidades de porte médio foram realizados e permitiram analisar e interferir no processo de desenvolvimento urbano e nos problemas de transporte vivido por estas cidades. Verificou-se nestes locais a ocupação inadequada do solo refletindo na infra-estrutura urbana, onde os transportes assumem grande importância nos deslocamentos da população, tendo como causa resultante a inexistência de planos integrados de transportes e uso do solo. O Relatório da ANTP destaca ainda que: "Foram elaborados vários planos de transportes para as cidades, que por não terem contato com a participação de técnicos ligados ao planejamento urbano ou com leis específicas de uso do solo, não alcançaram os objetivos pré-estabelecidos. Acresça-se a isto a frequente ausência de pessoal local por ocasião da elaboração destes plano, o que, além de prejudicar suas diretrizes, dificulta a implantação de suas proposições, pela falta de elementos que tenham feito parte dos mesmos. Deve ser aqui colocada a quase total falta de legislações que orientem o uso e a ocupação do solo, desenvolvidas juntamente com os órgãos de planejamento dos transportes, o que tem levado algumas cidades a iniciarem trabalhos neste sentido".

2.5- OS MODELOS NO PROCESSO DE PLANEJAMENTO:

Há pouco mais de duas décadas, deu-se início o processo de planejamento urbano através de técnicas de modelagens (BATTY(12)). Os planejadores a partir de meados dos anos sessenta, na Inglaterra e Estados Unidos, começaram a desenvolver e aperfeiçoar modelos objetivando obter um ferramental que reproduzisse situações próximas do mundo real, facilitando desta forma um planejamento mais adequado do sistema urbano.

Um modelo é essencialmente uma forma de representação da realidade. Segundo LEE,C.(62), "é geralmente um resultado simplificado e generalizado de que aparenta ser as características mais importantes de uma situação do mundo real; ele é uma abstração da realidade, o qual é utilizado para obter com clareza os conceitos: reduzir a variedade e complexidade do mundo real para um nível que possamos entender e especificar claramente".

Um modelo, de maneira geral, pode ser expresso matematicamente como:

$$V = f(X_i, Y_j) \quad \text{onde:}$$

V = representa o conjunto de resultados;

X_i =representa um conjunto de variáveis sujeitas a controle;
 Y_j =representa um conjunto de fatores, variáveis ou constantes, que não estão sujeitas a controle;
 f é a relação funcional entre as variáveis independentes e constantes, X_i e Y_j , e a variável dependente V .

Segundo CHADWICK, G.F.(28) a relação que existe entre as partes distintas do modelo podem ser expressas como representado na figura 3.

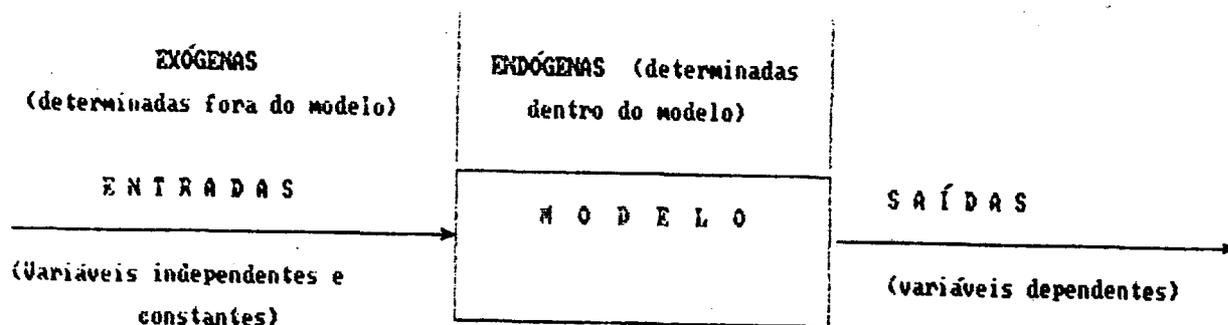


Fig. 3 - Diagrama das relações de modelação

Fonte: CHADWICK, G.F.(28)

Deve-se ressaltar que a simplicidade dos modelos quando comparados com a realidade da situação que está sendo modelada, reside no fato de que somente as propriedades relevantes do mundo real são representadas, caso contrário, o modelo atingiria um alto grau de complexidade, tornando-se inviável sua utilização tanto, técnica quanto economicamente. Além disso, segundo PROCIANOY, S.M. S. (71), a introdução de maior número de componentes num modelo gera a ilusão que o maior detalhamento elimina os níveis de incerteza, quando em aplicações práticas cada componente pode diminuir o conhecimento ao invés de aumentá-lo.

Para CORDEY-HAYES, M.(34), os modelos no processo de planejamento requerem o desenvolvimento de um processo cíclico através de um conjunto de objetivos, para conjuntos alternativos de planos para avaliação formal e seleção. Esta concepção é ilustrada na figura 4.

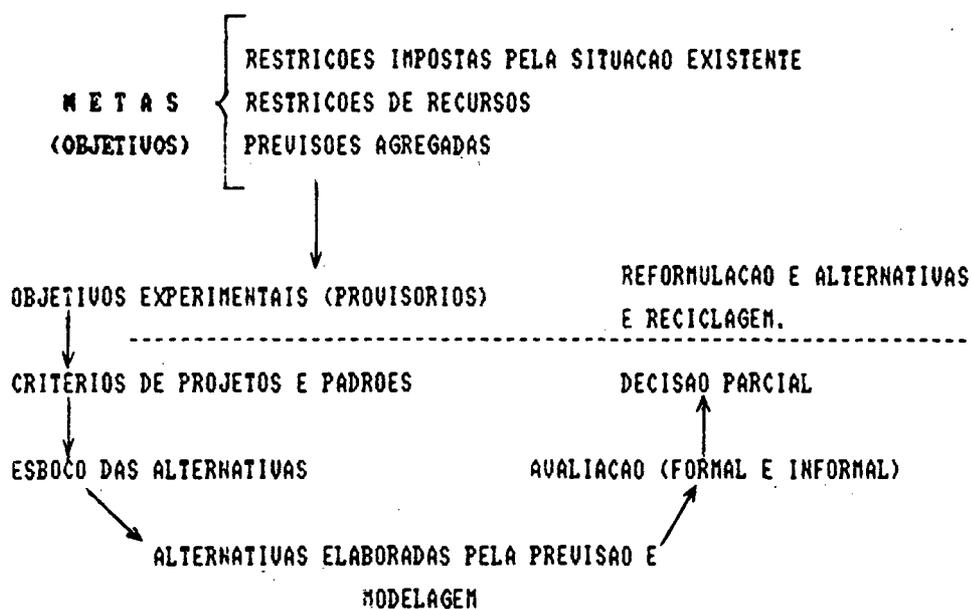


Figura 4- Processo Cíclico do Modelo

Fonte: CORDEY-HAYES, M. (34)

É importante salientar que na concepção de um modelo, o ambiente do sistema urbano deve ser bem conhecido. Quando ignorado as consequências são significativas, o que enfatiza RODRIGUES et al (75) que classificam as relações do modelo operacional com a realidade em:

- . abstrações e informações: no sentido real para o modelo
- . ações: relações no sentido inverso (ver figura 5).

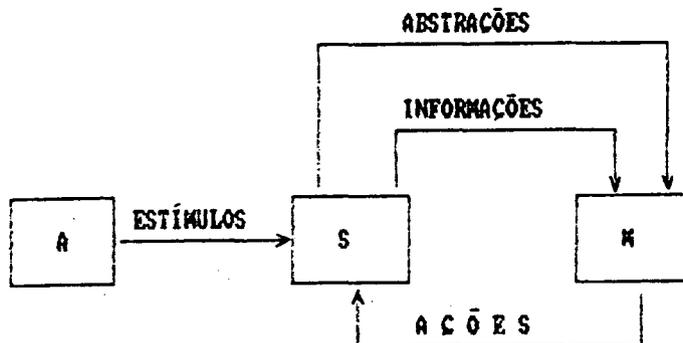


Fig. 5- Sistema Real(S), Seu ambiente (A) e Um Modelo (M).

Fonte: RODRIGUES, et al (75)

Como vantagens no uso de modelos no processo de planejamento, VOORHEES, A.M. (81), cita que os mesmos poderão ajudar a:

1. Entender os fatores que influenciam o desenvolvimento do solo e padrões de tráfego:

2. Proporcionar uma melhor base real para os planos;

3. Avaliar e testar planos alternativos;

4. Desenvolver planos mais realísticos.

2.6- CLASSIFICAÇÃO DOS MODELOS NO PROCESSO DE PLANEJAMENTO

Modelos em geral podem ser classificados de acordo com a teoria envolvida na modelagem ou com o seu estágio de desenvolvimento. Podem também ser classificados quanto a finalidade e método utilizado na solução, etc.

Segundo LEE, C.(62), deve-se fazer uma distinção entre os modelos físicos e abstratos. Modelos físicos são geralmente réplicas em escalas reduzidas dos objetos em estudo. Os abstratos são aqueles em que uma situação do mundo real é representada por símbolos. Neste grupo classificam-se os modelos matemáticos.

LOWRY, I.S.(63) classifica os modelos de acordo com sua finalidade e seu uso, em:

. Modelos descritivos: aqueles cujo principal objetivo é o entendimento da estrutura do sistema, limitando-se a reproduzir as variáveis relevantes de um ambiente urbano ou de um processo de mudança urbana já ocorrido.

.Modelos preditivos: apresentam como principal objetivo a projeção de alguns fatores básicos como por exemplo: população, número de

empregos, rendas, etc. de um determinado período de tempo, com posterior comparação dos valores reais com os previstos.

. Modelos de planejamento, os quais incorporam o método da previsão e devem seguir os seguintes passos:

- 1) Especificação de programas alternativos ou ações que podem ser escolhidas pelo planejador;
- 2) Previsão das consequências de escolha de cada alternativa;
- 3) Registro destas consequências de acordo com a escala de objetivos pretendidos;
- 4) Seleção da melhor alternativa.

NOVAES, A.G. (69), agrupa os modelos existentes da seguinte forma:

. Quanto ao objetivo:

- Modelos descritivos;
- Modelos explorativos;
- Modelos preditivos;
- Modelos operacionais.

. Quanto ao meio de construção:

- Físicos, podendo ser icônicos ou analógicos;
- Conceituais.

. Quanto ao fator tempo:

- Modelos estáticos: os que representam apenas um determinado instante (passado, presente ou futuro).
- Modelos dinâmicos: os que descrevem a evolução do sistema no tempo.

De acordo com as técnicas utilizadas na solução do modelo, pode-se utilizar, segundo LOWRY, I.S. (63), os seguintes métodos:

1) Métodos analíticos: aplicado somente a modelos que apresentam estruturas lógicas compactas e cujas relações funcionais internas são simples.

2) Métodos iterativos: aplicado aos modelos cujas estruturas estão sobrecarregadas com relações matemáticas inconvenientes.

3) Métodos de simulação: utilizado na solução de modelos mais complexos, cuja aplicação dos métodos analíticos e iterativos não apresentam soluções eficazes.

LOWRY divide este método em:

. Simulação pelo computador, no qual o processo é programado no computador, sem interferências intermediárias do homem.

. Simulação pelo computador e pelo homem, no qual o processo pode ser interrompido pelo homem, analisado seus resultados parciais e introduzido novos parâmetros.

Com base nos métodos envolvidos na elaboração de um modelo, PROCIANOY, S.M.S. (71), agrupou os modelos de uso do solo urbano de acordo com o emprego de métodos semelhantes em três grandes grupos:

1. Modelos analíticos: os quais são compostos de sentenças matemáticas logicamente estruturadas, com variáveis conhecidas, passíveis de solução através de operações padronizadas. Neste grupo foram incluídos os modelos lineares (que utilizam análise de regressão como técnica de solução), os modelos que adotam o conceito gravitacional na formulação de suas equações e o modelo de Lowry com seus descendentes.

2. Modelos de programação matemática: os quais utilizam a técnica de programação matemática para a formulação e solução do problema.

3. Modelos de simulação e de jogos: os quais incluem sentenças não matemáticas nas relações entre seus elementos e estão capacitados a fazer previsões do comportamento de um sistema quando variam suas condições. Neste grupo classificam os modelos estocásticos, os quais utilizam a teoria da probabilidade em sua solução e os modelos de jogos utilizados como ferramentas educacionais.

2.7- CONCLUSÃO

O enfoque adotado neste capítulo foi direcionado a análise de conceitos básicos do processo de planejamento urbano, relacionando o uso do solo com o sistema de transportes e envolvendo a utilização de técnicas de modelagem. O capítulo III apresenta uma síntese destes modelos com suas principais aplicações.

CAPÍTULO III

3. TIPOS DE MODELOS DE USO DO SOLO E TRANSPORTES E SUAS APLICAÇÕES

3.1- INTRODUÇÃO:

São analisados neste capítulo uma série de modelos de uso do solo e transportes e comentado suas aplicações.

O capítulo foi dividido em duas partes, as quais procuram facilitar o entendimento dos modelos relacionados. Na primeira parte (seção 3.2) são apresentados os modelos básicos envolvidos na modelagem urbana e introduzido o Modelo de Lowry com seus modelos descendentes. A segunda parte (seção 3.3) analisa os modelos mais recentes, os quais utilizam em sua estrutura o processo de integração dos modelos de uso do solo com o sistema de transportes.

Deve-se ressaltar que este estudo engloba, de maneira sucinta, uma gama significativa dos principais modelos de planejamento urbano utilizados e aperfeiçoados na literatura.

3.2- MODELOS DE INTERAÇÃO ESPACIAL:

Os planejadores têm estado constantemente interessados na estrutura espacial dos sistemas urbanos, isto é, na maneira pela qual os elementos estão localizados e como são suas interações espaciais (REIF(73)).

Os modelos descritos abaixo, constituem instrumentos importantes no planejamento urbano e regional.

3.2.1- Modelos Gravitacionais:

São os modelos matemáticos mais utilizados no planejamento e estudos de transportes(LEE,C.(62)).

São usados para analisar a interação entre várias atividades urbanas e são assim chamados porque o conceito de interação humana está baseado no conceito de Newton a respeito da gravidade.

Pode ser representado matematicamente por:

$$F = G.(M1.M2)/d \quad (01)$$

onde:

F= Força que um corpo exerce sobre o outro;

G= Constante de proporcionalidade;

M_1 e M_2 = Massas ou tamanho dos dois corpos;

d = Distância entre os dois corpos.

Fazendo uma analogia a esta expressão, pode-se dizer que a interação entre dois centros (I_{ij}) varia diretamente em função do tamanho da população (N) dos dois centros e inversamente proporcional a alguma função de distância (d_{ij}) entre eles.

Pode-se representar um modelo gravitacional através da seguinte expressão:

$$I_{ij} = K \cdot (O_i \cdot D_j) / T_{ij} \quad (02)$$

onde:

I_{ij} = Interação entre as zonas i e j (O/D);

(pode ser medido em termos de fluxo de pessoas, mercadorias, etc);

K = Constante de proporcionalidade;

O_i = Nível de demanda geradas ou produzida com origem na zona i ;

D_j = Nível de oportunidades na zona j , isto é, a atratividade da zona j ;

T_{ij} = Número de viagens geradas.

a) Modelos de Potencial

Os modelos de Potencial, ao contrário dos modelos gravitacionais, que estão relacionados à interação entre atividades ou geração de viagens, referem-se à localização destas atividades no espaço (PROCIANOY(71)).

HANSEN(47), introduziu o conceito de localização das atividades urbanas através do "Accessibility Model", utilizando o princípio de que o crescimento potencial de uma região é diretamente proporcional a acessibilidade da região com suas diversas atividades.

Podem ser representadas por:

$$G_i = G_t \times (A_i^\alpha \times B_i) / (\sum A_i^\alpha \times V_i) \quad (03)$$

onde:

G_i = previsão de crescimento de "i"

G_t = crescimento total regional

A_i = Acessibilidade a "i"

V_i = Solo vago em "i"

α = Parâmetro que indica a importância relativa entre A_i e V_i .

A acessibilidade é expressa por:

$$A_i = E_j / T_{ij} \quad (04)$$

onde:

E_j = número de empregos em "j"

T_{ij} = Tempo de deslocamento entre "i" e "j"

b = expoente empírico.

O desenvolvimento de uma zona, segundo HANSEN(47), pode ser medido pela combinação do índice de acessibilidade e da capacidade de solo útil para uso comercial, ou seja:

$$D_i = A_i \times V_i \quad (05)$$

onde:

D_i = Desenvolvimento potencial.

Como aplicação deste tipo de modelo, pode-se citar o modelo desenvolvido em 1965 por T.R. LAKSHMANAN e Walter G. HANSEN(48) para a área metropolitana de Baltimore, que investiga a proporção, composição e localização de centros "Metrotown". ("Metrotown" está baseado no conceito de New Towns da Grã-Bretanha e se define como uma comunidade fisicamente coesa, com uma população de 100.000 a 200.000 habitantes, com ampla e variada escolha de densidade habitacional, consideráveis oportunidades de emprego e toda uma série de conforto).

b) Entropia e Modelos Gravitacionais e de Potencial:

Está baseado no conceito de entropia que se relaciona com o nível de incerteza a respeito do estado de um sistema. Foi desenvolvido em 1967 por A.G. WILSON em "A Statistical Theory of Spatial Distribution Models" e está relacionada com a distribuição de viagens usadas nos estudos de transporte.

Sua formulação matemática é idêntica ao modelo gravitacional, porém condicionada às restrições:

$$\sum_j T_{ij} = O_i \quad (06a)$$

$$\sum_i T_{ij} = D_j \quad (06b)$$

$$\sum_i \sum_j T_{ij} \times C_{ij} = C \quad (06c)$$

onde:

T_{ij} = Número de viagens entre "i" e "j";

O_i = Número de viagens geradas em "i";

D_j = Número de viagens atraídas em "j";

C_{ij} = Custo generalizado de transportes entre "i" e "j";

C = Custo total do sistema;

Segundo PROCIANOY(71), este método só tem validade quando da descrição do comportamento de grandes populações.

c) Modelos de Oportunidades Intervenientes:

Neste modelo, "os processos de distribuição espacial (assentamento ou locomoção) não apresentam relação explícita com a distância" (STOUFFER, 1940). O que governa tais processos é a competição entre as "oportunidades" existentes num determinado destino, confrontadas com as "oportunidades" mais acessíveis.

Matematicamente este modelo pode ser expresso por:

$$I_{iju} = K_i O_i \cdot (\exp(-LV_{ju-1}) - \exp(-LV_{ju})), \quad (07)$$

onde:

I_{iju} = Número de viagens através da zona i para o u -ésimo destino para fora de i ;

O_i = Número total de viagens com origem em i ;

K_i = Constante de proporcionalidade;

L = Probabilidade que um indivíduo será satisfeito por uma oportunidade particular;

V_{ju} = Número de oportunidades passando por e incluindo a zona ju ;

ju = u -ésimo destino na lista através de uma origem particular i .

d) Problemas e Limitações dos Modelos Gravitacionais:

Existem diversos problemas de aplicação dos modelos gravitacionais, entre os quais:

d.1) Ausência de uma base teórica mais completa:

Este fato ocorre em virtude destes modelos não serem baseados na teoria do comportamento do sistema urbano e sim em analogias entre as ciências físicas e sociais. "Com a introdução do conceito de entropia por WILSON, reduziu-se parcialmente a discordância deste argumento" (LEE, C.(62)).

d.2) Necessidades de desagregação:

Uma desagregação adequada do modelo melhora em muito a habilidade do modelo em prever e descrever o sistema. Porém a desagregação aumenta consideravelmente a quantidade de dados necessários ao modelo.

d.3) A forma da função distância:

"A simples derivação do modelo gravitacional sugere que o efeito da impedância da distância entre duas áreas é uma função poder"(LEE(62)). Este fato tem gerado muitas discussões a respeito da variável mais apropriada para a medida da impedância, enquanto que grande quantidade de experiências práticas mostram que uma forma simples exponencial é inadequada. Nas referências (LEE e HUTCHINSON) podem ser encontrados maiores detalhes da função distância.

d.4) A importância do zoneamento adequado:

A área de estudo deve ser dividida de maneira adequada em zonas de estudos. Estas zonas devem envolver um todo homogêneo ou o mais próximo disto. O tamanho da zona é função da precisão a ser obtida.

d.5) O problema de calibração:

A calibração é o processo de busca dos valores dos parâmetros no modelo os quais procuram relacionar o resultado do modelo com o comportamento do mundo real. O problema neste caso está em encontrar os valores adequados dos parâmetros envolvidos no modelo.

3.2.2- O Modelo de Lowry:

Este modelo foi desenvolvido por Ira S. Lowry em 1962-63 e publicado por RAND Corporation em 1964, com o objetivo de gerar alternativas e auxiliar nas tomadas de decisões do "Pittsburg Comprehensive Renewal Program (C.R.P.)". É considerado um marco na modelagem urbana e tem sido motivo de estudos e aperfeiçoamento por vários pesquisadores.

O modelo de Lowry apresenta duas grandes inovações na modelagem urbana:

1) Incorpora dentro de sua estrutura os procedimentos de previsão e alocação espacial das atividades urbanas. Utiliza os modelos gravitacionais como base de regras de alocação.

2) Relaciona três elementos do sistema urbano dentro de uma estrutura, quais sejam, a população, os empregos e os meios de comunicação entre eles representados pela rede de transportes com seus respectivos tempos de viagem.

O modelo divide as atividades de uma área em três setores:

. Setor Básico ou Exportador: incluindo atividades industriais e administrativas cuja demanda é essencialmente exógena à área estudada. A localização dos empregos neste setor dentro de uma região é independente da distribuição da população nesta região.

. Setor de Serviços: Composto por atividades comerciais e administrativas cujo assentamento depende da localização da população . Como exemplo, pode-se citar: Farmácias, Supermercados, Bancos, Restaurantes, etc.

. Setor Residencial: Constituído pela população residente nas diversas zonas.

Neste modelo a alocação de empregos básicos é realizada exógenamente ao modelo enquanto que as distribuições espaciais dos empregos de serviço e da população são calculadas dentro da estrutura do modelo.

A estrutura básica do modelo de Lowry pode ser expressa como na figura 6.

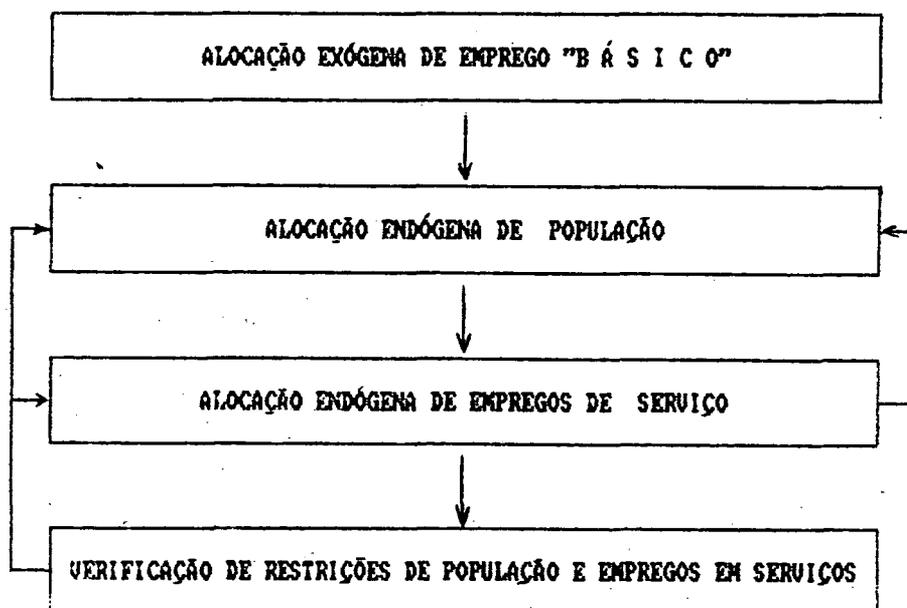


Fig.6- Sequência de atividades no modelo de Lowry.

Fonte: HUTCHINSON(54)

A estrutura funcional do modelo pode ser explicada como segue:

Um nível de alocação de atividades industriais (medida pelos empregos básicos) é estimada externamente e descrita para o modelo; através deste nível, com o uso do modelo deduz-se sua população a qual é então alocada espacialmente sobre a área em estudo. Calcula-se então a quantidade de atividades de serviço procedendo a alocação para áreas de serviço. Através deste nível de locação de empregos de serviço, é calculada a população relacionada a esta nova força de emprego. Então esta população adicional é alocada provocando novas demandas para serviços, que por sua vez irão gerar mais trabalhos, e assim por diante.

Este processo itera até ser encontrada uma solução estável para uma dada quantidade de empregos básicos (REIF(73)).

Segundo HUTCHINSON(54), "o modelo de Lowry pode ser considerado como um modelo de equilíbrio estático baseado no conceito de que as acessibilidades entre atividades são os principais determinantes da distribuição do equilíbrio de atividades. Os estados futuros previstos pelo modelo de Lowry devem ser considerados apenas como condições de quase equilíbrio, já que não refletem o desenvolvimento histórico do sistema urbano em estudo".

Formulação do Modelo:

Notação: É adotado neste trabalho uma notação um pouco diferenciada do modelo original, procurando desta forma, manter uma uniformidade no significado dos símbolos empregados.

Inicialmente será definida a notação utilizada. As seguintes variáveis serão utilizadas:

S= área de terreno (hectares, por exemplo);

E= emprego (número de pessoas)

N= população (número de domicílios, conversível em pessoas residentes);

T= índice de distribuição de deslocamento;

Z= restrições.

Relacionados a essas variáveis, são utilizados os seguintes símbolos:

D= solo não utilizável para as atividades consideradas no modelo;

B= setor básico;

R= setor de serviço ou comércio;

H= setor residencial;

k= classe do estabelecimento dentro do setor de serviço ou comércio (núcleo de vizinhança, núcleo de bairro ou local, núcleo central);

m = número de classes em que as atividades do setor de serviço ou comércio são subdivididas ($k= 1,2,\dots,m$), sendo que $m=3$, pois Lowry admite três níveis de hierarquização;

i,j = zonas em que é dividida a região, chamada lotes;

n = número total de zonas (lotes).

Os parâmetros estruturais são indicados por:

a = coeficiente de emprego de serviço relacionando o número de empregados no nível de atividade k com a população atendida por eles;

b = fator de ajuste ou normalização de emprego de serviço relacionado ao nível k ;

c, d = coeficientes, ou pesos que ponderam a importância relativa das residências e empregos como origem para um tipo específico de demanda de atividade k ;

u = inverso da densidade média de empregados por área de terreno ocupada, relacionado ao nível de hierarquização k ;

f = taxa de atividade representando a razão entre o número total de residências pelo número total de empregados;

g = fator de normalização da população.

Estrutura do Modelo:

O modelo é expresso por um conjunto de nove equações simultâneas e três tipos de inequações que exprimem as restrições, apresentadas a seguir:

$$S_j = S_j + S_j + S_j + S_j \quad (j=1,2,\dots,n) \quad (08)$$

Dado a área de cada zona, deduz-se a quantidade de solo não utilizável para as atividades consideradas no modelo e faz-se a avaliação do restante para uso dos setores básicos, de serviço e residencial.

A relação entre o número de unidades residenciais e o número de empregados nas atividades do setor de serviços e comércio, no nível k , é dado por:

$$E^k = a^k \cdot N \quad (k=1,2,\dots,m) \quad (09)$$

sendo que a^k é calculada exógenamente ao modelo.

O emprego de serviços ou comércio no nível k , pode ser obtido da equação:

$$E_j^k = b^k \cdot \left[\sum_{i=1}^n (C^k N_i) / (T_{i,j}^k) + d^k E_j \right] \quad (10)$$

A equação (10) calcula o mercado potencial (medida pelo emprego de serviços ou comércio de qualquer locação dada). NO-VAES(69), explica a equação (10) da seguinte forma: "(a) as unidades habitacionais existentes na zona i (N_i) abrigam empregados que se distribuem espacialmente pelas zonas de emprego i em função de uma impedância T_{ij} ; (b) os empregos (básicos ou não) que existem na zona j (E_j), por sua vez, originam outros empregos de serviço na própria zona i; (c) os dois tipos de emprego assim gerados são ponderados de acordo com os pesos $c(k)$ e $d(k)$, esses calibrados exogenamente ao modelo; (d) os resultados são somados para que se obtenha a geração total de empregos na zona j, provocados pelas diversas zonas i ($j=1,2,\dots,n$)". A variável $b(k)$ representa um fator de normalização, o qual ajusta o emprego de serviços ou comércio em cada zona para o total regional determinado na equação (10).

Fazendo-se:

$$E^k = b^k \sum_{j=1}^n \left[\sum_{i=1}^n (c^k N_i) / (T_{ij}^k) \right] + d^k E_j \quad (10.1)$$

tem-se que:

$$b^k = E^k / \left(\sum_{j=1}^n \left[\sum_{i=1}^n (c^k N_i) / (T_{ij}^k) \right] + d^k E_j \right) \quad (10.2)$$

Substituindo esta expressão na equação (10) teremos a equação mercado potencial numa forma expandida:

$$E_j^k = \frac{E^k \sum_{j=1}^n (C^k N_{ij}) / (T_{ij}^k) + d^k E_j}{\sum_{j=1}^n [\sum_{i=1}^n (C^k N_{ij}) / (T_{ij}^k) + d^k E_j]} \quad (10.3)$$

A equação (10.3) é usada para alocar empregos de serviços ou comércio de um nível de hierarquização k , para cada zona.

A quantidade total de emprego de serviço para cada categoria de ocupação comercial é dada pela equação (11)

$$E^k = \sum_{j=1}^n E_j^k \quad (11)$$

O total de empregados numa zona j , qualquer, é determinado pela soma dos empregados em comércio e serviço dos vários níveis k , juntamente com a parte referente ao setor básico:

$$E_j = E_j^B + \sum_{k=1}^m E_j^k \quad (12)$$

A quantidade de solo que será ocupado por empregos de serviço em cada zona é dado pela relação (13):

$$S_j^r = \sum_{k=1}^m u^k E_j^k \quad (13)$$

sendo que o coeficiente u^k é determinado exogenamente ao modelo.

O número total de unidades residenciais é determinado pela equação (14).

$$N = f. \sum_{j=1}^n E_j \quad (14)$$

A distribuição espacial das unidades residenciais nas zonas é obtida pela expressão:

$$N_j = g. \sum_{i=1}^n E_i T_{ij} \quad (j = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (15)$$

obtendo-se para toda a região o número total (N) de unidades habitacionais:

$$N = g. \sum_{j=1}^n N_j \quad (16)$$

isolando-se "g", tem-se:

$$g = N / \sum_{j=1}^n N_j \quad (17)$$

e substituindo-se na equação (15) obtém-se:

$$N_j = \left(\frac{N. \sum_{i=1}^n E_i T_{ij}}{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n E_i T_{ij}} \right) \quad (j = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (18)$$

A equação (18) é o submodelo potencial usada para alocar população pelas diversas zonas j.

A população total deduzida neste processo é dada pela equação (19).

$$N = \sum_{j=1}^n N_j \quad (19)$$

São considerados por Lowry algumas restrições que visam analisar a viabilidade de subsistência de atividades de serviços e comércio.

$$E_j^k \geq Z^k \quad (j=1,2,3,\dots,n) \quad (20.a)$$

$$E_j^k = 0 \quad (\text{caso contrário}) \quad (20.b)$$

onde:

Z^k = restrição da quantidade mínima de empregos.

O modelo de Lowry apresenta também restrições de densidade máxima de ocupação do solo correspondente a zona j , expressa em habitações por metro quadrado de terreno disponível:

$$N_j \leq Z_j^H \cdot S_j^H \quad (j=1,2,3,\dots,n) \quad (21)$$

A última restrição a ser considerada diz respeito a área disponível para atividades de comércio e serviço em cada zona:

$$S_j^R \leq S_j - S_j^D - S_j^B \quad (22)$$

Segundo NOVAES(69), "as restrições de densidade de ocupação são impostas de forma exógena porque, não havendo no modelo a representação de outros condicionantes, tais como capacidade da infra-estrutura, efeitos ambientais na seleção do local de residências, etc., a tendência será de gerar populações excessivas nas zonas de melhor acessibilidade a empregos, serviços e comércio."

HUTCHINSON(54), apresenta a formulação do modelo de Lowry de uma forma compacta, utilizando notação matricial conforme pode-se observar através das equações a seguir:

$$P = E.A \quad (23)$$

$$E^S = P.B \quad (24)$$

$$E = E^b + E^S \quad (25)$$

onde:

P = Vetor linha representando o total da população ou domicílios dentro de cada zona(n).

E = Vetor linha representando o total de empregos em cada zona.

E^S = Vetor linha representando os empregos de serviço em cada zona.

E^b = Vetor linha representando os empregos básicos em cada zona.

A = Matriz de acessibilidades (n x n) do local de trabalho ao domicílio.

B = Matriz de acessibilidades (n x n) do domicílio ao centro de serviços.

Nesta formulação, a matriz de acessibilidades A é expandida da seguinte forma:

$$A = (a_{ij}') \cdot (a_j) \quad (26)$$

onde:

(a_{ij}') = matriz quadrada (n x n) das probabilidades de um empregado trabalhar em "i" e residir em "j".

(a_j) = Matriz diagonal (n x n) dos inversos das "taxas de participação do trabalho", expressas como habitantes por empregado ou domicílios por empregado.

De forma similar a matriz de acessibilidades B, também pode ser expandida fazendo-se:

$$B = (b_{ij}') \cdot (b_i) \quad (27)$$

onde:

(b_{ij}') = Matriz quadrada (n x n) das probabilidades de que os habitantes de "j" serão servidos pelo emprego que atende a população em "i".

(b_i) = Matriz diagonal (n x n) das razões entre emprego que atende a população e população.

As equações apresentadas acima, devem atender as seguintes restrições:

$$P \leq P^c \quad (28)$$

$$E^{sr} \geq E^{\min sr} \quad (29)$$

onde:

P^c = Vetor linha das capacidades de contenção de população de cada uma das n zonas.

E^{sr} = Vetor linha dos empregos que atendem a população para os r tipos de emprego em serviço.

$E^{\min sr}$ = Vetor linha dos limites de emprego que atende à população para os r tipos de emprego em serviço considerados variáveis para uma zona qualquer.

Problemas e Limitações: Pode-se listar uma série de problemas e limitações da estrutura simples do Modelo de Lowry, entre os quais destacam-se:

a) O modelo é essencialmente estático.

b) É um modelo de equilíbrio, ou seja, assume que todas as atividades representadas no modelo estão em perfeito equilíbrio por

toda área de estudo. Não existindo defusagens na realocação de atividades dentro da região.

c) Segundo CORDEY-HAYES(34), o modelo lida somente com relações simplificadas entre variáveis altamente agregadas.

d) Apresenta uma certa debilidade associada a teoria de base econômica uma vez que no crescimento do setor básico admite-se crescer em função de fatores exógenos ao sistema sem uma avaliação do crescimento interno do sistema.(LEE,C.(62)).

e) Os submodelos de locação residencial e comercial baseiam-se no princípio gravitacional e, portanto, estão sujeitos a todas as questões levantadas em relação a estes, desde a interpretação dada aos termos de massa e distância até os problemas de calibração.

Segundo PROCIANOY,S.(71), na tentativa de simular e entender todas as interações sociais e econômicas do complexo urbano, este modelo não atingiu plenamente o objetivo. No entanto, é ferramenta bastante útil, pois pode trabalhar com um número mínimo de informações (emprego básico/zona, taxas de participação no trabalho e serviço para a população).

3.2.3- Modelos Derivados de Lowry

Em geral os modelos tipo Lowry apresentam certas características em comum:

- a) Partição do emprego em básico e de serviço;
- b) O sistema causal guia através de emprego "básico" para população residencial à empregos que servem a população;
- c) A alocação da população que trabalha cresce de um multiplicador aplicado ao emprego básico.

Contudo cada modelo descendente faz certas adições fundamentais para a estrutura de Lowry.

- TOMM (Time Oriented Metropolitan Model), 1964

Desenvolvido por John P. CRECINE, como um componente de um amplo sistema de modelo para uso na região de Pittsburgh, Pensilvânia que, conforme PUTMAN(72), nunca foi calibrado.

Este relacionou a incorporação de três modificações ao modelo de Lowry:

1. Incorporação da variável tempo;

2. Variáveis desagregadas segundo a renda, as características habitacionais e sociais;

3. Alocação das atividades urbanas tratando somente de mudanças marginais e não de um agregado como equacionado por Lowry.

Várias versões do modelo TOMM surgiram sem que nenhuma calibração rigorosa fosse completada. Em 1968, CRECINE apresentou uma versão melhor documentada deste modelo (TOMM II). Nesta nova versão, as variáveis do modelo são de natureza mais desagregada; os conceitos de educação local é introduzido e as restrições de zoneamento são explicitadas.

- BASS I (Bay Area Simulation Study), 1965

Desenvolvido por GOLDNER e GRAYBEAL, Universidade da Califórnia, U.S.A.

Mediram o impacto da locação industrial como principal propósito. BASS I foi uma versão piloto e foi usado para testar os efeitos do assentamento de diversos parques industriais sobre o sistema residencial e comercial.

Este foi o primeiro modelo de uso do solo urbano a incorporar explicitamente tanto a oferta como a demanda nos problemas para o processo de alocação.

- Contribuições de GARIN-ROGERS, 1966

GARIN(42) expressou o algoritmo fundamental de Lowry numa forma matricial obtendo uma solução exata em vez de aproximada.

. Formulação matemática do modelo:

Considerando uma região com n zonas (numeradas de 1 até n).

O emprego básico (E^b) é representado como um vetor n , ou seja:

$$E^b = (E1^b, E2^b, \dots, En^b) \quad (30)$$

A locação residencial de emprego básicos é obtida através da matriz de distribuição das viagens ao trabalho e da taxa de participação no trabalho.

$$P^b = E^b \cdot A = E^b \cdot A' \cdot (aj) \quad (31)$$

onde:

$P^b = (P1^b, P2^b, \dots, Pj^b, \dots, Pn^b)$ é o vetor de população básica.

$A' = (aij')$ é a matriz de distribuição de viagens ao trabalho.

$(aj) =$ matriz diagonal da taxa de participação no trabalho.

O emprego não-básico necessário para atender a população Pi^b é obtido como uma fração de P^b e distribuído sobre todas as zonas j em função da matriz de distribuição de viagens para compras (B').

$$E^{(1)} = P^b . B = P^b . (b'_{ij}) . (b_i) \quad (32)$$

onde:

(1) indica o número da iteração.

$B'=(b'_{ij})$ a matriz de distribuição de viagens para compras.

(b_i) a matriz diagonal ($n \times n$) das razões entre emprego que atende a população e população.

Combinando (31) e (32)

$$P^b = E^b . A$$

$$E^{(1)} = P^b . B = E^b . (AB)$$

$$P^{(1)} = E^{(1)} . A = E^b . (AB) . A$$

$$E^{(2)} = P^{(1)} . B = E^{(1)} . (AB) = E^b . (AB)(AB) = E^b (AB)^2$$

Para iterações sucessivas pode-se deduzir:

$$E = E^b + E^{(1)} + E^{(2)} + \dots + E^{(n)} = E^b . (I + AB + (AB)^2 + \dots + (AB)^n + \dots) \quad (33a)$$

$$P = P^b + P^{(1)} + \dots + P^{(n)} + \dots = E^b . (I + AB + (AB)^2 + \dots + (AB)^n + \dots) . A \quad (33b)$$

GARIN(42) mostra que sob certas condições relacionadas a matriz produto AB, as séries matriciais (33a) e (33b) convergem para a inversa da matriz (I - AB), podendo reescrever as expressões (33a) e (33b) da seguinte maneira:

$$E = E^b (I-AB)^{-1} \quad (34a)$$

ou

$$P = E^b (I-AB)^{-1} . A \quad (34b)$$

onde:

I= matriz identidade de ordem "n".

A condição relativa à matriz produto AB é que $(AB)^x$ deve tender a zero. Isto só ocorre se a soma dos elementos de cada linha de AB for menor do que a unidade. Segundo GARIN, "se isto não ocorrer, seria gerada uma quantidade infinita de emprego de serviço através de uma quantidade finita de emprego básico, o que seria um absurdo".

A fim de simplificar os cálculos GARIN assume que todas as viagens com destino a compras ou serviços, tem como origem a residência, isto é, uma população P_i residindo na zona i necessita de $P_i \cdot (b_i)$ empregos de serviços e estes se localizam em todas as zonas j , de acordo com a função de viagem casa-compras (b_{ij}) .

A contribuição de Andrei ROGERS ao modelo de GARIN foi a introdução da dimensão tempo para o vetor de entrada, permitindo considerar o fator tempo para projeções de empregos e assentamento residencial. Porém sua formulação deve sofrer algumas mudanças para torná-lo operacional, pois a formulação de GARIN ignora algumas restrições impostas por Lowry, quais sejam: restrições como densidade de ocupação ou áreas mínimas disponíveis para o uso das atividades urbanas.

. CLUG (The Cornell Land Use Game), 1966.

Este modelo foi desenvolvido por Allen G. Feldt da Universidade de Cornell. Trata-se de um jogo heurístico que é análogo ao modelo TOMM desenvolvido em 1964 por CRECINE.

. PLUM (Projective Land Use Model), 1968.

Foi implementado por W. GOLDNER para descrever o assentamento do uso do solo e a previsão da população, unidades residenciais e empregos por zonas, dados que foram utilizados pela "Bay Area Transportation Study Commission - BATSC" no planejamento de transportes da Califórnia. Esta é uma versão operacional do BASS I.

. Estrutura Conceitual Aumentada por WILSON, 1969.

Alan G. WILSON(86), no "Center of Environmental Studies" em Londres, avaliou o modelo de Lowry e desenvolveu soluções analíticas incorporando a atratividade dos locais de residência e o conceito de oportunidade, através do conceito de entropia.

Devido a simplicidade das hipóteses em que baseia o comportamento locacional do modelo a descrição do processo de crescimento e desenvolvimento era de pouca utilidade, por isso, WILSON propôs um esquema de desagregação em submodelos, de acordo com os diferentes tipos de comportamentos locacional, grupo de renda, níveis de salário, tipo de moradias e classe social dos indivíduos.

. Solução Iterativa das Equações proposta por BATTY, 1971.

Michael BATTY(12), propôs um modelo mais eficaz para resolver de maneira iterativa as equações do modelo de Lowry.

O sistema espacial urbano foi dividido em quatro conjuntos de zonas relacionados com as seguintes restrições:

1. O conjunto de zonas em que não há restrições locacionais.
2. O conjunto de zonas em que há somente restrições residenciais.
3. O conjunto de zonas em que há somente restrições de serviços.
4. O conjunto de zonas em que há tanto restrições residenciais quanto de serviços.

A sequência de atividades envolvidas na solução iterativa proposta por BATTY está ilustrada na figura 7.

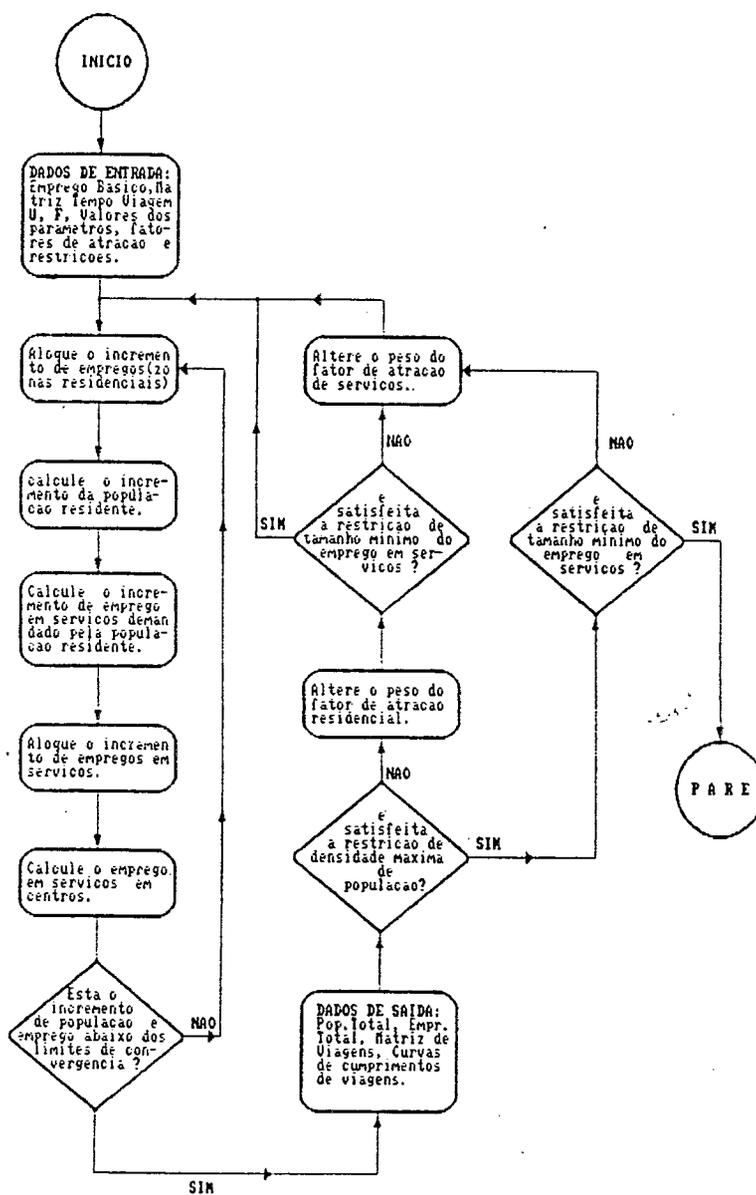


Fig. 7- Sequências de atividades proposta por BATTY

Fonte: HUTCHINSON (54).

. Modificação proposta por MACKETT, 1979.

Roger L. MACKETT, desenvolveu um modelo na Universidade de Leeds. MACKETT propôs modificações e desagregações no modelo de Lowry quanto a unidade metodológica, uniformização de dados e

aquisição de experiência. O modelo proposto foi calibrado para a cidade de Leeds e outras aglomerações urbanas como Atenas, Grécia. Maiores detalhes a respeito deste modelo podem ser obtidos na referência (BASTOS(09)).

. CONCLUSÕES:

Segundo GOLDNER,W.(44), a revisão destes modelos derivados de Lowry gera algumas conclusões significantes:

1º) A característica inovadora do modelo é confirmada por um grande número de protótipos projetados para usar a mesma estrutura conceitual.

2º) Uma ampla classe de variantes são documentadas, refletindo esforço para usar o modelo para diferentes propósitos, com variações dos dados disponíveis, bem como para diferentes estilos de projetos.

3º) Uma proporção extraordinariamente alta de esforços estão confinados para objetivos experimentais, sem contudo alcançar o estágio operacional.

3.3- MODELOS DE REDE DE TRANSPORTES URBANOS E SUA INTEGRAÇÃO COM OS MODELOS DE USO DO SOLO.

3.3.1- Introdução:

Serão analisados a seguir, alguns dos modelos mais recentes que apresentam uma estrutura de integração do planejamento do uso do solo com o sistema de transportes.

3.3.2- Modelo de BILBAO:

Este modelo foi desenvolvido por um grupo de pesquisadores da Universidade de Cambridge, para a Corporação do Grande Bilbao - Espanha (NOVAES, A.G. (69))

Questões a serem respondidas pelo modelo:

- 1) Qual a futura demanda de terra e de área construída para indústria, habitação e serviços?
- 2) Quais os requisitos para o planejamento da rede viária?
- 3) Quais os impactos, ao nível urbano, de alguns projetos de transporte público, tais como expansão do porto, nova construção do aeroporto e a construção de um sistema de metrô?

Para os órgãos executivos, o objetivo era selecionar políticas para desenvolvimento da região metropolitana, considerando os seguintes aspectos:

- 1) Definição de uma reserva de terra adequada para futura expansão;
- 2) Definição do nível de utilização (densidade) dessa área de expansão;
- 3) Ampliação da rede viária;
- 4) Oferta de serviços públicos;
- 5) Verificação da consistência de decisões anteriores referentes a projetos existentes no setor de transporte público.

Linhas de Atuação, constituída :

- 1) por zoneamento das atividades;
- 2) por densidades máximas permitidas de ocupação do solo;
- 3) pelos impostos e subsídios;
- 4) pela reserva de terreno e alocação de serviços públicos e, finalmente,
- 5) pelas medidas no setor de transportes.

O Modelo de BILBAO tem estrutura econométrica baseada em funções de utilidade, para o submodelo de uso do solo, e funções entrópicas , para o submodelo de transporte. As atividades são inter-relacionadas funcionalmente como no modelo de Lowry, porém com uma formulação matricial.

São nove as atividades:

- . Atividade 1 a 4 : habitação, por faixa de renda (grupos de 1 a 4), medida em número de residências;
- . Atividade 5 : serviço e comércio, medida em número de empregados;
- . Atividade 6 : educação, medida em número de empregados no setor;
- . Atividade 7 : outras atividades (serviços públicos), medidas em número de empregados;
- . Atividade 8 : Emprego básico, indústria pesada, medida em número de empregados;
- . Atividade 9 : Emprego básico, indústria leve, medida em número de empregados;

As relações funcionais entre as atividades (QUADRO 1), são tratadas de forma matemática através de uma matriz A, onde o elemento genérico $a(m,n)$ representa a relação quantitativa entre a atividade induzida (m) e a atividade indutora (n).

QUADRO I

Atividade induzida (m)			Atividades Indutoras (n)	
n:	descricao	n. das atividades	descricao	quantificacao da relacao funcional
1	Habitacao, nivel de renda 1	5 a 9	empregos diversos	numero de residencias do tipo 1 por emprego
2	Habitacao, nivel de renda 2	5 a 9	empregos diversos	numero de residencias do tipo 2 por emprego
3	Habitacao, nivel de renda 3	5 a 9	empregos diversos	numero de residencias do tipo 3 por emprego
4	Habitacao, nivel de renda 4	5 a 9	empregos diversos	numero de residencias do tipo 4 por emprego
5	Empregos, comercio e servicos	1 a 4	habitacao 4 niveis	numero de empregos por residencia.
6	Empregos, educacao	1 a 4	habitacao 4 niveis	numero de empregos por residencia.
7	Empregos, outras atividades	1 a 4	habitacao 4 niveis	numero de empregos por residencia.
8	Emprego Basico (1)	8	emprego, ind. pesada	numero de empregos
9	Emprego Basico (2)	9	emprego, ind. leve	numero de empregos

(1) Somente atividades indutora, de acordo com o conceito de emprego basico de LOWRY.

QUADRO 1- Relações funcionais entre atividades

Fonte: NOVAES(69)

QUADRO 2

n	Atividade induzida (n)	Atividades Indutoras (n)
1	Habitação, nível de renda 1 (n=1)	Empregos diversos (n=5 a 9)
2	Habitação, nível de renda 2 (n=2)	Empregos diversos (n=5 a 9)
3	Habitação, nível de renda 3 (n=3)	Empregos diversos (n=5 a 9)
4	Habitação, nível de renda 4 (n=4)	Empregos diversos (n=5 a 9)
5	Serviços e comércio (n=5)	Habitação (n=1 a 4)
6	Educação (n=6)	Habitação (n=1 a 4)
7	Outras atividades (n=7)	Habitação (n=1 a 4)

QUADRO 2- Interação espacial entre atividades

Fonte: NOVAES(69).

3.3.3- Modelo Integrado por BERECHMAN:

Em 1980, BERECHMAN(13), propôs integração de um modelo de uso do solo com um modelo de transporte e fez uma análise da estrutura e propriedades analíticas do modelo integrado.

A estrutura deste modelo integrado consiste de um modelo de alocação das atividades, um modelo de transporte e um procedimento de ligação destes dois componentes de tal forma que o resultado de um sirva como entrada para o outro.

. O MODELO DE USO DO SOLO:

Foi utilizado o modelo tipo GARIN-LOWRY para alocação de empregos. Segundo BERECHMAN este modelo foi escolhido devido ao fato de alocar incrementos de atividades numa forma iterativa enquanto que suas funções de distribuição são sensíveis as mudanças no custo de viagem interzonal.

O modelo foi formulado da seguinte maneira:

$$P(z) = E^B \cdot (AFUB)^{z-1} \cdot AF \quad (35)$$

$$E^R(z) = E^B \cdot (AFUB)^{z-1} \quad (36)$$

onde:

- $P(z)$ - vetor (1xn) da população na locação j , associado com o total de empregos $E(z)$;
- E^B - vetor (1xn) de empregos básicos;
- E^R - vetor (1xn) de empregos de serviço na locação i ($i= 1, \dots, n$), computado na iteração z ;
- A - matriz ($n \times n$) de distribuição de probabilidade de viagem do local de trabalho i para a zona residencial j ;
- B - matriz ($n \times n$) de distribuição de probabilidade de viagem da zona residencial j para compras na zona de serviço i ;
- F - matriz diagonal ($n \times n$) dos inversos das taxas de participação do trabalho, expressas como habitantes por empregado ou domicílios por empregado;
- U - matriz diagonal ($n \times n$) das razões entre emprego que atende a população e população.

Usando estas definições, as matrizes de distribuição de viagem trabalho-casa T_{ij}^{wh} e casa-compras t_{ij}^{hs} na iteração Z podem ser escritas :

$$T_{ij}^{wh}(z) = e^{i(z-1)} a_{ij} \quad (i, j=1, \dots, n) \quad (37)$$

$$t_{ij}^{hs}(z) = p_j(z) \cdot b_{ij} \quad (i, j=1, \dots, n) \quad (38)$$

onde, para todo z :

$$\sum T_{ij}^{wh}(z) = e_i(z) \quad (i=1, \dots, n) \quad (39)$$

$$\sum T_{ij}^{hs}(z) = p_j(z) \quad (j=1, \dots, n) \quad (40)$$

Sendo que, os elementos $e_i, p_j, a_{ij}, b_{ij}, f_{ij}$ e u_{ij} são elementos das matrizes E, P, A, B, F e U , respectivamente.

É assumido que as matrizes (a_{ij}) e (b_{ij}) permanecem constantes sobre todo o processo de alocação ($z=1, \dots, Z$), significando que mesmo que o número de viagens entre quaisquer par zonal (ij) varie entre iterações sucessivas, a probabilidade de viagens entre estas zonas permanece constante.

O autor assume ainda que o custo de viagem entre qualquer par (ij) é independente do nível do fluxo de tráfego entre estas zonas.

Sejam os elementos da probabilidade de viagem escritos como:

$$a_{ij} = [K_j W_j h(c_{ij})] / [\sum_j K_j W_j h(c_{ij})] \quad (41)$$

$$b_{ij} = [K_i W_i g(c_{ij})] / [\sum_i K_i W_i g(c_{ij})] \quad (42)$$

onde:

$h(c_{ij})$ e $g(c_{ij})$ - são funções de custo de viagem interzonal

w_i - atração locacional da zona de serviço i ,

w_j - atração locacional da zona residencial j ,

seja:

K_i, K_j = fatores de balanceamento aplicados para a atração zonal de modo a satisfazer as restrições (39) e (40). Então:

$$a_{ij} = [K_j W_j \exp(-\delta c_{ij})] / [\sum_j K_j W_j \exp(-\delta c_{ij})] \quad \sum_j a_{ij} = 1,0 \quad (43)$$

$$b_{ij} = [K_i W_i \exp(-\lambda c_{ij})] / [\sum_i K_i W_i \exp(-\lambda c_{ij})] \quad \sum_i b_{ij} = 1,0 \quad (44)$$

pode ser interpretado como modelos gravitacionais com uma única restrição. Os fatores δ e λ são parâmetros de impedância da viagem.

Outra consideração que deve ser feita é que se para cada par (ij) o $\exp(-\delta C_{ij})$ e $\exp(-\lambda C_{ij})$ são independentes de T_{ij} , dado z , então (a_{ij}) e (b_{ij}) são constantes para todo Z e são definidos unicamente por (43) e (44). Contudo, se as condições de viagem de uma rede capacitada são assumidas, o custo de viagem elevaria-se a medida que mais viagens forem acomodadas na rede, implicando assim

que C_{ij} e T_{ij} não são independentes. Conseqüentemente, as matrizes de probabilidade A e B também não serão constante, isto é, tem-se $A(z)$ e $B(z)$.

As mudanças em $A(z)$ e $B(z)$ são causadas por três determinantes: mudanças nos fatores de balanceamento K_i e K_j , mudanças nos parâmetros dissuasor de deslocamento δ e λ , e mudança no custo de viagem interzonal C_{ij} . Dado $C_{ij}(z)$, os valores de K_i, K_j , e são calculados pelo procedimento de calibração aplicado a (43) e (44). O autor sugere que maiores detalhes para tal procedimento podem ser obtidos através da referência (WILLIAMS, (80)). Contudo, o modelo empírico utilizado por BERECHMAN nos testes de simulação contém um procedimento para computação destes elementos. $C_{ij}(z)$ é calculado externamente ao modelo de uso do solo.

As equações (43) e (44) podem ser reescritas:

$$a_{ij}(z) = [K_j W_j \exp(-\delta c_{ij})] / [\sum_j K_j W_j \exp(-\delta c_{ij})] \quad \sum_j a_{ij} = 1.0 \quad (45)$$

$$b_{ij}(z) = [K_i W_i \exp(-\lambda c_{ij})] / [\sum_i K_i W_i \exp(-\lambda c_{ij})] \quad \sum_i b_{ij} = 1.0 \quad (46)$$

. O MODELO DE TRANSPORTE

A função principal deste modelo é associar o custo de viagem interzonal com os volumes correspondentes do fluxo de tráfego e intercâmbios de viagens. Esta função é realizada na fase de atribuição na qual os volumes são transportados sobre rotas mínimas. Este modelo computa o tempo de equilíbrio de viagem sobre cada link nas rotas selecionadas enquanto analisa a capacidade deste link. A seguir, os tempos de viagem sobre todos os caminhos que conectam qualquer par (ij) são agregados para produzir uma matriz do tempo de viagem interzonal.

$$C_l = \theta (T_{ij}, f_{ij,r}, f_l, q_l, \delta_{ij,lr}) \quad (47)$$

onde:

C_l = tempo de viagem (custo) no link l ($l=1, \dots, L$)

T_{ij} = matriz de distribuição de viagens entre o par O/D ij ($i, j=1, \dots, n$)

$f_{ij,r}$ = fluxo no caminho r ($r=1, \dots, N$) entre i e j .

f_l = fluxo no link l (l pertencente a r)

q_l = capacidade do link l ,

$\delta_{ij,lr}$ = 1, se o link l está sobre o caminho r , e zero caso contrário,

θ = alguma função convexa crescente do f_l , dado q_l e r .

Para um dado instante Z , as viagens $T_{ij}(z)$, o fluxo de equilíbrio no link e o custo de viagem no link são dados pela solução ótima para o seguinte problema convexo.

$$\min \sum_l \int_0^{f_l} C_l(x) dx \quad (48)$$

s. a.

$$(48a)$$

$$\sum_r f_{ij,r} = T_{ij}(z)$$

$$\sum_l \sum_j \sum_r \delta_{ij,lr} f_{ij,r} = f_l \quad (48b)$$

$$\sum_j f_{ij,l} \leq q_l \quad (l \in r) \quad (48c)$$

$$f_l \geq 0, \quad f_{ij,r} \geq 0 \quad (48d)$$

após computado os ótimos f_l e C_l , para todo l , tem-se:

$$[C_{ij}] = \sum_l C_l \quad l \in r, \quad \forall r \in (N^i j) \quad (49)$$

onde:

(C_{ij}) é a matriz de custo de viagem calculada para um dado padrão de distribuição de viagem T_{ij} e constante capacidade do link q_l .

O custo médio de viagem (\bar{C}), na iteração Z , pode ser obtido através da equação (50).

$$\bar{C}(z) = \frac{\sum_i \sum_j C_{ij}(z) \cdot T_{ij}(z)}{\sum_i \sum_j T_{ij}(z)} \quad (50)$$

Neste modelo \bar{C} é utilizado para calibração dos parâmetros σ e λ (equações (45) e (46)).

. A INTEGRAÇÃO DOS MODELOS

Dado, na iteração z , os vetores de geração de deslocamento $e_i(z-1)$ e $p_j(z)$ e a matriz de distribuição $T_{ij}(z)$, obtém-se através do programa de minimização dos tempos de viagem (equação 48), a matriz dos tempos de viagem em equilíbrio. Esta matriz servirá para calcular através das equações (45) e (46) as matrizes de probabilidade de deslocamento ($a_{ij}(z+1)$) e ($b_{ij}(z+1)$). A seguir estas matrizes de probabilidades servem de entrada no modelo de uso do solo, permitindo alocar e distribuir novos vetores de incremento da população e empregos (equações (35) e (36)), o que vai gerar novas tabelas de deslocamento trabalho-casa e casa compras (equações (37) e (38)). Por sua vez, estas distribuições entram novamente no modelo de redes, recalculando uma nova matriz dos tempos (custos) de viagem em equilíbrio a ser usada na próxima dedução das matrizes de probabilidade de deslocamentos interzonal.

Deve-se ressaltar que a estrutura do procedimento de integração, geralmente implica que na iteração Z , o vetor de empregos $e(z)$ seja:

$$e(z) = E^B \cdot \{I + \sum_{r=0}^{z-1} (FU)^r \prod_{k=0}^r A(k) \cdot B(k)\} \quad (51)$$

onde:

$A(k)B(k)$ ($r=1, \dots, z-1$) expressa os efeitos redistribucionais do sistema de transportes sobre a alocação espacial de atividades pelo modelo de uso do solo. Da iteração $z-1$ para a iteração Z , o incremento das atividades $\Delta e(z)$ é:

$$\Delta e(z) = E^B \cdot (FUD)^z \prod_{k=0}^z A(k) \cdot B(k) \quad (52)$$

gerando viagens que são transferidas para a rede na adição de todas as viagens transferidas em todas as iterações anteriores. O processo iterativo da equação (52) continua até o tamanho do incremento da população de residências $\Delta p(z)$ ser também menor, assegurando desta forma os empregos adicionais de serviços (o efeito de U e F). Consequentemente, nenhuma nova alocação de atividades e, portanto, gerações de viagens são feitas. Neste ponto o modelo integrado é dito ter convergido para uma solução de estado fixo.

A solução de equilíbrio, também está sujeita as seguintes restrições:

$$\sum_i e_i \cdot f_{ij} \cdot a_{ij} \leq \bar{p}_j \quad (53)$$

$$\sum_j p_j \cdot u_{ij} \cdot b_{ij} - e_i^b \leq \bar{e}_i^r \quad (54)$$

onde:

\bar{p}_j e \bar{e}_i^r denotam o nível máximo de população admitida na zona j e o nível máximo de empregos admitidos na zona i , respectivamente.

e_i^b denota emprego básico.

Em cada iteração a matriz do custo interzonal encontra-se em equilíbrio (equação (48)) e, segundo BERECHMAN(13), não existe a necessidade de especificar restrições adicionais sobre a quantidade média de viagens para trabalho-casa e casa-compras produzidas no sistema. Nas simulações experimentais realizadas por BERECHMAN, no modelo de uso do solo, os fatores de balanceamento K_i , K_j , bem como os parâmetros δ e λ , são calculados em cada iteração. O autor utiliza o modelo componente de transportes supondo o fluxo em equilíbrio baseado no algoritmo desenvolvido por Le BLANC et al (61), numa versão de DAGANZO, C.F.(35), o qual incorpora no algoritmo as capacidades dos links.

A função custo de viagem no link utilizada é do tipo

$$C_l = C_l^0 \cdot [1 + \alpha (f_l / q_l)^\beta] \quad (55)$$

Onde:

α, β = parâmetros

C_l = Custo de viagem (em minutos) sobre o link 1,

C_l^0 = tempo de viagem em fluxo livre sobre 1;

f_l = volume de tráfego atribuído para o link 1, e

q_l = capacidade prática do link (definida de acordo com as condições físicas da via)

O parâmetro C_l^0 é calculado da seguinte maneira:

$$C_l^0 = (S_l / W_l^0) \cdot 60 \quad (56)$$

onde:

S_l = comprimento do link l (km)

W_l^0 = velocidade limite sobre o link l (km/h)

Os parâmetros alfa e beta, foram adotados 0,15 e 4 respectivamente, de acordo com o U.S. Dept. of Transportation (Departamento de Transportes dos Estados Unidos)

3.3.4- O Modelo Dinâmico de VARAPRASAD e CORDEY-HAYES:

O modelo de crescimento urbano dinâmico para o planejamento estratégico dos transportes, proposto por N. VARAPRASAD e M. CORDEY-HAYES(80), foi calibrado para a região da Grande Londres e Sudeste da Inglaterra entre 1961 e 1976 e testa vários cenários de possíveis avaliações para examinar as trajetórias da população até 1991. Este modelo procura avaliar o processo de redistribuição da população em áreas metropolitanas em conjunto com o sistema de

transportes, tratando-o como o principal determinante destas mudanças. Neste modelo, as dinâmicas espaciais da população são representadas por um conjunto de equações diferenciais que descrevem as taxas de mudanças da população de cada uma das três subdivisões espaciais, funcionalmente definidas em: um centro urbano, um metropolitano que interage com o interior e, o restante da região de planejamento. Ao se agrupar, estas equações mostram uma descrição contínua do processo urbano através do tempo, resultando na redistribuição da população urbana e regional.

. O SISTEMA DE EQUAÇÕES DINÂMICAS:

As dez equações diferenciais que constituem a dinâmica do modelo, são:

* Deslocamentos de ônibus, automóveis e metrô (dentro da zona 1)

$$db/dt = \sigma_1 \cdot \omega_1 (\omega_2 + \omega_3) \cdot \pi_b - \gamma_b \cdot c_{g,b} \cdot b \quad (57)$$

$$da/dt = \sigma_1 \cdot \omega_1 (\omega_2 + \omega_3) \cdot \pi_a - \gamma_a \cdot c_{g,a} \cdot a \quad (58)$$

$$du/dt = \sigma_1 \cdot \omega_1 (\omega_2 + \omega_3) \cdot \pi_u - \gamma_u \cdot c_{g,u} \cdot u \quad (59)$$

* Níveis de população nas 3 zonas:

$$d\omega_1/dt = \sigma_1 \cdot \omega_1 (\omega_2 + \omega_3) / q_2 - (\gamma_b \cdot c_{g,b} \cdot b + \gamma_a \cdot c_{g,a} \cdot a + \gamma_u \cdot c_{g,u} \cdot u) q_1 \quad (60)$$

$$d\omega_2/dt = -\rho \cdot d\omega_1/dt + \sigma_2 \cdot \omega_2 \cdot \omega_3 - \beta \cdot \omega_2^2 \quad (61)$$

$$d\omega_3/dt = -(1 - \rho) \cdot d\omega_1/dt - \sigma_2 \cdot \omega_2 \cdot \omega_3 + \beta \cdot \omega_2^2 \quad (62)$$

* Fluxos de viagens diárias ao trabalho de automóveis e trem:

$$dr_{21}/dt = -\varepsilon_2 \cdot \sigma \cdot d\omega_1/dt \cdot \pi r_{21}^{-nr} \cdot C_{g,r21} \cdot r_{21} \quad (63)$$

$$da_{21}/dt = -\varepsilon_2 \cdot \sigma \cdot d\omega_1/dt \cdot \pi a_{21}^{-na} \cdot C_{g,a21} \cdot a_{21} \quad (64)$$

$$dr_{31}/dt = -\varepsilon_3 \cdot (1 - \rho) \cdot d\omega_1/dt \cdot \pi r_{31}^{-nr} \cdot C_{g,r31} \cdot r_{31} \quad (65)$$

$$da_{31}/dt = -\varepsilon_3 \cdot (1 - \rho) \cdot d\omega_1/dt \cdot \pi a_{31}^{-na} \cdot C_{g,a31} \cdot a_{31} \quad (66)$$

Onde:

$$\sigma_1 = k_1 \cdot g_1 / (g_1 + g_2 + g_3) \quad (67)$$

$$\rho = [\omega_2 \cdot \exp(-\phi_1 \cdot C_{g21})] / [\omega_2 \cdot \exp(-\phi_1 \cdot C_{g21}) + \omega_3 \cdot \exp(-\phi_1 \cdot C_{g31})] \quad (68)$$

$$\varepsilon_2 = k_2 \cdot \exp(-\phi_2 \cdot C_{g21}) / [\exp(-\phi_2 \cdot C_{g21}) + \exp(-\phi_2 \cdot C_{g22})] \quad (69)$$

$$\varepsilon_3 = k_2 \cdot \exp(-\phi_2 \cdot C_{g31}) / [\exp(-\phi_2 \cdot C_{g31}) + \exp(-\phi_2 \cdot C_{g33})] \quad (70)$$

A seguinte notação foi utilizada:

- W_i - população da zona i ,
 g_i - oferta de emprego na zona i ,
 b - nº de usuários de ônibus na zona 1,
 a - nº de usuários de automóveis na zona 1,
 u - nº de usuários de trem ou metrô na zona 1,
 a_{21}, a_{31} - nº de viagens para o trabalho de carro da zona 2 e 3 para a zona 1,
 r_{21}, r_{31} - nº de viagens para o trabalho de trem e metrô da zona 2 e 3 para a zona 1,
 q_1, q_2 - taxas de atividades da zona 1 "out-migrants e in-migrants",
 $C_{g,k}$ - custo generalizado de um deslocamento k , onde k pode ser b, a, u, a_{21}, r_{21} , ou r_{31} ,
 C_{g21}, C_{g31} - custo generalizado de viagem das zonas 2 e 3 para a zona 1,
 C_{g22}, C_{g33} - custo generalizado de deslocamentos para o trabalho dentro das zonas 2 e 3,
 $(\pi)_k$ - fração da divisão modal de deslocamento k , onde k pode ser: $b, a, u, a_{21}, r_{21}, a_{31}$ ou r_{31} ,
 $(\sigma)_i$ - fator de atração para a zona i , $i=1, 2, 3$,
 p - fator de migração da zona 2 para a zona 1,
 E_1, E_2 - proporções de permutação instantânea das zonas 2 e 3,
 γ_k - elasticidade modal do custo de viagem do deslocamento k , onde k pode ser b, a , ou u ,

- η_k - elasticidade modal do custo de permutação do deslocamento k , onde k pode ser a ou r ,
- k_1 - constante de descentralização de trabalho,
- k_2, k_3 - parâmetros de proporção da permutação para as zonas 2 e 3,
- ϕ_1, ϕ_2 - expoente dissuasor da distância.
- (os parâmetros de gama k até ϕ_2 são todos constantes).

. RESULTADOS:

Este modelo é inovador, pois focaliza as dinâmicas das mudanças metropolitanas numa escala geográfica ligeiramente grosseira ao contrário da desagregação espacial detalhada e abordagem comparativa estática da maioria dos modelos de transporte e uso do solo.

Os benefícios desta abordagem, tem muitas vantagens para a política dos planejadores. Segundo os autores, é simples de construir e calibrar, e, mostrou existir harmonia geral sobre a natureza dos processos em estudo.

Vários testes políticos podem ser feitos para apreciar a longo prazo os efeitos das decisões na avaliação dos transportes, e um melhor entendimento, num sentido conceitual, pode ser obtido dos processos no trabalho com respeito ao relacionamento entre avaliação de preços nos transportes e a realocação da população em áreas metropolitanas.

Os autores salientam que o desenvolvimento do modelo tem demonstrado seu potencial para análises políticas, porém outros trabalhos devem ser feitos para melhorar a precisão de um número de variáveis-chaves, em particular a elasticidade de preço de viagens diárias ao trabalho.

3.3.5- Modelo Combinado por KIM:

Este modelo foi elaborado em 1983 por T.J. KIM(59) e difere dos outros modelos de planejamento de transportes e uso do solo, os quais assumem a demanda como fixada num nível zonal de uma área urbana. KIM propõe neste modelo que a demanda de viagem zonal seja endogenamente determinada juntamente com:

- os custos de congestionamentos nos links;
- as quantidades ótimas de produção; e
- as densidades de usos do solo de maneira eficiente.

O modelo proposto representa, segundo o autor, progresso sobre os esforços anteriores. Neste modelo estão combinados e integrados dentro de uma estrutura de programação matemática, os problemas de uso do solo/transportes desde a escolha da viagem (origem, destino e rotas) juntamente com a quantidade de produtos a serem produzidos em uma densidade ótima de usos do solo.

. FORMULAÇÃO DO MODELO

O modelo utiliza em sua formulação quatro postulados, a saber:

(1) Necessidade de exportação de produtos urbanos:

Uma quantidade determinada exógenamente de diversos produtos deve ser exportada para fora da área urbana. Estes produtos podem ser produzidos em qualquer zona dentro da área urbana e são usados não somente para exportação mas também como insumos na produção de outras mercadorias e para consumo final nas áreas urbanas.

(2) Fator de substituição:

O insumo utilizado na produção de cada produto inclui produções de outros produtos, trabalho e solo. A proporção entre insumos de solo e não-solo, determina locações e densidades de residências e empregos e intensidades de uso do solo.

(3) Postulado de igual custo de jornada:

Considera a rede em equilíbrio se:

- a) todas as rotas que são usadas entre um par O/D tem igual custo de viagem; e
- b) nenhuma rota não usada tem um custo de viagem menor.

(4) Postulado da iteração espacial:

A interação espacial ou postulado da "gravidade" surge através da observação que a escolha do destino ou da locação observada numa viagem urbana não reflete o comportamento de minimização dos custos, mas ao contrário, reflete um equilíbrio entre um desejo para interação espacial entre conjuntos de atividades e o custo da viagem (ERLANDER, S.(38)). Em outras palavras, para uma dada rede de transportes, existe um nível observável de interação espacial, assim como o custo da viagem, que caracteriza a resposta agregada dos que fazem e carregam as viagens para a rede (KIM, J. T.(59)).

A interação espacial é tipicamente modelada pela restrição:

$$-\sum_i \sum_j T_{ij} \ln T_{ij} \geq S \quad (71)$$

T_{ij} = nº de viagens da origem i para o destino j .

S = nível de interação espacial.

. VARIÁVEIS EXÓGENAS:

São definidas no modelo, as seguintes variáveis exógenas:

E_r - exportação total do produto "r" através da área urbana como um todo;

- aqrs - quantidade de insumo(input) "q" necessário por unidade de produto(output) "r" com a técnica de produção "s" quando a produção ocupa local em uma área com "s" intensidade de uso do solo(isto é, construção de armazém "s").
- dr^i - custo unitário do produto "r" que são exportados através de cada zona "i" se "i" pertence ao conjunto de zonas de exportação (i pertence a E).
- gr - equivalente carro de passageiro que ocupam o espaço rodoviário necessário para o transporte do produto "r",
- $l(i)$ - solo útil na zona i.
- Sr - nível de interação espacial do modelo.

. RESTRIÇÕES:

São apresentadas seis restrições que estão incorporadas ao modelo:

(a) Restrições de exportação:

Uma área urbana é subdividida em zonas, $i= 1,2,\dots,N$, e algumas zonas são designadas como zona de exportação (i pertence a E), no mínimo unidades E_r do produto r devem ser exportada através de várias zonas de exportação:

$$\sum_{i \in E} E_r^i \geq E_r \quad \forall_r \quad (72)$$

Er pode ser igual a zero, o que indica que o produto r é produzido somente para uso local. A equação (72) pode também ser representada para produtos importados:

$$\sum_{t \in e} I_r^t \leq I_r$$

(b) Restrições de conservação do fluxo:

Cada produto produzido pode ser exportado, vendido no mercado, usado como insumo na produção, ou transportados para outras zonas.

$$\sum_j x_r^{ji} + x_r^i = \sum_j x_r^{ij} + \sum_q \sum_s a_{rqs} \cdot x_{qs}^i + E_r^i \quad \forall i, j ; i \neq j \quad (73)$$

Em cada zona, os produtos transportados para dentro da zona ($\sum x_r^{ji}$) mais a produção interna (x_r^i) deve ser igual a quantidade de produtos transportados para fora ($\sum x_r^{ij}$) mais a quantidade usada como insumo e consumo final ($\sum_q \sum_s a_{rqs} \cdot x_{qs}^i$) mais a quantidade exportada (E_r^i) se a zona i é uma zona exportadora.

(c) Fluxos no link de passageiros e produtos:

A forma funcional do custo de carregamento generalizado no link a, $C_a(x)$ é assumida como dada, onde x é o fluxo sobre o link a. O fluxo total de passageiros em termos de veículos equivalente sobre o link a, f_a é:

$$f_a = \sum_r g_r \sum_t \sum_j \sum_p x_r^{tj} \delta_{ar}^{tjp} \quad \forall a \quad (74)$$

$$x_r^{i,j} = x_{r*}^{ij*} = \sum_p \sum_s x_{rs}^{ijp}, \quad x_r^i = x_{r*}^i = \sum_s x_{rs}^i \quad \forall i,j,r \quad (75)$$

onde:

f_a = fluxo sobre o link a ;

$\delta_{ar}^{ijp} = 1$ (se a rota p da zona i para a zona j inclui o link a para transportar o produto r)

$\delta_{ar}^{ijp} = 0$ (caso contrário).

(d) Restrição da interação espacial:

$$-\sum_i \sum_j \left(\sum_p x_r^{ijp} \right) \cdot \ln \left(\sum_p x_r^{ijp} \right) \geq S_r \quad \forall r \quad (76)$$

Se não restrito por outros fatores, S_r varia entre zero e $\ln(k)$, isto é, $0 \leq S_r \leq \ln(k)$, onde k representa o nº de escolhas de alternativas.

(e) Restrições de solo:

Desde que a rede de transportes é dada, a quantidade de solo útil (disponível), l_i , deve ser igual a área total de solo na zona, menos o solo dedicado ao transporte.

$$\sum_r \sum_s a_{r+1,r,s} \cdot x_{r,s}^i \leq l_i \quad \forall i \quad (77)$$

(f) Restrição de não-negatividade:

$$x_r^{ijp}, x_{rs}^i, E_r^i \geq 0 \quad \forall i,j,p,r,s \quad (78)$$

A função objetivo a ser minimizada é:

$$\text{Min } M = \sum_a \int_0^{f_a} Ca(x) dx + \sum_{i \in e} \sum_r d_r^i (E_r^i) \quad (79)$$

Segundo KIM(59), esta função objetivo é estritamente convexa (o que garante uma solução ótima única), e pode ser resolvida para os fluxos de equilíbrio x_r^{ijp} usando algoritmos (algoritmo de ponto-fixado). O problema é encontrar x_{rs}^i, x_r^{ijp}, E_r e f_a , sendo dado a função de custo ($Ca(x)$), a matriz de incidência (δ_{ar}^{ijp}), os coeficientes de Insumo-Produto (a_{qrs}) e E_r .

. DISCUSSÃO DA SOLUÇÃO DO MODELO

É feito uma análise relativa a produção e consumo de cada área de estudo.

De acordo com a formulação deste modelo, se nenhum produto é importado, a quantidade de consumo e exportação para uma área urbana deve ser igual ao total da produção:

$$AX + E = X \quad (80)$$

onde:

A= matriz dos coeficientes de Insumo-Produto incluindo um setor residencial de consumo.

X= vetor que representa a quantidade total de consumo na área urbana.

E= vetor contendo a quantidade de mercadorias a serem exportadas por cada produto que são exogenamente dados.

Pelo lado do insumo, uma residência é representada como trabalho. Assumindo que cada trabalhador deva ter uma casa, o lado da produção do setor residencial representa o consumo final por uma família de cada produto incluindo seu próprio trabalho para a construção da casa. Por outro lado, os coeficientes insumo-produto podem ser construídos para produzir um número pré-determinado de unidades residenciais que por sua vez representa o número total de trabalhadores. A tabela insumo-produto é desta forma construída e a quantidade total de produtos a serem exportados (E) é dado, logo o nº total de produtos a serem produzidos na área urbana é:

$$X = (I - A)^{-1} \cdot E \quad (81)$$

onde:

I = matriz identidade.

Tendo a quantidade total de produtos a ser produzido numa área urbana, estima-se (X), a seguir X é alocado em cada área ou zona subdividida da área urbana de tal maneira que a função objetivo é minimizada sujeita as restrições já mencionadas.

. ATUAÇÃO DO MODELO PROPOSTO:

O modelo proposto, segundo o autor, pode potencialmente endereçar a muitos objetivos políticos e de planejamento, tais como:

(1) Os efeitos agregados de redução ou trocas nas ofertas de transportes sobre o congestionamento da rodovia, aluguéis do solo, mudanças no estado real das tarifas e aumentos relativos nos preços da viagem nas locações de residências e serviços.

(2) Desenvolvimento de regras de uso eficiente do solo tais como: zoneamento e controle das alturas das construções.

(3) Análises da expansão ótima de cidades existentes.

3.4- CONCLUSÃO:

Pode-se concluir que a modelagem urbana é um processo recente e dinâmico e que os modelos tendem a se aperfeiçoar com o desenvolvimento de novas técnicas e pelos resultados obtidos em suas aplicações.

Contudo, percebe-se uma preocupação por parte dos planejadores em torná-los cada vez mais desagregados, com melhores possibilidades de reproduzir de modo mais preciso a realidade urbana.

O modelo de LOWRY, pelo que foi apresentado, devido ao fato de possuir uma estrutura causal bastante simples, necessitando de um número-reduzido de variáveis, o qual representa uma extensão relativamente direta do modelo gravitacional, tem sido o mais empregado nos últimos anos.

Dos modelos apresentados, apenas os elaborados por VARAPRASAD e CORDEY-HAYES (um modelo de crescimento urbano dinâmico para o planejamento estratégico dos transportes) e KIM (um modelo combinado de transportes e uso do solo quando a demanda de viagem zonal é endogenamente determinada) não apresentam a estrutura proposta por LOWRY. Apresentam estrutura própria e estilo inovador na modelagem urbana. O primeiro focaliza dinamicamente as mudanças metropolitanas ao contrário da abordagem comparativa da maioria

dos modelos de transporte e uso do solo. Já o modelo proposto por KIM difere dos outros no que diz respeito ao cálculo da demanda de viagem zonal. Neste modelo a demanda de viagem é calculada no próprio modelo.

Entre os modelos tipo LOWRY, no que se refere ao uso do solo, deve-se destacar o proposto por BERECHMAN. Este apresenta de forma simples um processo iterativo realizando a integração dos modelos de uso do solo e transportes obtendo resultados satisfatórios nos testes realizados. No capítulo IV será realizada uma aplicação deste modelo, utilizando-se dados hipotéticos, para o Aglomerado Urbano da Grande Florianópolis.

CAPÍTULO IV

4. APLICAÇÃO DO MODELO

4.1- INTRODUÇÃO:

A partir dos modelos analisados no capítulo anterior, parte-se para a aplicação prática com dados hipotéticos do modelo selecionado. Com esta aplicação, pretende-se avaliar de maneira objetiva a utilização de modelos integrados de transportes e uso do solo urbano como instrumento de planejamento.

Este capítulo apresenta a justificativa da escolha do modelo seguida da elaboração do programa que operacionaliza o modelo selecionado. Após esta etapa, realiza-se a aplicação propriamente dita, apresentando a área de estudo, com o zoneamento adotado, bem como, as simulações efetuadas. O capítulo é concluído com a análise dos resultados obtidos com o uso do modelo.

4.2- JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DO MODELO:

O conjunto de modelos apresentados no capítulo III representam o progresso havido em termos de modelagem urbana. Embora sejam adotadas técnicas distintas, o objetivo principal é comum a todos, ou seja, o planejamento do uso do solo integrando as diversas atividades urbanas com o sistema de transportes.

Os modelos apresentados do tipo LOWRY, são mais simples, necessitando de número reduzido de informações, enquanto os que possuem estrutura própria tornam-se muito complexos e exigem grande volume de informações para torná-los operacionais.

A escolha do modelo baseou-se na simplicidade de operacionalização e nos resultados obtidos com a sua implementação. Adotou-se a idéia do modelo elaborado por BERECHMAN (modelo integrado de uso do solo com o sistema de transportes). Porém introduziu-se uma série de modificações objetivando melhorar a qualidade das informações obtidas com o uso deste modelo.

4.3- ELABORAÇÃO DO PROGRAMA:

A partir do modelo selecionado, procedeu-se a elaboração do programa afim de possibilitar sua implementação. O programa foi executado em linguagem TURBO PASCAL - VERSÃO 3, em um microcomputador PCxt de 16 Bits.

O submodelo de transportes, no qual obtém-se o equilíbrio da rede foi denominado de sub-rotina "EQUILÍBRIO" e sua elaboração foi baseada no algoritmo das Combinações Convexas (SHEFFI(78)).

O submodelo de uso do solo está baseado no modelo de Lowry, utilizando-se a formulação proposta por GARIN(42) com algumas modificações. Neste submodelo são introduzidas funções de atratividades, definidas matematicamente para a aplicação prática.

A idéia da integração dos submodelos de transporte e uso do solo foi baseada em BERECHMAN(13).

O programa elaborado é apresentado no ANEXO I.

4.4- APLICAÇÃO DO MODELO:

Nesta etapa, é feita uma análise da área de estudo contendo: sua localização, análise de sua economia, demografia, sis-

tema de uso do solo, bem como o estudo do seu sistema viário. Finalmente realiza-se algumas simulações utilizando o modelo adotado através do programa elaborado (ANEXO I).

4.4.1- Área de Estudo:

a) Localização:

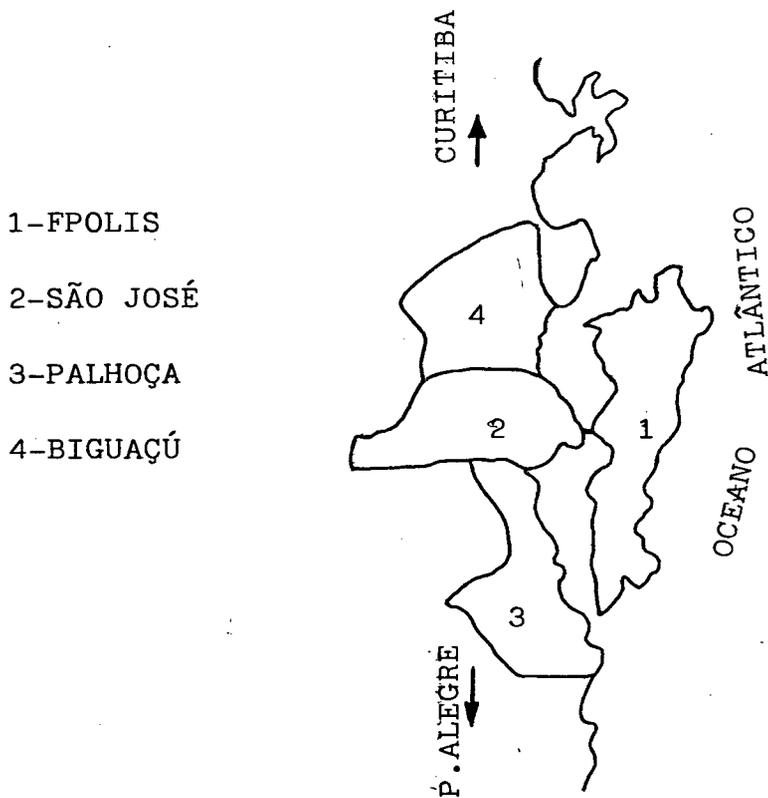
A área escolhida para análise do modelo selecionado é formada pelos municípios de Florianópolis, São José, Palhoça e Biguaçu, localizados na Região Leste do Estado de Santa Catarina. O Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis (IPUF), devido ao expressivo nível de inter-relações funcionais entre estes municípios, define esta região como a área conurbada do Aglomerado Urbano de Florianópolis(*)

(*) Além destes municípios, o Aglomerado Urbano de Florianópolis é constituído também, num segundo nível de inter-relações funcionais, pelos municípios de Governador Celso Ramos, Antônio Carlos, Águas Mornas e Santo Amaro da Imperatriz.

Os mapas 01 e 02 ilustram a área de estudo.



MAPA 01 - Localização da área de estudo.



MAPA 02- Área de Estudo.

b) Economia:

A economia da área de estudo é caracterizada por uma grande dependência dos municípios de São José, Palhoça e Biguaçu em relação a Florianópolis. Estes municípios apresentam um setor primário limitado no qual predomina a cultura de produtos hortigranjeiros e um setor secundário voltado para o ramo dos insumos urbanos. Este setor encontra-se em fase de expansão, sobretudo no município de São José. O setor terciário é bem desenvolvido no município de Florianópolis, com alguns focos em São José.

Florianópolis, na qualidade de capital política e administrativa do Estado, atrai grande parcela da população destes municípios para trabalharem no seu comércio e repartições públicas, bem como, estudarem nos seus estabelecimentos de ensino, principalmente os de níveis secundário e superior.

c) Demografia:

Após 1960, o comportamento demográfico desta região alterou-se substancialmente. Nos municípios de São José, Palhoça e Biguaçu, esta alteração foi mais ascentuada. Na década de 60 a população urbana representava cerca de 18% da população total. Em 1970 já representava mais da metade do contingente populacional destes municípios. Com os dados do Quadro 3, pode-se verificar que de acordo com o Censo Demográfico realizado em 1980 pelo IBGE, a

população urbana da área de estudo corresponde a 87,17% da população total.

QUADRO 3

População Residente

MUNICIPIO	Populacao total	Populacao urbana	(%)	Populacao rural	(%)
Florianopolis	187.871	161.773	86,11	26.098	13,89
Sao Jose	87.817	79.200	90,19	8.617	9,81
Palhoca	38.831	35.889	92,26	2.942	7,74
Biguacu	16.434	16.101	75,12	5.333	24,88
T O T A L	335.153	292.163	87,17	42.990	12,83

Fonte: FIBGE - Censo Demográfico - 1980.

Segundo o IPUF(56), este fenômeno ocorreu devido a influência exercida pela capital como foco polarizador. A condição de vizinhança foi facilitada com a implantação da BR-101 no início da década de 70, estimulando o abandono das pouco rentáveis

atividades agro-pastoris, desenvolvidas no interior de São José, Palhoça, Biguaçu e outros municípios próximos. Isto provocou uma procura mais ascentuada pelas áreas urbanizadas próximas a Florianópolis e num conseqüente aumento da população urbana da área de estudo.

d) Sistema de uso do solo:

A fundação dos primeiros núcleos populacionais nesta região, data do início do século XVII, que foram ocupados por imigrantes açorianos de vocação pesqueira. Devido a necessidade de intercâmbio entre esses núcleos surgiram os caminhos que se constituíram nos primeiros eixos de expansão das sedes dos municípios de Palhoça, São José e Biguaçu.

De acordo com o IPUF(56), "Pode-se dizer que até meados do século XX os municípios de São José, Palhoça e Biguaçu mantiveram uma vida relativamente autônoma em relação a Florianópolis e durante muito tempo mantiveram-se separadas da capital por extensos vazios urbanos. Durante esta fase estes municípios tiveram um crescimento bastante lento."

Em 1926 com a construção da ponte Hercílio Luz, inicia-se o processo de expansão da capital em direção ao continente. Porém, é a partir dos anos 70 que Florianópolis dinamiza seu crescimento, ascentuando-se esta expansão, constituindo-se na principal

razão do crescimento dos três municípios. São José, por sua maior proximidade à capital, é o que recebe os primeiros fluxos, os quais se repartem na década de 70 com Biguaçu e Palhoça, principalmente.

O IPUF(56), conclui que este processo provoca os seguintes fenômenos:

- 1) A atração exercida por Florianópolis impede a estruturação orgânica da área urbana dos municípios, cujas sedes tem um poder de polarização mínimo. São os caminhos que demandam à capital que passam a se constituir nos grandes eixos de estruturação do espaço.
- 2) O crescimento urbano não traz para os três municípios, benefícios econômicos proporcionais aos custos gerados. O resultado final desse processo é uma área urbana contínua linear, rarefeita, desorganizada, unificando num todo conurbado as cidades de São José, Palhoça e Biguaçu à porção continental de Florianópolis.

O quadro 4, mostra para o ano de 1980, a densidade ocupacional do solo para a área em estudo:

QUADRO 4

Densidade Populacional

MUNICIPIO	Populacao total	Area (Km 2)	Densidade (hab/Km2)
Florianopolis	187.871	451	416,56
Sao Jose	87.817	274	320,50
Palhoca	38.031	361	105,35
Biguacu	16.434	326	65,75
T O T A L	335.153	1.412	237,36

Fonte: FIBGE - Censo Demográfico - 1980.

O quadro 5, apresenta os domicílios ocupados.

QUADRO 5

Domicílios Ocupados

MUNICIPIO	URBANO	RURAL	T O T A L
Florianopolis	37.139	5.685	42.744
Sao Jose	17.857	1.638	19.495
Palhoca	7.461	581	8.042
Biguacu	3.522	1.161	4.683
T O T A L	65.979	8.985	74.964

Fonte: FIBGE - Censo Demográfico - 1980.

4.4.2- Sistema Viário e Transportes:

O mapa 3 ilustra a malha viária principal da área de estudo, a qual é composta pelas seguintes vias:

. Acesso BR-282 - Rodovia que liga a BR-101, no município de São José ao município de Florianópolis. Possui duas faixas por sentido numa extensão de 5,6 km.

Capacidade máxima de fluxo admissível: 2830 Veículos/hora/sentido.

. BR-101 - Rodovia de grande importância na integração dos municípios litorâneos de Santa Catarina. Liga os municípios de Biguaçu, São José e Palhoça.

Capacidade máxima de fluxo admissível: 1050 Veículos/hora/sentido.

. Avenida Ivo Silveira - Rodovia situada no município de Florianópolis, possuindo duas faixas por sentido. Liga os municípios de Florianópolis com São José, no sentido sul.

Capacidade máxima de fluxo admissível: 2020 Veículos/hora/sentido.

. Rua Fúlvio Aducci/Max Schramm - Rodovia de 2 faixas, as quais propiciam a ligação dos municípios de Florianópolis com São José, no sentido norte.

Capacidade máxima de fluxo admissível: 2610 Veículos/hora/sentido.

- . Avenida Presidente Kennedy - Via de continuação da Av. Ivo Silveira, situada no município de São José, possuindo também duas faixas e que conduz o trânsito entre os municípios de São José e Palhoça.

Capacidade máxima de fluxo admissível: 2610 Veículos/hora/sentido.

- . Estrada Geral de São José - Rodovia de duas faixas com grande porcentagem de zonas de não ultrapassagem unindo os municípios de São José e Palhoça, na continuação da Av. Presid. Kennedy.

Capacidade máxima de fluxo admissível: 1060 Veículos/hora/sentido.

Observação:

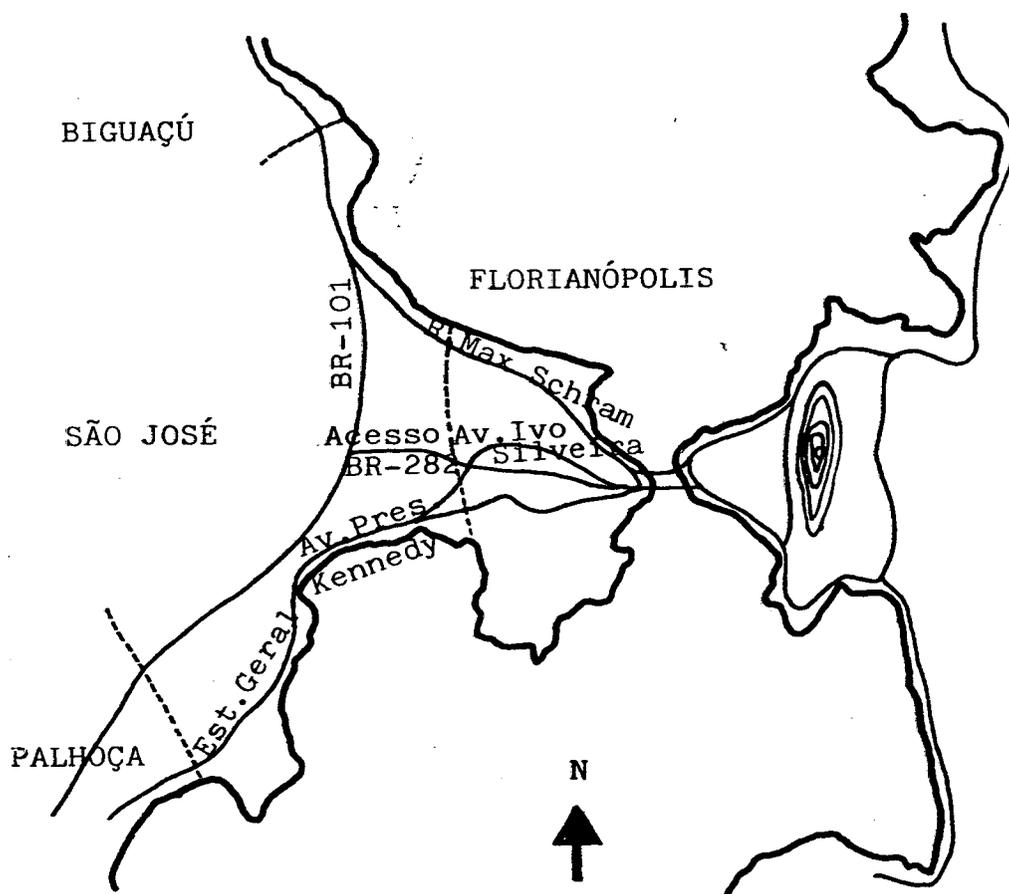
O cálculo da capacidade máxima de fluxo admissível foi realizado de acordo com o Highway Capacity Manual (52).

O resumo destas vias é apresentado no quadro 6.

QUADRO 6

RODOVIA	Municípios ligados	Capacidade Máxima
Acesso BR-282	Florianópolis - São José	2.830
BR-101	Biguaçu-São José-Palhoca	1.050
Av. Ivo Silveira	Florianópolis - São José	2.020
R.Fulvio Aducci	Florianópolis - São José	2.610
Av. Pres. Kennedy	São José - Palhoca	2.610
Estrada Geral	São José - Palhoca	1.060

O mapa 03 apresenta estas vias.



MAPA 03- Principais Vias da Área de Estudo.

4.4.3- Simulações:

Após o programa estar concluído, deu-se início o processo de simulação.

A rede de transportes da área de estudo, pode ser representada pela figura 8.

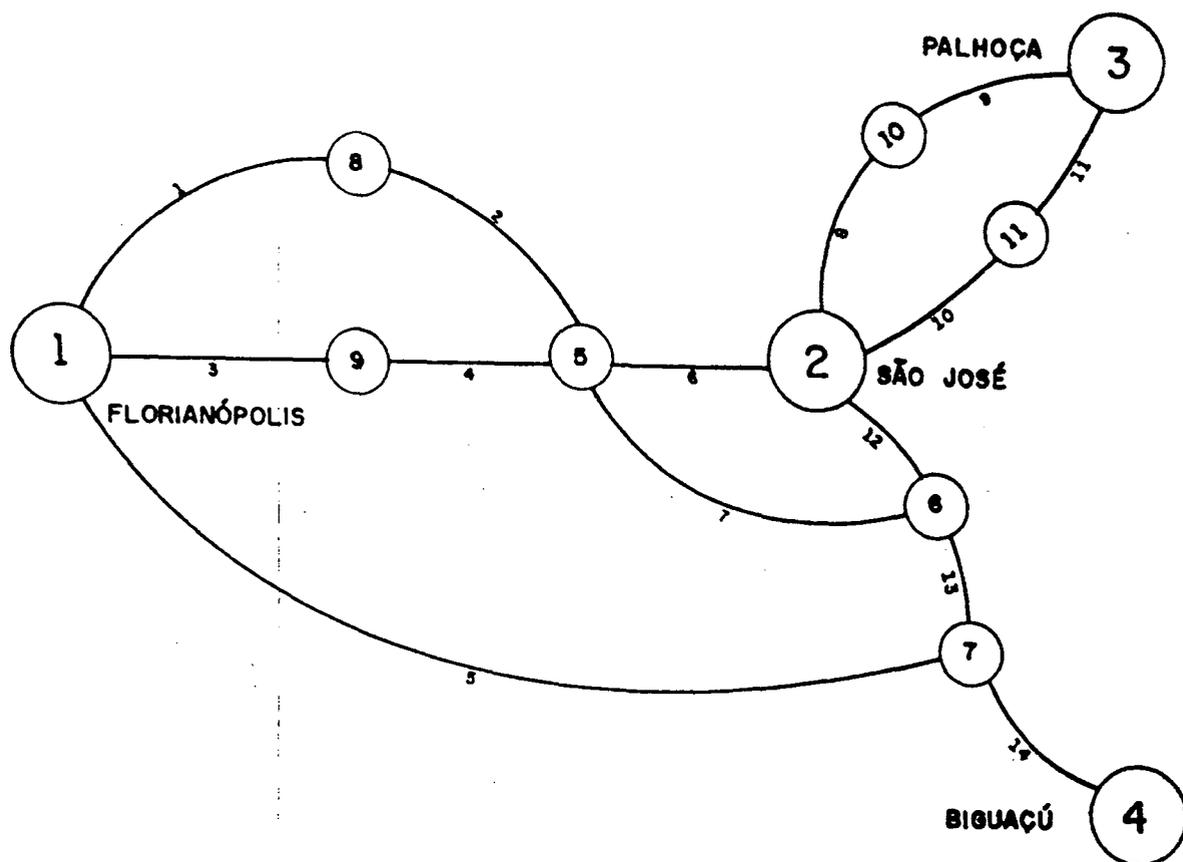


Fig. 8- Rede de Transportes da Área de Estudo

O quadro 7 apresenta os dados principais da rede ilustrada na figura 8.

VERTICE		DISTANCIA (Km)	CAP.MAXIMA (Veic/hora)	FLUXO LIVRE	
Inicial	Final			VELOCIDADE (Km/h)	TEMPO UIAGEM (Horas)
1	8	2,50	2380,0	80,0	0,031
1	1	2,50	2380,0	80,0	0,031
1	5	2,50	2380,0	80,0	0,031
1	8	2,50	2380,0	80,0	0,031
1	2	2,00	2610,0	70,0	0,029
1	5	2,00	2610,0	70,0	0,029
1	9	2,00	2020,0	60,0	0,050
1	1	3,00	2020,0	60,0	0,050
1	9	3,00	2020,0	60,0	0,050
1	5	3,00	2020,0	60,0	0,050
1	6	2,00	2830,0	80,0	0,025
1	5	2,00	2830,0	80,0	0,025
1	7	2,00	1050,0	60,0	0,033
1	7	2,00	1050,0	60,0	0,033
1	4	13,00	1050,0	60,0	0,217
1	7	13,00	1050,0	60,0	0,217
1	1	7,00	2610,0	60,0	0,117
1	1	7,00	2610,0	60,0	0,117
1	2	2,00	1050,0	60,0	0,033
1	2	2,00	1050,0	60,0	0,033
1	6	2,00	1060,0	50,0	0,100
1	10	2,00	1060,0	50,0	0,100
1	2	2,00	1060,0	50,0	0,100
1	3	2,00	1060,0	50,0	0,100
1	11	5,00	1050,0	60,0	0,083
1	1	5,00	1050,0	60,0	0,083
1	2	5,00	1050,0	60,0	0,083
1	3	5,00	1050,0	60,0	0,083
1	1	5,00	1050,0	60,0	0,083

QUADRO 07- Dados Principais da Rede de Transportes

Os parâmetros: População(P) e Empregos Básicos(Eb) inicializa dos nesta etapa foram coletados juntos ao Censo Demográfico de 1980 (FIBGE) e através destes, calculados: Taxa de Participação no Trabalho (F) e Razão entre Empregos que atende a População e População (U).

Inicialmente foi rodado uma listagem, denominada de "Básica", contendo além dos parâmetros mencionados acima, a capacidade (Cap) e a atratividade (Atrat) de cada centróide. Utilizou-se

ainda um fator ajustado a matriz origem/destino, procurando distribuir as viagens de acordo com o horário analisado. Estes fatores foram denominados de TC=

Trabalho-Casa, CT=Casa-Trabalho, CS= Casa-Serviços e SC=Serviços-Casa.

A faixa horária analisada na listagem "básica" gira em torno das dezoito horas, e os valores dos parâmetros de entrada são mostrados no quadro 8.

```

Numero de Nos -----> 11
Numero de Centroides -----> 4
Numero de Links ----> 28
DADOS DA MATRIZ ORIGEM / DESTINO
No Inicial --> 1 No Final --> 2 Fluxo --> 3010.0
No Inicial --> 1 No Final --> 3 Fluxo --> 480.0
No Inicial --> 1 No Final --> 4 Fluxo --> 380.0
No Inicial --> 2 No Final --> 3 Fluxo --> 290.0
No Inicial --> 2 No Final --> 4 Fluxo --> 190.0
No Inicial --> 3 No Final --> 4 Fluxo --> 100.0
P = 187871 Eb = 38220 F = 3.12 U = 0.15 Cap = 500000 Atrat = 10.0
P = 87817 Eb = 17867 F = 2.88 U = 0.15 Cap = 350000 Atrat = 10.0
P = 38031 Eb = 7963 F = 3.00 U = 0.15 Cap = 300000 Atrat = 10.0
P = 21434 Eb = 3219 F = 3.16 U = 0.17 Cap = 200000 Atrat = 10.0
TC =0.024 CT =0.003 CS =0.000 SC =0.006

```

QUADRO 08- Valores dos Parâmetros de Entrada.

A partir destes valores efetuou-se diversas variações na atratividade, capacidade e fator de ajuste Trabalho-Casa. As listagens encontram-se no ANEXO II e a seguir resume-se nos quadros: 9, 10 e 11 os resultados obtidos, bem como as variações percentuais das simulações realizadas.

POPULACAO	CAPACIDADE	ATRATIVIDADE	FATOR TC	EMPREGO	VARIACAO	POPULACAO	VARIACAO
TOTAL	CENTROIDE			TOTAL	PERCENTUAL	CENTROIDE	PERCENTUAL
BÁSICO							
372512	1- 500000	10	0.024	53535		54419	
	2- 350000	10		35491		182831	
	3- 300000	10		19704		53880	
	4- 200000	10		15909		81381	
VARIANDO O FATOR DE ATRATIVIDADE							
1							
374002		11		53737	0.3773232	66209	21.665227
		10		35597	0.2986672	173283	-5.510061
		10		19647	-0.290120	53532	-0.650078
		10		15877	-0.201549	80978	-0.497666
2							
376082		12		54011	0.8891379	82401	51.419540
		10		35743	0.7100391	159907	-14.33583
		10		19574	-0.664146	53234	-1.213510
		10		15838	-0.448288	80539	-1.045456
3							
387798		15		56455	5.4543756	215369	295.76067
		10		36843	3.8094164	77186	-136.8706
		10		19329	-1.940090	44334	-21.53200
		10		14091	-12.90185	50908	-59.85896
4							
393653		20		58162	8.6429438	299617	450.57424
		10		37399	5.3760108	38722	-372.1631
		10		19000	-3.705263	28115	-91.64147
		10		12895	-23.37340	27199	-199.2058
5							
396436		30		59114	10.421219	342568	529.50072
		10		37629	6.0240624	22011	-730.6346
		10		18731	-5.194597	16898	-218.8543
		10		12333	-28.99537	14959	-444.0270
6							
398170		50		59725	11.562529	368390	576.95106
		10		37747	6.3565410	12125	-1407.884
		10		18523	-6.375857	9546	-464.4248
		10		12037	-32.16748	8108	-903.7123
7							
399315		100		60152	12.360138	385110	607.67562
		10		37814	6.5453213	5776	-3065.356
		10		18353	-7.361194	4605	-1070.032
		10		11864	-34.09474	3824	-2028.164
8							
347793		10		53576	0.0765854	5320	-922.9135
		100		34752	-2.082218	334925	183.188299
		10		20255	2.7963865	4075	-1222.208
		10		11872	-34.00438	3474	-2242.573

QUADRO 9- Variação da Atratividade

POPULACAO	CAPACIDADE	ATRATIVIDADE	FATOR TC	EMPREGO	VARIACAO	POPULACAO	VARIACAO
TOTAL	CENTROIDE			TOTAL	PERCENTUAL	CENTROIDE	PERCENTUAL
BASICO							
372512	1- 500000	10	0.024	53535		54419	
	2- 350000	10		35491		182831	
	3- 300000	10		19704		53880	
	4- 200000	10		15909		81381	
VARIANDO O FATOR TRABALHO-CASA (T.C.)							
09							
371858		10	0.026	53592	0.1064724	54667	0.4557231
		10	(8.33%)	35540	0.1380631	185529	1.4542200
		10		19726	0.1115279	53552	-0.612488
		10		15651	-1.648456	78110	-4.187684
10							
371182		10	0.029	53604	0.1288876	54849	0.7901651
		10	(20.83%)	35549	0.1634217	187487	2.4833721
		10		19892	0.9451035	54347	0.8592930
		10		15326	-3.803993	74500	-9.236241
11							
367845		10	0.048	53907	0.6948725	56479	3.7854425
		10	(100.00%)	35862	1.0453354	202066	9.5191670
		10		19949	1.2281317	51008	-5.630489
		10		13996	-13.66819	58292	-39.60920
12							
366496		10	0.062	54061	0.9825347	57751	6.1228615
		10	(158.33%)	36081	1.6623932	209357	12.670223
		10		19826	0.6153535	47137	-14.30511
		10		13483	-17.99302	52252	-55.74714

QUADRO 10- Variação do Fator Trabalho-Casa

POPULACAO	CAPACIDADE	ATRATIVIDADE	FATOR TC	EMPREGO	VARIACAO	POPULACAO	VARIACAO
TOTAL	CENTROIDE			TOTAL	PERCENTUAL	CENTROIDE	PERCENTUAL
BÁSICO							
372512	1- 500000	10	0.024	53535		54419	
	2- 350000	10		35491		182831	
	3- 300000	10		19704		53880	
	4- 200000	10		15909		81381	
VARIANDO A CAPACIDADE							
13							
373596	1- 450000	10		53656	0.2260203	61801	13.565115
	2- 350000	10		35560	0.1944154	176014	-3.872987
	3- 300000	10		19661	-0.218707	53958	0.1445568
	4- 200000	10		15927	0.1130156	81823	0.5401904
14							
375326	1- 400000	10		53897	0.6761931	75757	39.210569
	2- 350000	10		35680	0.5325293	165174	-10.68993
	3- 300000	10		19587	-0.597334	53079	-1.509071
	4- 200000	10		15894	-0.094375	81316	-0.079935
15							
385641	1- 350000	10		55789	4.2103296	181290	233.13732
	2- 350000	10		36592	3.1021949	93172	-96.22955
	3- 300000	10		19375	-1.698064	48986	-9.990609
	4- 200000	10		14711	-8.143566	62192	-30.85445
16							
387877	1- 300000	10		54466	1.7390492	215990	296.90181
	2- 350000	10		36849	3.8263221	76642	-138.5519
	3- 300000	10		19327	-1.950639	44373	-21.42519
	4- 200000	10		14087	-12.93391	50871	-59.97523
17							
387970	1- 250000	10		56484	5.5085458	216945	298.65671
	2- 350000	10		36856	3.8460454	76039	-140.4437
	3- 300000	10		19323	-1.971743	44269	-21.71045
	4- 200000	10		14079	-12.99808	50718	-60.45782

QUADRO 11- Variação da Capacidade

4.5- RESULTADOS OBTIDOS:

Numa primeira análise, verifica-se uma grande instabilidade do modelo conforme a escolha de alguns parâmetros nas simulações efetuadas. Percebe-se que a atratividade (QUADRO 09), acarreta grandes variações na distribuição espacial da população, chegando em alguns casos a quadruplicar, em termos de porcentagem, o erro cometido na sua definição. Contudo, no que se refere à população total e distribuição de empregos por centróides, não causa diferenças ascentuadas. Acredita-se que esta medida possa ser melhor analisada, ajustando-se funções que eliminem a enorme diferença nos erros que forem realizados.

Outro parâmetro avaliado foi o fator Trabalho-Casa, e, como pode ser visto no QUADRO 10 e ANEXO II, não causa grandes alterações na distribuição espacial da população e empregos. Porém a variação da capacidade (QUADRO 11), demonstrou grande influência na escolha do local de moradia, produzindo variações superiores em alguns casos de até 5 (cinco) vezes a porcentagem de limitação da capacidade. Para trabalhos futuros esta função também deveria ser melhorada.

4.6- CONCLUSÃO:

Através da aplicação prática pode-se perceber a necessidade de um estudo mais aprofundado nos parâmetros relacionados ao modelo.

Deve-se destacar a grande dificuldade na obtenção dos dados de entrada, bem como, a subjetividade de algumas funções, por exemplo, a atratividade para locação de residências e para procura de serviços. A maneira de como as pessoas se deslocam: quando, como e para que, deve ser bem conhecida, propiciando assim uma análise mais criteriosa dos resultados obtidos e uma possível calibração do modelo.

Apesar das deficiências apontadas, o modelo produziu resultados satisfatórios. Na listagem "básica", obteve-se uma população total de 372.512 habitantes, contra o valor real de 335.153 habitantes (CENSO-1980), produzindo uma diferença percentual de 11% (onze por cento), enquanto que em 1980 existiam 123.557 empregos, o modelo forneceu 124.639, com uma diferença percentual de apenas 0,88% (zero vírgula oitenta e oito por cento).

CAPÍTULO V

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5. CONCLUSÕES:

Após a introdução, no capítulo II, dos conceitos fundamentais envolvidos na modelagem urbana, analisou-se no capítulo seguinte, os principais modelos integrados de transportes e uso do solo. Foram apresentados os modelos básicos a partir dos quais surgiu o modelo de Lowry com seus descendentes e os modelos com estrutura integrada de transportes e uso do solo.

Dos modelos analisados, por possuir uma estrutura causal bastante simples, selecionou-se o modelo integrado proposto por BERECHMAN, o qual utiliza dois submodelos: o submodelo de uso do solo, baseado em Lowry e o submodelo de transportes, baseado no equilíbrio de redes.

A etapa seguinte foi a elaboração do programa visando operacionalizar, com dados hipotéticos, o modelo selecionado. Nesta etapa, várias modificações foram efetuadas, sendo utilizado na

subrotina "equilíbrio" (submodelo de transportes), o método das combinações convexas (SHEFFI(78)), em vez de LE BLANC(61). Na formulação do submodelo de uso do solo, seguiu-se basicamente o proposto por GARIN(42).

Após a elaboração do programa, partiu-se para as simulações e através destas, verificou-se a grande sensibilidade que o modelo apresenta em relação aos parâmetros. Destaca-se a necessidade de uma análise mais cuidadosa no que se refere ao zoneamento da área de estudo, definição de funções de atratividade adequadas, funções de restrições a certos fatores e melhor desagregação dos parâmetros envolvidos, o que propiciaria a calibração do modelo.

5.2- RECOMENDAÇÕES:

Para uma aplicação prática do modelo, alguns pontos devem ser melhor analisados.

Os estudos devem ser direcionados a uma possível calibração do modelo. Para tanto, recomenda-se uma análise criteriosa dos seguintes itens:

a) Zoneamento:

Definir dentro das técnicas convencionais a melhor divisão das zonas dentro da área de estudo.

b) Fator Tempo de Viagem:

Selecionar e calibrar através de pesquisa de campo, a função que melhor represente o deslocamento entre centróides.

c) Pesquisa Origem/Destino:

Fazer uma pesquisa O/D, objetivando conhecer a origem e o destino dos deslocamentos realizados entre os centróides: os modos, os motivos e os horários mais frequentes destes deslocamentos.

d) Fatores de ajuste à pesquisa O/D:

A partir da pesquisa Origem/Destino, selecionar adequadamente, por faixa de horário e dia da semana, os fatores: Trabalho-Casa (TC), Casa-Trabalho(CT), Casa-Serviços(CS) e Serviços-Casa(SC).

e) Função de Atratividade:

Definir e calibrar uma função que traduza a atratividade por locais residencias e de serviços.

f) Restrições das Densidades de Ocupação do Solo:

Definir densidades de ocupação do solo, compatíveis com o centróide analisado. Estas restrições se fazem necessária para não

gerar populações excessivamente grandes nas zonas que apresentam melhores acessibilidades a empregos e serviços.

Com estes dados obtidos o modelo poderia ser calibrado, o que levaria a resultados mais precisos quando comparados à realidade.

BIBLIOGRAFIA

01. ALTMANN, J.L.; "Analysis and Comparison of the Mills Murth Urban Residential Land-Use Simulation Models", Journal of Urban Economics, Vol. 09, nº 03, Maio/1981.
02. ANAS, A. and MOSES, L.N.; "Mode Choice, Transport Structure and Urban Land Use", Journal of Urban Economics, 6(2) pp.228-246, 1979.
03. ANDRADE, M.R.; "Teste de um modelo de uso do solo para a Região Metropolitana do Recife - O Modelo de Lowry", Modelos Urbanos, Regionais e de Transportes, IPT, São Paulo, pp. 99-111, 1983.
04. ANDRADE, T.A. e LODDER, C.A.; "Sistema Urbano e Cidades Médias no Brasil", IPEA/INPES - Relatório de Pesquisa nº 43, Rio de Janeiro, 1979.
05. ANDREWS, R.B.; "Urban Land Use Policy: The Central City", New York, 1972.

06. A.N.T.P. - VI CONGRESSO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS.
"Transportes nas Cidades de Porte Médio", Curitiba,
Maio/1984.
07. BAERWALD, J.E.; "Transportation and Traffic Engineering Handbook", Institute of Transportation Engineers, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1976.
08. BARRAS, R. e BROADBENT, T.A.; "A Review of Operational Methods in Structure Planning", Progress in Planning, 17(2/3), pp. 53-268, 1982.
09. BASTOS, R.R.; "O Planejamento do Uso do Solo e sua interação com o sistema de transportes, uma análise de caso: O Município de Juiz de Fora", Dissertação de Mestrado, PUC, Rio de Janeiro, 1985.
10. BATÁGLIA, L.; "Preço da terra e acessibilidade - solução adotada para o modelo de uso do solo e transportes", Modelos Urbanos, Regionais e de Transportes, IPT, São Paulo, pp. 403-407, 1983.
11. BATTY, M.J.; "Design and Construction of a Sub-Regional Land Use Model", Socio-Economic Planning Sciences, Vol. 5, nº 2, pp. 97-124, 1971.

12. BATTY, M.J.; "Recent Developments in Land-Use Modelling. A Review of British Research", Urban Studies, Vol. 9, nº 2, pp. 151-177, June/1972.
13. BERECHAMN, J.; "A General Framework for the Integration of a Land-Use Model with a Transportation Model Component", Journal of Regional Science, Vol. 20, nº 01, pp. 51-69, February/1980.
14. _____ "Interfacing the Urban Land-Use Activity System and the Trnasportation System", Journal of Regional Science, Vol. 16, nº 2, 1976.
15. BERRY, B.J.L.; "The Retail Component of the Urban Model", Journal of the American Institute of Planners, May, pp. 150-155, 1965.
16. BLACK, J.A. e KATAFOS, A.; "Optimisation Methods and the Classification of City Structure: Theory and Empirical Testing", Environment and Planning B: Planning and Design, Vol. 14, pp. 93-107, 1987.
17. BLAND, B.H.; "Land-Use Patterns and Travel", Transport and Road Research Laboratory, nº 1092, 1983.

18. BLUMENFELD, H.; "Are Land Use Patterns Predictable?", Journal of the American Institute of Planners, pp. 61-66, 1959.
19. BLUNDEN, W.R.; "The Land-Use/Transport System - Analysis and Synthesis", Pergamon Press, Austrália, 1973.
20. BOADEN, N., GOLDSMITH, M., HAMPTON, W. and STRINGER, P.; "Planning and Participation in Praticce: A Study of Public Participation in Structure Planning", Progress in Planning, 13(1/2), pp. 1-102, 1980.
21. BODINGTON, S.; "Town Planning Considered as Cybernetic Modeling", Architectural Design, pp. 150-151, March, 1970.
22. BRODBENT, T.A.; "An Urban Planner's Model: What does it book like?", Architectural Design, pp. 408-410, August, 1970.
23. _____ "Activity Analysis of Spatial-Allocation Models"; Environment and Planning, Vol. 5., pp. 673-691, 1973.
24. BROUGHTON, J.; "An Empirical test of a Model for the Choice of Home and Workplace Location", Trnasport and Road Research Laboratory, nº 995, 1981.

25. BRUTON, M.J.; "Introdução ao Planejamento dos Transportes", Rio de Janeiro: Interciência; São Paulo: Editora da USP, 1979.
26. CALVETE, J.V.; "Transportes Urbanos", Typsa, Madrid, 1970.
27. CARROTHERS, G.A.P.; "An Historical Review of the Gravity and Potential Concepts of Human Interaction", Journal of the American Institute of Planners, 22(2), pp. 94-102, 1959.
28. CHADWICH, G.F.; "Una Vision Sistemica del Planeamiento", Editorial Gustavo Gili S.A., Barcelona, 1973.
29. CHAPIN JR, F.S.; "A Model for Simulating Residential Development", Journal of the American Institute of Planners, 31(2), pp. 120-125, 1965.
30. CHOAY, F.; "O Urbanismo", Perspectiva S/A., São Paulo, 1979.
31. CHURCHMAN, C.W., ACKOFF, R.L. e ARNOFF, E.L.; "Introduction to Operations Research", A Willey International Edition, 2ª Edição, U.S.A., 1968.

32. CLAIRE, W.H.; "Handbook on Urban Planning", Van Nostrand Reinhold Company, U.S.A., 1973.

33. COCHRANE, R.A.; "A Possible Economic Basis for the Gravity Model", Journal of Transport Economic and Policy", 9(1), pp. 34-49, 1975.

34. CORDEY-HAYES, M.; "Structure Plans and Models", Architectural Design, July, pp. 362-363, 1970.

35. DAGANZO, C.F.; "On the Traffic Assignment Problem with Flow Dependent Costs - I", Transportation Research, Vol. 11, pp. 433-437, 1977.

36. DREWETT, J.R.; "A Stochastic Model of the Land Conversion Process", Regional Studies, Vol. 3, pp. 269-280, 1969.

37. DUNIN, L.F.; "Estudo de Inter-relação Uso do Solo/Transporte", Revista Paranaense de Desenvolvimento, nº 70, Curitiba, 1980.

38. ERLANDER, S.; "Accessibility, Entropy and the Distribution and Assignment of Traffic", Transportation Research, 11, pp. 149-153, 1977.

39. EVANS, S.P.; "Derivation and Analysis of Some Models for Combining Trip Distribution and Assignment", *Transportation Research*, 10(1), pp. 37-57, 1976.
40. FLEISHER, A.; "Comments on a Model of Metropolis", *Journal of the American Institute of Planners*, May, pp. 175-176, 1965.
41. FLORIAN, M., NGUYEN, S. and FERLAND, J.; "On the Combined Distribution-Assignment of Traffic", *Transportation Science*, Vol. 9, pp. 43-53, 1975.
42. GARIN, R.A; "A Matrix Formulation of the Lowry Model for Intrametropolitan Activity Allocation", *Journal of the American Institute of Planners*, 32(6), pp. 361-366, 1966.
43. GARNETT, H.; "The Tehran Land Use Transportation Planning Model and Policy Evaluation Procedure", *Transportation Research*, vol. 14A, nº 01, Fevereiro/1980.
44. GOLDNER, W.; "The Lowry Model Heritage", *Journal of the American Institute of Planners*, 37(2), pp.100-110, 1971.
45. GUINSBURG, J.; "Le Corbusier Planejamento Urbano", Editora Perspectiva S/A, 3ª Edição, São Paulo, 1984.

46. HAMADA, T. and CHEUNG, C.; "Cities, Urbanization, Urban Problems and Policy Responses: Some Frameworks for International Comparison", *Memors of Facult Engeneering Osaka City University*, Vol. 26, pp. 127-164, 1985.
47. HANSEN, W.G.; "How Accessibility Shapes Land Use", *Journal of the American Institute Of Planners*, 25(2), pp. 73-76, 1959.
48. HANSEN, W.G. and LAKSHMANAN, T.R.; "A Retail Market Potential Model", *Journal of the American Institute of Planners*, May, pp. 134-143, 1965.
49. HARRIS, B.; "New Tools for Planning", *Journal of the American Institute Planners*, 31(2), pp. 90-95, 1965.
50. _____ "Urban Simulation Models in Regional Science", *Journal of Regional Science*, 25(4), pp. 545-567, 1985.
51. HEMMENS, G.C.; "Planning Agency Experience with Urban Development Models and Data Processing", *Journal of the American Institute of Planners*, 34(5), pp. 323-327, 1968.
52. HIGHWAY CAPACITY MANUAL, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 1985.

53. HURST, M.E.E.; "Transportation Geography: Comments and Readings", McGraw-Hill Book Company, U.S.A., 1974.
54. HUTCHINSON, B.G.; "Princípios de Planejamento dos Sistemas de Transporte Urbano", Editora Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1979.
55. HUSLEY, M. and MCLOUGHLIN, J.B.; "The New Urban Studies Literature: A Review with Special Reference to Australia"; Progress in Planning, 24(3), pp. 161-246, 1985.
56. IPUF - Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis, "Planos Diretores de São José, Palhoça e Biguaçu - Diagnóstico e Programação", Prefeitura Municipal de Florianópolis, Julho/1980.
57. _____ "Diretrizes para o Uso do Solo no Aglomerado Urbano de Florianópolis - Estudos Setoriais", Convênio 08/76, Prefeitura Municipal de Florianópolis, Março/1977.
58. KAPLAN, A.; "A Conduta na Pesquisa", E.P.U., Editora da USP, 2ª Reimpressão, São Paulo, 1975.

59. KIM, T.J.; "A Combined Land-Use Transportation Model When Zonal Demand is Endogenously Determined", *Transportation Research*, Vol. 17B, nº 6, Dezembro/1973.
60. _____ "Alternative Transportation Modes in a Urban Land Use Model: A General Equilibrium Approach", *Journal of Urban Economics*, 6(2), pp. 197-215, 1979.
61. LE BLANC, L.J.; MORLOK, E.K. and OIERSKALLA, W.P.; "An Efficient Approach to Solving the Road Network Equilibrium Traffic Assignment Problem", *Transportation Research*, Vol. 9, pp. 309-318, 1975.
62. LEE, C.; "Models in Planning", Pergamon Press, Great Britain, Glasgow, 1973.
63. LOWRY, I.S.; "A Short Course in Model Design", *Journal of the American Institute of Planners*, 31(2), pp. 158-166, 1965.
64. MATOS, M.A.C.N.; GRANJA, L.Z. and MORA-CAMINO, F.; "Modelo de demanda para planejamento estratégico de transporte urbano", *Modelos Urbanos, Regionais e de Transportes*, IPT, São Paulo, pp. 187-189, 1983.
65. MELLO, J.C.; "Planejamento dos Transportes", McGraw-Hill do Brasil Ltda., São Paulo, 1975.

66. MCLOUGHLIN, J.B.; "Cities as Open Systems: A Framework for Analysis", *Architectural Design*, pp. 313-314, June/1970.
67. MUTH, R.F.; "Models of Land-Use, Housing, and Rent: An Evaluation", *Journal of Regional Science*, 25(4), pp.593-606, 1985.
68. NAKAMURA, H.; HAYASHI, Y. and MIYAMOTO, K.; "Land-Use Transportation Analysis System for a Metropolitan Area", *Transportation Research Record* 931, pp. 11-20, 1983.
69. NOVAES, A.G.; "Modelos em Planejamento Urbano, Regional e de Transportes", Editora Edgard Blucher Ltda., São Paulo, 1981.
70. POHLMANN, J.P.U.; "Modelo de Uso do Solo e Transportes", Simpósio sobre Modelos Urbanos, Regionais e de Transportes, Porto Alegre, 1983.
71. PROCIANOY, S.M.S.; "Estudo Analítico dos Modelos de Uso do Solo Urbano", Dissertação de Mestrado, PUR/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 1976.
72. PUTMAN, S.H.; "Urban Land Use and Transportation Models: A State-of-the-art Summary", *Transportation Research*, Vol. 9, pp. 187-202, 1975.

73. REIF, B.; "Models in Urban and Regional Planning", Leonard Hill Books, 1ª Edição, Great Britain, 1973.
74. RODRIGUES, M. e DANTAS, J.R.; "Modelos Urbanos: da concepção à utilização", Modelos Urbanos, Regionais e de Transportes, IPT, pp. 113-116, São Paulo, 1983.
75. RODRIGUES, M. e DI PIERRO, L.F.; "Estrutura Urbana e Consumo Energético: Um Modelo", Modelos Urbanos, Regionais e de Transportes, IPT, pp.169-175, São Paulo, 1983.
76. ROMANOFF, E.; "The Economic Base Model: A Very Special Case of Input-Output Analysis", Journal of Regional Science, Vol. 14, nº 01, 1974.
77. SCHLAGER, K.J.; "A Land Use Plan Design Model", Journal of the American Institute of Planners, 31(2), pp. 103-111, 1965.
78. SHEFFI, Y.; "Urban Transportation Networks: Equilibrium Analysis with Mathematical Programming Methods", Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 1985.
79. STOPHER, P.R. and MEYBURG, A.H.; "Urban Transportation Modeling and Planning", Lexington Books, U.S.A., 5ª Edição, 1980.

80. VARAPRASAD, N. and CORDEY-HAYES, M.; "A Dynamic Urban Growth Model for Strategic Transport Planning", *Transportation Planning and Technology*, Vol. 7, pp. 109-120, 1982.
81. VOORHEES, A.M.; "The Nature and Uses of Models in City Planning", *Journal of the American Institute of Planners*, 25(2), pp. 57-60, 1959.
82. WENDT, P.F. and GOLBERG, M.A.; "The Use of Land Development Simulation Models in Transportation Planning", *Highway Research Record*, n° 285, pp. 82-91, 1969.
83. WILLIAMS, I.; "A Comparison of Some Calibration Techniques for Doubly Constrained Models with an Exponential Cost Function", *Transportations Research*, Vol. 10, pp. 91-104, 1976.
84. WILSON, A.G.; "Models in Urban Planning: A Synoptic Review of Recent Literature", *Urban Studies*, 5(3), pp. 249-277, 1968.
85. _____ "Developments of Some Elementary Residential Location Models", *Journal of Regional Science*, Vol. 9, n° 3, 1969.

86. WILSON, A.G.; "A family of Spatial Interaction Models, and Associated Developments", Environment and Planning, Vol. 3, pp. 1-32, 1971.
87. _____ "Making Urban Models More Realistic: Some Strategies for Future Research", Environment and Planning A, vol. 16, pp. 1419-1432, 1984.
88. WINGO JR, L.; "Transportation and Urban Land", Resources for the Future, Washington, U.S.A., 3ª Edição, 1968.
89. ZUPAN, J.M.; "Social Implications of Land Use and Mode Choice", Transportations Engineering Journal, 1973.

A N E X O "1"

```
Program LOWRY_BERECHMAN;
```

```
Const
```

```
  NosMax      = 15;
  CentMax     = 5;
  LinksMax    = 100;
```

```
Type
```

```
  MatrizReal   = Array [1..NosMax,1..NosMax] of Real;
  MatrizInteira = Array [1..NosMax,1..NosMax] of Integer;
  VetorInteiro = Array [1..LinksMax] of Integer;
  VetorReal    = Array [1..LinksMax] of Real;
```

```
Var
```

```
  Direc      : Integer;
  Nome_Arquivo : String[10];
  Arq        : Text;
  i,j,k,Links,Nos,Cent: Integer;
  Dist,Veloc,
  Ta,T0,Qmax,X,XAnt,
  U,F,Es,EsAnt,
  Eb,Et,P,W,V,H,Atrat,
  Cap,S      : VetorReal;
  Ni,Nf      : VetorInteiro;
  OD,Tempo,
  Matriz,Matrizi,
  A,B,Alinha,Blinha,
  Ft,FtAnt   : MatrizReal;
  Soma,Soma0,Delta,Deltai,
  Aux,VeEquil,
  PTotal,EbTotal,
  Umedio,TC,CT,CS,SC : Real;
```

```
($U+)
```

```
($I FLOYD1.Pas)
```

```
> Procedure FLOYD1 (Var Tempo:MatrizReal;Var n:Integer);
```

```
> Var
```

```
>   k,i,j      : Integer;
>   Soma       : Real;
```

```
> Const
```

```
>   max       = 1.0E+30;
```

```
> begin
```

```
>   k := i;
```

```
>   Repeat
```

```
>     For i := 1 to n do
```

```
>       If (i <> k) and (Tempo[i,k] < max)
```

```
>         then For j := 1 to n do
```

```
>           If (j <> k) and (Tempo[k,j] < max)
```

```
>             then begin
```

```
>               Soma := Tempo[i,k] + Tempo[k,j];
```

```
>               If Soma < Tempo[i,j]
```

```
>                 then begin
```

```
>                   Tempo[i,j] := Soma;
```

```
>                 end
```

```
>             end;
```

```
>       k := k + 1;
```

```
>     Until k > n
```

```
> end;
```

```
($I FLOYD.Pas)
```

```
> Procedure FLOYD (Var Y:MatrizReal;Var Teta:MatrizInteira;Var n:Integer);
```

```
> Var
```

```

> k,i,j      : Integer;
> Soma       : Real;
> Const
> max        = 1.0E+30;
> begin
>   For i := 1 to n do
>     For j := 1 to n do
>       begin
>         Teta[i,j] := i
>       end;
>     k := 1;
>     Repeat
>       For i := 1 to n do
>         If (i < k) and (Y[i,k] < max)
>         then For j := 1 to n do
>           If (j < k) and (Y[k,j] < max)
>           then begin
>             Soma := Y[i,k] + Y[k,j];
>             If Soma < Y[i,j]
>             then begin
>               Y[i,j] := Soma;
>               Teta[i,j] := Teta[k,j]
>             end
>           end;
>         k := k + 1;
>       Until k > n
>     end;
($I ATUALIZA.Pas)
> Procedure ATUALIZA (Var OD,Y:      MatrizReal;
>                    Var Ni,Nf:     VetorInteiro;
>                    Var Ta:        VetorReal;
>                    Var Nos,Links: Integer);
> Var
>   i,j,k      : Integer;
>   Teta       : MatrizInteira;
> begin
>   For i := 1 to Nos do
>     begin
>       For j := 1 to Nos do Y [i,j] := 1.0E+30;
>       Y [i,i] := 0
>     end;
>   For i := 1 to Links do Y [Ni[i],Nf[i]] := Ta [i];
>   FLOYD (Y,Teta,Nos);
>   For i := 1 to Nos do For j := 1 to Nos do Y[i,j] := 0;
>   For i := 1 to Nos do
>     begin
>       For j := 1 to Nos do
>         begin
>           If (OD [i,j] < 0) and ( i < j ) then
>             begin
>               k := j;
>               Repeat
>                 Y [Teta [i,k],k] := Y [Teta [i,k],k] + OD [i,j];
>                 k := Teta [i,k]
>               Until k = i
>             end
>           end
>         end
>       end
>     end;
> end;
($I EQUILIBRIO.Pas)

```

```

) Procedure EQUILIBRIO_REDE (Var OD: MatrizReal;
)                               Var Ni,Nf: VetorInteiro;
)                               Var T0,Ta,Qmax,X: VetorReal;
)                               Var Links,Nos: Integer);
) Const
)   Preciso          = 0.0004;
)   Prec             = 0.1;
)   Penal            = 1.0E+10;
) Var
)   Direc            : Integer;
)   i,j              : Integer;
)   Aux1,Aux2,Aux3,
)   VelEquil,Func,
)   Deriv,a,b,Prec1,
)   Soma_S,Soma_I,
)   Alfa,Erro        : Real;
)   Y                : MatrizReal;
)
) begin
)
)   a := 0;
)   alfa := 1;
)
)   ( Inicializacao do Fluxo           )
)
)   For i := 1 to Links do Ta [i] := T0 [i];
)   ATUALIZA (OD,Y,Ni,Nf,Ta,Nos,Links);
)   For i := 1 to Links do X [i] := Y [Ni[i],Nf[i]];
)
)   Repeat
)
)   ( Atualizacao dos Tempos           )
)
)     For i := 1 to Links do
)     If X[i] > Qmax[i]
)     then Ta [i] := 2 * T0 [i] + Penal * ( X [i] - Qmax [i] )
)     else begin
)         Aux1 := X [i] / Qmax [i];
)         Ta [i] := 2 * T0 [i] / ( 1 + Sqrt (1 - Aux1) )
)     end;
)
)   ( Calculo do Fluxo Auxiliar         )
)
)     ATUALIZA (OD,Y,Ni,Nf,Ta,Nos,Links);
)
)   ( Calculo de Alfa                   )
)
)     b := alfa;
)     Prec1 := alfa * Prec;
)     a := 0;
)     Repeat
)     Deriv := 0;
)     Alfa := (a + b) / 2;
)     For i := 1 to Links do
)     begin
)         Aux1 := Y[Ni[i],Nf[i]] - X[i];
)         Aux2 := X[i] + Alfa * Aux1;
)         Aux3 := Aux2 / Qmax[i];
)         If Aux2 > Qmax[i]
)         then Func := 2 * T0 [i] + Penal * ( Aux2 - Qmax [i] )

```

```

)      else Func := 2 * T0 [i] / ( 1 + Sqrt (1 - Aux3));
)      Deriv := Deriv + Aux1 * Func
)      end;
)      If Deriv <= 0 then a := Alfa
)          else b := Alfa;
)      Until (b - a) < (2 * Prec1);
)      Alfa := (b + a) / 2;
)
)      ( Obtencao de uma Nova Solucao      )
)      Writeln('nova solucao');
)      For i := 1 to Links do
)      begin
)          Aux1 := Y [Ni[i],Nf[i]] - X [i];
)          Y [Ni[i],Nf[i]] := X [i] + Alfa * Aux1
)      end;
)
)      ( Teste de Convergencia            )
)
)      Soma_S := 0;
)      Soma_I := 0;
)      For i := 1 to Links do
)      begin
)          Aux1 := Y [Ni[i],Nf[i]] - X [i];
)          Aux2 := Aux1 * Aux1;
)          Soma_S := Soma_S + Aux2;
)          Soma_I := Soma_I + X [i];
)      end;
)      For i := 1 to Links do X [i] := Y [Ni[i],Nf[i]];
)      Erro := Sqrt (Soma_S) / Soma_I;
)      Until Erro <= Precisao;
)      Writeln(' ');
)      end;
)      ($I TESTE.Pas)
)
)      Procedure US0_D0_SOLO (Var A,B          : MatrizReal;
)          Var Cent          : Integer;
)          Var Eb,Es,Et,P    : VetorReal;
)          Var Ptotal        : Real);
)
)
)      Var
)      Matriz_Aux1, Matriz_Aux2,II,Inv,BA     : MatrizReal;
)      i,k,j,NN,aa,bb                    : Integer;
)      Pivot,soma                          : Real;
)      AuxP                                 : VetorReal;
)
)
)
)
)
)
)
)
)
)      Begin
)      NN:=2*Cent;
)
)      ( produto BA)
)
)      for j:=1 to Cent do
)      Begin
)      for i:=1 to Cent do

```

```

> Begin
> soma:=0.;
> For k:=1 to Cent do
>   Begin
>     soma:= soma+ B[Ci,k]*A[Ck,j]
>     end;
>   BACi,j]:= soma;
>   end
> end;
>
> ( teste de convergencia de BA )
> for i:=1 to Cent do
> begin
>   Soma:=0.;
>   for j:=1 to Cent do
>   begin
>     Soma:= Soma +BACi,j];
>     If( j=Cent) and ( Soma >= 1.0) Then
>       Writeln(1st, ' Matriz BA nao e convergente');
>   end
> end;
>
>
>
>
> (preparacao da matriz)
>
> for i:=1 to Cent do
>   Begin
>     for j:=1 to Cent do
>       Begin
>         IICi,j]:=0.;
>         If i=j then
>           IICi,j]:=1.;
>         end
>       end;
>     end;
>   for i:= 1 to Cent do
>     Begin
>       for j:=1 to Cent do
>         Begin
>           Matriz_Aux1[i,j]:= IICi,j] - BACi,j]
>         end
>       end;
>     end;
>   for i:=1 to Cent do
>     Begin
>       for j:= Cent+1 to NN do
>         Begin
>           Matriz_Aux1[i,j]:= IICi,j-Cent];
>         end
>       end;
>     end;
>   for j := 1 to Cent do
>     Begin
>       pivot:= Matriz_Aux1[j,j];
>       for k:=1 to NN do
>         Begin
>           if k<>j then

```

```

>   for i:=1 to Cent do
>     Begin
>       if i<>j then
>         Matriz_Aux2[i,k]:=Matriz_Aux1[i,k]- Matriz_Aux1[i,j]*Matriz_Aux1[j,k]/Pivot
>       else
>         Matriz_Aux2[i,k]:=Matriz_Aux1[i,k]/Pivot;
>       end
>     else
>       for i:=1 to Cent do
>         Begin
>           Matriz_Aux2[i,k]:=0;
>         end;
>       Matriz_Aux2[j,j]:=1;
>       end;
>     For aa:=1 to Cent do
>       Begin
>         For bb:=1 to NN do
>           Begin
>             Matriz_Aux1[aa,bb]:=Matriz_Aux2[aa,bb];
>           end
>         end
>       end;
>     for i:=1 to Cent do
>       Begin
>         k:=0;
>         for j:=Cent+1 to NN do
>           Begin
>             k:=k+1;
>             Inv[i,k]:= Matriz_Aux2[i,j];
>           end
>         end;
>       end;
>     )
> (calculo de Pj)
> )
> For j:=1 to Cent do
>   Begin
>     AuxP[j]:=0.;
>     For i:=1 to Cent do
>       Begin
>         AuxP[j]:= AuxP[j]+ A[i,j]* Eb[i];
>       end;
>     end;
>   Soma:=0.;
>   For j:=1 to Cent do
>     Begin
>       P[j]:=0.;
>       For i:=1 to Cent do
>         Begin
>           P[j]:= P[j]+ INV[i,j]* AuxP[i];
>         end;
>       Soma:= Soma+P[j];
>     End;
>   Ptotal:=Soma;
> )
> (calculo de Es e Et)
> )
> For j:=1 to Cent do
>   Begin
>     Es[j]:=0.;

```

```

>   For i:=1 to Cent do
>   Begin
>     Es[j]:= Es[j]+P[i]*R[i,j]
>   end;
>   Et[j]:=Eb[j]+Es[j];
> end;
> End;

begin

  ( Entrada dos dados do modelo )

  ClrScr;
  Write(' Entre com o nome do Arquivo a ser Processado -----> ');
  Readln(Nome_Arquivo);
  Assign (Arq, 'a:' + Nome_Arquivo + '.DAT');
  Reset (Arq);

  Links := 0;
  Readln(Arq,Nos,Cent);
  WriteLn(1st, 'Numero de Nos -----> ',Nos);
  WriteLn(1st, 'Numero de Centroides -----> ',Cent);
  For i:=1 to Links do
  begin
    Cap[i]:=0.;
    S [i] :=0.;
    Es[i]:=0.;
    X[i]:=0.;
    Ni[i] :=0;
    Nf[i] :=0;
  End;
  For i:=1 to Nos do
  Begin
    For j:=1 To Nos do
      Begin
        OD [i,j]:=0.;
        Tempo [i,j]:=0.;
        Matriz [i,j]:=0.;
        Matriz1 [i,j]:=0.;
        A [i,j]:=0.;
        B [i,j]:=0.;
        Ft [i,j]:=0.;
      ENd;
    End;
  End;

  Repeat
    Read(Arq,i);
    If i > 0 then
      begin
        Links := Links + 1;
        Read(Arq,j,Dist[Links],Veloc[Links],Qmax[Links],Direc);
        T0[Links] := Dist[Links] / Veloc[Links];
        Ni[Links] := i;
        Nf[Links] := j;
        If Direc = 2
          then begin
            Links := Links + 1;
            Mi [Links] := j;

```

```

        Nf [Links] := i;
        T0 [Links] := T0 [Links - 1];
        Qmax [Links] := Qmax [Links - 1];
        Veloc [Links] := Veloc [Links - 1];
        Dist [Links] := Dist [Links - 1]
    end
end;
Until i = 0;
Writeln(1st, 'Numero de Links ----> ',Links:5);
For i := 1 to Cent do For j := 1 to Cent do OD [i,j] := 0;
Writeln(1st, 'D A D O S   D A   M A T R I Z   O R I G E M   /   D E S T I N O');
Repeat
    Read(Arq,i);
    If i > 0 then
    begin
        Read(Arq,j);
        Readln(Arq,OD[i,j]);
        Writeln(1st, ' No Inicial ----> ',i:2, ' No Final ----> ',j:3, ' Fluxo ----> ',OD[i,j]:6:1);
    end;
Until i = 0;

EbTotal := 0;
PTotal := 0;
Soma:=0.;
For i := 1 to Cent do
begin
    Readln(Arq,P[i],Eb[i],F[i],U[i],Cap[i],Atrat[i]);
    Writeln(1st, ' P = ',P[i]:6:0, ' Eb = ',Eb[i]:6:0,
        ' F = ',F[i]:4:2, ' U = ',U[i]:4:2,
        ' Cap = ',Cap[i]:6:0, ' Atrat = ',Atrat[i]:6:1);
    EbTotal := EbTotal + Eb [i];
    PTotal := PTotal + P [i];
    Soma:= Soma + U[i];
end;
Readln(Arq,TC,CT,CS,SC);
Writeln(1st,'TC = ',TC:5:3, ' CT = ',CT:5:3, ' CS = ',CS:5:3, ' SC = ',SC:5:3);
Umedio := Soma /Cent;

```

(Inicio do Processo de Otimizacao)

```

Writeln(' Inicio do Processo de Otimizacao ');
Repeat
    For i := 1 to Cent do EsAnt [i] := Es [i];
    For i := 1 to Links do XAnt [i] := X [i];
    ( Calculo do equilibrio para situacao atual )
    Writeln(' Calculo do equilibrio para situacao atual ');

    EQUILIBRIO_REDE (OD,Ni,Nf,T0,Ta,Qmax,X,Links,Nos);

    ( Calculo dos parametros de distribuicao de viagem )
    Writeln(' Calculo dos parametros de distribuicao de viagem');

    For i := 1 to Nos do
    begin
        For j := 1 to Nos do Tempo [i,j] := 1.0E+30;
        Tempo [i,i] := 0
    end;
    For i := 1 to Links do Tempo [Ni[i],Nf[i]] := Ta [i];

```

FLOYD1 (Tempo,Nos);

(Calculo do fator de atratividade para domicilio H(w[i]))

```

For j := 1 to Cent do
begin
  W [j] := P [j] / Cap[j];
  If (W [i] (<= 0.8) then H [j] := exp (-3.125 * Sqr( W [j] - 0.8))
    else H [j] := exp (-3.125 * Sqr(( W [j] - 0.8) * 5));
  HC[j] := HC[j] * Atrat [j];
End;

```

(Calculo do fator tempo viagem para trabalho)

```

For i:=1 to Cent do
begin
  For j:=1 to Cent do
  Begin
    If ( Tempo [i,j] > 1.5 ) or ( Tempo [j,i] > 1.5 ) then
      Ft [i,j] := exp (-3.125 * (Sqr( 1.5)))
    else
      Ft [i,j] := exp (-3.125 * (Sqr( Tempo [i,j] + Tempo [j,i] / 2)));
  End;
End;

```

(Calculo da Matriz Alinha)

```

For i := 1 to Cent do
begin
  Soma := 0;
  For j := 1 to Cent do
  begin
    Soma := Soma + H [j] * Ft [i,j]
  end;
  For j := 1 to Cent do
  begin
    Alinha [i,j] := H [j] * Ft [i,j] / Soma
  end
end;

```

(Calculo do fator de atratividade para servicos S (VC[j]))

```

For j := 1 to Cent do
begin
  V [j] := Es [j] / Ptotal;
  V [j] := ( (V [j] + 0.05) * 2.3 ) / ( Umedio + 0.05);
  S [j] := ( exp (V [j]) - exp (- VC[j])) / ( exp (V [j]) + exp (- VC[j]));
End;

```

(Calculo do fator tempo viagem para servicos)

```

For i:=1 to Cent do
begin
  For j:=1 to Cent do
  Begin
    If ( Tempo [i,j] > 1.5 ) or ( Tempo [j,i] > 1.5 ) then
      Ft [i,j] := exp (-3.125 * (Sqr( 1.5)))
    else
      Ft [i,j] := exp (-3.125 * (Sqr( Tempo [i,j] + Tempo [j,i] / 2)));
    End;
  End;
End;

```

(Calculo da Matriz Blinha)

```

For i := 1 to Cent do
begin
  Soma := 0;
  For j := 1 to Cent do
  begin
    Soma := Soma + S [j] * Ft [i,j]
  end;
  For j := 1 to Cent do
  begin
    Blinha [i,j] := S [j] * Ft [i,j] / Soma
  end
end;
end;

```

(teste das matrizes Alinha e Blinha)

```

for i:=1 to Cent do
Begin
  Soma:=0.;
  For j:=1 to Cent do
  Begin
    Soma:= Soma + Alinha[i,j];
    if (j=Cent) then
      if ((1-Soma)< (-0.001)) or ((1- Soma)>0.001) then
        Writeln(1st, ' Matriz Alinha nao consistente ');
    End;
  end;
end;

```

```

for i:=1 to Cent do
Begin
  Soma:=0.;
  For j:=1 to Cent do
  Begin
    Soma:= Soma + Blinha[i,j];
    if (j=Cent) then
      if ((1-Soma)< (-0.001)) or ((1- Soma)>0.001) then
        Writeln(1st, ' Matriz Blinha nao consistente ');
    End;
  end;
end;

```

```

For j:=1 to Cent do

```

```

begin
  For i:=1 to Cent do
    Begin
      A[i,j]:= Alinha[i,j]* FC[j];
      B[i,j]:= Blinha[i,j]* UC[j];
    end
  end;
end;

```

{Modelo de uso do solo}

```

USO_DO_SOLO (A,B,Cent,Eb,Es,Et,P,Ptotal);

```

```

( Calculo da nova matriz de Origem-destino      )
Writeln('Calculo da nova matriz de Origem-destino');

```

```

For i := 1 to Cent do
  Begin
    For j := 1 to Cent do
      Begin
        OD [i,j] := (Et[i]*Alinha[i,j])*TC +
                    (Et[j]*Alinha[j,i])*CT +
                    (P[i]*Blinha[i,j])*CS +
                    (P[j]*Blinha[j,i])*SC;
      End;
    End;
  End;

```

```

( Calculo do Desvio de Empregos de Servico      )
Writeln('Calculo do Desvio de Empregos de Servico');

```

```

Soma := 0.;
Soma0:= 0.;
For i := 1 to Cent do
  begin
    Delta := (Es [i] - EsAnt [i]);
    Soma := Soma + Delta * Delta;
    Soma0 := Soma0 + Es [i] * Es [i]
  end;
Delta := Soma / Soma0;
Writeln('Delta =',Delta);
( Calculo do Desvio dos Fluxos      )
Writeln('Calculo do Desvio dos Fluxos');

```

```

Soma := 0.;
Soma0:= 0.;
For i := 1 to Links do
  begin
    Delta1 := (X [i] - XAnt [i]);
    Soma := Soma + Delta1 * Delta1;
    Soma0 := Soma0 + X [i] * X [i]
  end;
Delta1 := Soma / Soma0;
Writeln('Delta1 =',Delta1);
Writeln(' Populacao Total =',Ptotal:6:0);

```

Until ((Delta < 1.0E-4) and (Delta1 < 1.0E-4));

(Saida dos Resultados)

Writeln(1st, ' Saida dos Resultados');

Writeln(1st);

Writeln(1st);

Writeln(1st, '-----');;

Writeln(1st, 'CENTROIDE POPULACAO ----- EMPREGOS -----');

Writeln(1st, ' BASICOS SERVICOS TOTAL');

Writeln(1st, '-----');

For i := 1 to Cent do Writeln(1st, i:6, P[i]:13:0, Eb[i]:13:0, Es[i]:10:0, Et[i]:10:0);

Writeln(1st, '-----');

Writeln(1st);

Writeln(1st, ' Populacao Total =', Ptotal:6:0);

Writeln(1st);

Writeln(1st, 'M A T R I Z O R I G E M - D E S T I N O');

Writeln(1st);

For i := 1 to Cent do

begin

For j := 1 to Cent do Write(1st, OD[i, j]:10:0);

Writeln(1st); Writeln(1st);

end;

Writeln(1st, '-----');;

Writeln(1st, ' ; FLUXO LIVRE ; PONTO DE EQUILIBRIO '-----');

Writeln(1st, '-----');

Writeln(1st, ' VERTICE DISTANCIA CAP. MAXIMA ; VELOCIDADE -TEMPO VIAGEM ; VELOCIDADE -TEMPO VIAGEM FLUXO '-----');

Writeln(1st, ' Inicial Final (Km) (veic/hora) ; (Km/h) (horas) ; (km/h) (horas) (veic/hora) '-----');

Writeln(1st, '-----');

For i := 1 to Links do

begin

If Ta[i] = 0 then VelEquil := 0

else VelEquil := Dist [i] / Ta [i];

Writeln(1st, Ni[i]:5, Nf[i]:8,

Dist[i]:11:3, Qmax[i]:12:1, ' ', ' ',

Veloc[i]:9:2, T0[i]:14:3, ' ', ' ',

VelEquil:9:2, Ta[i]:14:3,

X[i]:12:0)

end;

Writeln(1st, '-----');

For i:=1 to Links do

begin

Cap[i]:=0.;

S [i] :=0.;

Es[i]:=0.;

X[i]:=0.;

Ni[i] :=0;

Nf[i] :=0;

End;

For i:=1 to Nos do

Begin

For j:=1 To N0s do

Begin

OD [i, j]:=0.;

Tempo [i, j]:=0.;

Matriz [i, j]:=0.;

```
Matrizi  [i,j]:=0.;  
A  [i,j]:=0.;  
B  [i,j]:=0.;  
Ft  [i,j]:=0.;  
END;  
End;  
end.
```

A N E X O "II"

BÁSICO

Numero de Nos -----> 11
 Numero de Centroides -----> 4
 Numero de Links ----> 28

DADOS DA MATRIZ ORIGEM / DESTINO

No Inicial --> 1 No Final --> 2 Fluxo --> 3010.0
 No Inicial --> 1 No Final --> 3 Fluxo --> 480.0
 No Inicial --> 1 No Final --> 4 Fluxo --> 380.0
 No Inicial --> 2 No Final --> 3 Fluxo --> 290.0
 No Inicial --> 2 No Final --> 4 Fluxo --> 190.0
 No Inicial --> 3 No Final --> 4 Fluxo --> 100.0

P = 187871 Eb = 38220 F = 3.12 U = 0.15 Cap = 500000 Atrat = 10.0
 P = 87817 Eb = 17867 F = 2.88 U = 0.15 Cap = 350000 Atrat = 10.0
 P = 38031 Eb = 7963 F = 3.00 U = 0.15 Cap = 300000 Atrat = 10.0
 P = 21434 Eb = 3219 F = 3.16 U = 0.17 Cap = 200000 Atrat = 10.0

TC =0.024 CT =0.003 CS =0.000 SC =0.006

Saida dos Resultados

CENTROIDE	POPULACAO	ENPREGOS		
		BASICOS	SERVICO	TOTAL
1	54419	38220	15315	53535
2	182831	17867	17624	35491
3	53880	7963	11741	19704
4	81381	3219	12690	15909

Populacao Total =372512

MATRIZ ORIGEM - DESTINO

361	1044	233	311
319	864	268	296
129	521	276	70
96	298	36	477

FLUXO LIVRE | PONTO DE EQUILIBRIO

VERTICE	DISTANCIA	CAP. MAXIMA	VELOCIDADE	TEMPO VIAGEM	VELOCIDADE	TEMPO VIAGEM	FLUXO	
								Inicial
1	8	2.500	2830.0	80.00	0.031	69.66	0.036	1274
8	1	2.500	2830.0	80.00	0.031	76.67	0.033	452
8	5	2.500	2830.0	80.00	0.031	69.66	0.036	1274
5	8	2.500	2830.0	80.00	0.031	76.67	0.033	452
5	2	2.000	2610.0	70.00	0.029	60.04	0.033	1274
2	5	2.000	2610.0	70.00	0.029	66.83	0.030	452
1	9	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
9	1	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
9	5	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
5	9	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
5	6	2.000	2830.0	80.00	0.025	80.00	0.025	0
6	5	2.000	2830.0	80.00	0.025	80.00	0.025	0
6	7	2.000	1050.0	60.00	0.033	54.20	0.037	367
7	6	2.000	1050.0	60.00	0.033	54.79	0.037	333
7	4	13.000	1050.0	60.00	0.217	47.86	0.272	678
4	7	13.000	1050.0	60.00	0.217	53.07	0.245	429
1	7	7.000	2610.0	60.00	0.117	58.15	0.120	311
7	1	7.000	2610.0	60.00	0.117	57.44	0.118	96
2	6	2.000	1050.0	60.00	0.033	54.20	0.037	367
6	2	2.000	1050.0	60.00	0.033	54.79	0.037	333
2	10	5.000	1060.0	50.00	0.100	50.00	0.100	0
10	2	5.000	1060.0	50.00	0.100	48.96	0.102	87
10	3	5.000	1060.0	50.00	0.100	50.00	0.100	0
3	10	5.000	1060.0	50.00	0.100	48.96	0.102	87
2	11	5.000	1050.0	60.00	0.083	50.83	0.098	544
11	2	5.000	1050.0	60.00	0.083	48.94	0.102	631
3	11	5.000	1050.0	60.00	0.083	48.94	0.102	631
11	3	5.000	1050.0	60.00	0.083	50.83	0.098	544

Numero de Nos -----> 11
 Numero de Centroides -----> 4
 Numero de Links ----> 28

01

DADOS DA MATRIZ ORIGEM / DESTINO

No Inicial -> 1 No Final -> 2 Fluxo -> 3010.0
 No Inicial -> 1 No Final -> 3 Fluxo -> 480.0
 No Inicial -> 1 No Final -> 4 Fluxo -> 380.0
 No Inicial -> 2 No Final -> 3 Fluxo -> 290.0
 No Inicial -> 2 No Final -> 4 Fluxo -> 190.0
 No Inicial -> 3 No Final -> 4 Fluxo -> 100.0
 P = 187871 Eb = 38220 F = 3.12 U = 0.15 Cap = 500000 Atrat = 11.0
 P = 87817 Eb = 17867 F = 2.88 U = 0.15 Cap = 350000 Atrat = 10.0
 P = 38031 Eb = 7963 F = 3.00 U = 0.15 Cap = 300000 Atrat = 10.0
 P = 21434 Eb = 3219 F = 3.16 U = 0.17 Cap = 200000 Atrat = 10.0
 TC =0.024 CT =0.003 CS =0.000 SC =0.006
 Saida dos Resultados

CENTROIDE	POPULACAO	EMPREGOS		
		BASICOS	SERVICO	TOTAL
1	66209	38220	15517	53737
2	173283	17867	17730	35597
3	53532	7963	11684	19647
4	80978	3219	12658	15877

Populacao Total =374002

MATRIZ ORIGEM - DESTINO

439	992	233	310
365	819	265	294
153	495	274	70
110	284	36	474

FLUXO LIVRE PONTO DE EQUILIBRIO

VERTICE	DISTANCIA	CAP. MAXIMA	VELOCIDADE	TEMPO VIAGEM	VELOCIDADE	TEMPO VIAGEM	FLUXO
Inicial Final	(Km)	(veic/hora)	(Km/h)	(horas)	(km/h)	(horas)	(veic/hora)
1 8	2.500	2830.0	80.00	0.031	70.17	0.036	1220
8 1	2.500	2830.0	80.00	0.031	76.11	0.033	524
8 5	2.500	2830.0	80.00	0.031	70.17	0.036	1220
5 8	2.500	2830.0	80.00	0.031	76.11	0.033	524
5 2	2.000	2610.0	70.00	0.029	60.55	0.033	1220
2 5	2.000	2610.0	70.00	0.029	66.29	0.030	524
1 9	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
9 1	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
9 5	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
5 9	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
5 6	2.000	2830.0	80.00	0.025	80.00	0.025	0
6 5	2.000	2830.0	80.00	0.025	80.00	0.025	0
6 7	2.000	1050.0	60.00	0.033	54.23	0.037	365
7 6	2.000	1050.0	60.00	0.033	55.05	0.036	318
7 4	13.000	1050.0	60.00	0.217	47.91	0.271	676
4 7	13.000	1050.0	60.00	0.217	53.06	0.245	430
1 7	7.000	2610.0	60.00	0.117	58.16	0.120	310
7 1	7.000	2610.0	60.00	0.117	59.35	0.118	112
2 6	2.000	1050.0	60.00	0.033	54.23	0.037	365
6 2	2.000	1050.0	60.00	0.033	55.05	0.036	318
2 10	5.000	1060.0	50.00	0.100	50.00	0.100	0
10 2	5.000	1060.0	50.00	0.100	48.96	0.102	86
10 3	5.000	1060.0	50.00	0.100	50.00	0.100	0
3 10	5.000	1060.0	50.00	0.100	48.96	0.102	86
2 11	5.000	1050.0	60.00	0.083	50.92	0.098	540
11 2	5.000	1050.0	60.00	0.083	48.98	0.102	630
3 11	5.000	1050.0	60.00	0.083	48.98	0.102	630
11 3	5.000	1050.0	60.00	0.083	50.92	0.098	540

Numero de Nos -----> 11

Numero de Centroides -----> 4

Numero de Links ----> 20

DADOS DA MATRIZ ORIGEM / DESTINO

No Inicial ----> 1 No Final ----> 2 Fluxo ----> 3010.0

No Inicial ----> 1 No Final ----> 3 Fluxo ----> 400.0

No Inicial ----> 1 No Final ----> 4 Fluxo ----> 380.0

No Inicial ----> 2 No Final ----> 3 Fluxo ----> 290.0

No Inicial ----> 2 No Final ----> 4 Fluxo ----> 190.0

No Inicial ----> 3 No Final ----> 4 Fluxo ----> 100.0

P = 187871 Eb = 38220 F = 3.12 U = 0.15 Cap = 500000 Atrat = 12.0

P = 87817 Eb = 17867 F = 2.88 U = 0.15 Cap = 350000 Atrat = 10.0

P = 38031 Eb = 7963 F = 3.00 U = 0.15 Cap = 300000 Atrat = 10.0

P = 21434 Eb = 3219 F = 3.16 U = 0.17 Cap = 200000 Atrat = 10.0

TC =0.024 CT =0.003 CS =0.000 SC =0.006

Saida dos Resultados

CENTROIDE	POPULACAO	EMPREGOS		
		BASICOS	SERVICO	TOTAL
1	82401	38220	15791	54011
2	159907	17867	17876	35743
3	53234	7963	11611	19574
4	80539	3219	12619	15838

Populacao Total =376082

MATRIZ ORIGEM - DESTINO

546	920	233	308
428	757	262	292
186	459	273	70
131	264	36	471

FLUXO LIVRE | PONTO DE EQUILIBRIO

VERTICE	DISTANCIA	CAP. MAXIMA	VELOCIDADE	TEMPO VIAGEM	VELOCIDADE	TEMPO VIAGEM	FLUXO
Inicial Final	(Km)	(veic/hora)	(Km/h)	(horas)	(km/h)	(horas)	(veic/hora)
1 8	2.500	2830.0	80.00	0.031	70.86	0.035	1146
8 1	2.500	2830.0	80.00	0.031	75.33	0.033	622
8 5	2.500	2830.0	80.00	0.031	70.86	0.035	1146
5 8	2.500	2830.0	80.00	0.031	75.33	0.033	622
5 2	2.000	2610.0	70.00	0.029	61.21	0.033	1146
2 5	2.000	2610.0	70.00	0.029	65.55	0.031	622
1 9	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
9 1	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
9 5	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
5 9	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
5 6	2.000	2830.0	80.00	0.025	80.00	0.025	0
6 5	2.000	2830.0	80.00	0.025	80.00	0.025	0
6 7	2.000	1050.0	60.00	0.033	54.26	0.037	363
7 6	2.000	1050.0	60.00	0.033	55.40	0.036	298
7 4	13.000	1050.0	60.00	0.217	47.99	0.271	672
4 7	13.000	1050.0	60.00	0.217	53.05	0.245	430
1 7	7.000	2610.0	60.00	0.117	58.17	0.120	309
7 1	7.000	2610.0	60.00	0.117	59.23	0.118	132
2 6	2.000	1050.0	60.00	0.033	54.26	0.037	363
6 2	2.000	1050.0	60.00	0.033	55.40	0.036	298
2 10	5.000	1060.0	50.00	0.100	50.00	0.100	0
10 2	5.000	1060.0	50.00	0.100	48.96	0.102	86
10 3	5.000	1060.0	50.00	0.100	50.00	0.100	0
3 10	5.000	1060.0	50.00	0.100	48.96	0.102	86
2 11	5.000	1050.0	60.00	0.083	51.01	0.098	535
11 2	5.000	1050.0	60.00	0.083	49.04	0.102	627
3 11	5.000	1050.0	60.00	0.083	49.04	0.102	627
11 3	5.000	1050.0	60.00	0.083	51.01	0.098	535

Numero de Nos -----> 11
 Numero de Centroides -----> 4
 Numero de Links -----> 28

DADOS DA MATRIZ ORIGEM / DESTINO

No Inicial ----> 1 No Final ----> 2 Fluxo ----> 3010.0
 No Inicial ----> 1 No Final ----> 3 Fluxo ----> 480.0
 No Inicial ----> 1 No Final ----> 4 Fluxo ----> 380.0
 No Inicial ----> 2 No Final ----> 3 Fluxo ----> 290.0
 No Inicial ----> 2 No Final ----> 4 Fluxo ----> 190.0
 No Inicial ----> 3 No Final ----> 4 Fluxo ----> 100.0
 P = 187871 Eb = 38220 F = 3.12 U = 0.15 Cap = 500000 Atrat = 15.0
 P = 87817 Eb = 17867 F = 2.88 U = 0.15 Cap = 350000 Atrat = 10.0
 P = 38031 Eb = 7963 F = 3.00 U = 0.15 Cap = 300000 Atrat = 10.0
 P = 21434 Eb = 3219 F = 3.16 U = 0.17 Cap = 200000 Atrat = 10.0
 TC =0.024 CT =0.003 CS =0.000 SC =0.000
 Saída dos Resultados

CENTROIDE	POPULACAO	EMPREGOS		
		BASICOS	SERVICO	TOTAL
1	215369	38220	18235	56455
2	77186	17867	18976	36843
3	44334	7963	11366	19329
4	50908	3219	10872	14091

Populacao Total =387798

MATRIZ ORIGEM - DESTINO

1397	481	208	205
958	367	210	189
456	230	228	49
307	139	33	291

VERTICE	DISTANCIA	CAP. MAXIMA	FLUXO LIVRE					FLUXO
			VELOCIDADE	TEMPO VIAGEM	VELOCIDADE	TEMPO VIAGEM	PONTO DE EQUILIBRIO	
Inicial Final	(Km)	(veic/hora)	(Km/h)	(horas)	(km/h)	(horas)	(veic/hora)	
1 8	2.500	2830.0	80.00	0.031	74.73	0.033	696	
8 1	2.500	2830.0	80.00	0.031	68.31	0.037	1412	
8 5	2.500	2830.0	80.00	0.031	74.73	0.033	696	
5 8	2.500	2830.0	80.00	0.031	68.31	0.037	1412	
5 2	2.000	2610.0	70.00	0.029	64.97	0.031	696	
2 5	2.000	2610.0	70.00	0.029	58.71	0.034	1412	
1 9	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0	
9 1	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0	
9 5	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0	
5 9	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0	
5 6	2.000	2830.0	80.00	0.025	80.00	0.025	0	
6 5	2.000	2830.0	80.00	0.025	80.00	0.025	0	
6 7	2.000	1050.0	60.00	0.033	56.48	0.035	232	
7 6	2.000	1050.0	60.00	0.033	57.40	0.035	174	
7 4	13.000	1050.0	60.00	0.217	53.01	0.245	432	
4 7	13.000	1050.0	60.00	0.217	52.00	0.250	481	
1 7	7.000	2610.0	60.00	0.117	58.83	0.119	200	
7 1	7.000	2610.0	60.00	0.117	58.18	0.120	307	
2 6	2.000	1050.0	60.00	0.033	56.48	0.035	232	
6 2	2.000	1050.0	60.00	0.033	57.40	0.035	174	
2 10	5.000	1050.0	50.00	0.100	50.00	0.100	0	
10 2	5.000	1050.0	50.00	0.100	48.79	0.102	99	
10 3	5.000	1050.0	50.00	0.100	50.00	0.100	0	
3 10	5.000	1050.0	50.00	0.100	48.79	0.102	99	
2 11	5.000	1050.0	60.00	0.083	52.67	0.095	450	
11 2	5.000	1050.0	60.00	0.083	48.81	0.102	638	
3 11	5.000	1050.0	60.00	0.083	48.81	0.102	638	
11 3	5.000	1050.0	60.00	0.083	52.67	0.095	450	

Numero de Nos → 11
 Numero de Centroides → 4
 Numero de Links → 28

DADOS DA MATRIZ ORIGEM / DESTINO

No Inicial → 1 No Final → 2 Fluxo → 3010.0
 No Inicial → 1 No Final → 3 Fluxo → 480.0
 No Inicial → 1 No Final → 4 Fluxo → 380.0
 No Inicial → 2 No Final → 3 Fluxo → 290.0
 No Inicial → 2 No Final → 4 Fluxo → 190.0
 No Inicial → 3 No Final → 4 Fluxo → 100.0
 P = 187871 Eb = 38220 F = 3.12 U = 0.15 Cap = 500000 Atrat = 20.0
 P = 87817 Eb = 17867 F = 2.88 U = 0.15 Cap = 350000 Atrat = 10.0
 P = 38031 Eb = 7963 F = 3.00 U = 0.15 Cap = 300000 Atrat = 10.0
 P = 21434 Eb = 3219 F = 3.16 U = 0.17 Cap = 200000 Atrat = 10.0
 TC = 0.024 CT = 0.003 CS = 0.000 SC = 0.006
 Saída dos Resultados

CENTROIDE	POPULACAO	EMPREGOS		
		BASICOS	SERVICO	TOTAL
1	299617	38220	19942	58162
2	38722	17867	19532	37399
3	28115	7963	11037	19000
4	27199	3219	9676	12895

Populacao Total = 393653

MATRIZ ORIGEM - DESTINO

1917	290	150	124
1301	184	132	102
632	120	146	28
427	73	22	155

VERTICE		DISTANCIA (Km)	CAP. MAXIMA (veic/hora)	FLUXO LIVRE PONTO DE EQUILIBRIO				
Inicial	Final			VELOCIDADE (Km/h)	TEMPO VIAGEM (horas)	VELOCIDADE (km/h)	TEMPO VIAGEM (horas)	FLUXO (veic/hora)
1	8	2.500	2830.0	80.00	0.031	76.73	0.033	444
8	1	2.500	2830.0	80.00	0.031	62.60	0.040	1927
8	5	2.500	2830.0	80.00	0.031	76.73	0.033	444
5	8	2.500	2830.0	80.00	0.031	62.60	0.040	1927
5	2	2.000	2610.0	70.00	0.029	66.88	0.030	444
2	5	2.000	2610.0	70.00	0.029	52.90	0.038	1927
1	9	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
9	1	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
9	5	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
5	9	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
5	6	2.000	2830.0	80.00	0.025	80.00	0.025	0
6	5	2.000	2830.0	80.00	0.025	80.00	0.025	0
6	7	2.000	1050.0	60.00	0.033	58.07	0.034	131
7	6	2.000	1050.0	60.00	0.033	58.60	0.034	96
7	4	13.000	1050.0	60.00	0.217	56.10	0.232	255
4	7	13.000	1050.0	60.00	0.217	51.28	0.254	522
1	7	7.000	2610.0	60.00	0.117	59.28	0.118	124
7	1	7.000	2610.0	60.00	0.117	57.44	0.122	426
2	6	2.000	1050.0	60.00	0.033	58.07	0.034	131
6	2	2.000	1050.0	60.00	0.033	58.60	0.034	96
2	10	5.000	1060.0	50.00	0.100	50.00	0.100	0
10	2	5.000	1060.0	50.00	0.100	48.45	0.103	126
10	3	5.000	1060.0	50.00	0.100	50.00	0.100	0
3	10	5.000	1060.0	50.00	0.100	48.45	0.103	126
2	11	5.000	1050.0	60.00	0.083	55.25	0.090	306
11	2	5.000	1050.0	60.00	0.083	48.46	0.103	653
3	11	5.000	1050.0	60.00	0.083	48.46	0.103	653
11	3	5.000	1050.0	60.00	0.083	55.25	0.090	306

Numero de Nos -----> 11
 Numero de Centroides -----> 4
 Numero de Links ----> 28
DADOS DA MATRIZ ORIGEM / DESTINO
 No Inicial ----> 1 No Final ----> 2 Fluxo ----> 3010.0
 No Inicial ----> 1 No Final ----> 3 Fluxo ----> 480.0
 No Inicial ----> 1 No Final ----> 4 Fluxo ----> 380.0
 No Inicial ----> 2 No Final ----> 3 Fluxo ----> 290.0
 No Inicial ----> 2 No Final ----> 4 Fluxo ----> 190.0
 No Inicial ----> 3 No Final ----> 4 Fluxo ----> 100.0
 P = 187871 Eb = 38220 F = 3.12 U = 0.15 Cap = 500000 Atrat = 30.0
 P = 87817 Eb = 17867 F = 2.88 U = 0.15 Cap = 350000 Atrat = 10.0
 P = 38031 Eb = 7963 F = 3.00 U = 0.15 Cap = 300000 Atrat = 10.0
 P = 21434 Eb = 3219 F = 3.16 U = 0.17 Cap = 200000 Atrat = 10.0
 TC = 0.024 CT = 0.003 CS = 0.000 SC = 0.005
 Saida dos Resultados

CENTROIDE	POPULACAO	EMPREGOS		
		BASICOS	SERVICO	TOTAL
1	342568	38220	20894	59114
2	22011	17867	19762	37629
3	16898	7963	10768	18731
4	14959	3219	9114	12333

Populacao Total = 396436

MATRIZ ORIGEM - DESTINO

2178	212	111	83
1476	105	80	56
723	70	88	16
491	42	14	85

VERTICE		DISTANCIA (Km)	CAP. MAXIMA (veic/hora)	VELOCIDADE (Km/h)	TEMPO VIAGEM (horas)	FLUXO LIVRE PONTO DE EQUILIBRIO		
Inicial	Final					VELOCIDADE (km/h)	TEMPO VIAGEM (horas)	FLUXO (veic/hora)
1	8	2.500	2830.0	80.00	0.031	77.63	0.032	325
8	1	2.500	2830.0	80.00	0.031	58.94	0.042	2195
8	5	2.500	2830.0	80.00	0.031	77.63	0.032	325
5	8	2.500	2830.0	80.00	0.031	58.94	0.042	2195
5	2	2.000	2610.0	70.00	0.029	67.75	0.030	325
2	5	2.000	2610.0	70.00	0.029	48.95	0.041	2195
1	9	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
9	1	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
9	5	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
5	9	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
5	6	2.000	2830.0	80.00	0.025	80.00	0.025	0
6	5	2.000	2830.0	80.00	0.025	80.00	0.025	0
6	7	2.000	1050.0	60.00	0.033	58.94	0.034	73
7	6	2.000	1050.0	60.00	0.033	59.19	0.034	56
7	4	13.000	1050.0	60.00	0.217	57.68	0.225	156
4	7	13.000	1050.0	60.00	0.217	50.77	0.256	547
1	7	7.000	2610.0	60.00	0.117	59.52	0.118	83
7	1	7.000	2610.0	60.00	0.117	57.03	0.123	491
2	6	2.000	1050.0	60.00	0.033	58.94	0.034	73
6	2	2.000	1050.0	60.00	0.033	59.19	0.034	56
2	10	5.000	1050.0	50.00	0.100	50.00	0.100	0
10	2	5.000	1050.0	50.00	0.100	48.21	0.104	146
10	3	5.000	1050.0	50.00	0.100	50.00	0.100	0
3	10	5.000	1050.0	50.00	0.100	48.21	0.104	146
2	11	5.000	1050.0	60.00	0.083	56.91	0.088	205
11	2	5.000	1050.0	60.00	0.083	48.22	0.104	663
3	11	5.000	1050.0	60.00	0.083	48.22	0.104	663
11	3	5.000	1050.0	60.00	0.083	56.91	0.088	205

Numero de Nos -----> 11
 Numero de Centroides -----> 4
 Numero de Links ----> 28

06

DADOS DA MATRIZ ORIGEM / DESTINO

No Inicial --> 1 No Final --> 2 Fluxo --> 3010.0
 No Inicial --> 1 No Final --> 3 Fluxo --> 480.0
 No Inicial --> 1 No Final --> 4 Fluxo --> 380.0
 No Inicial --> 2 No Final --> 3 Fluxo --> 290.0
 No Inicial --> 2 No Final --> 4 Fluxo --> 190.0
 No Inicial --> 3 No Final --> 4 Fluxo --> 100.0
 P = 187871 Eb = 38220 F = 3.12 U = 0.15 Cap = 500000 Atrat = 50.0
 P = 87817 Eb = 17867 F = 2.88 U = 0.15 Cap = 350000 Atrat = 10.0
 P = 38031 Eb = 7963 F = 3.00 U = 0.15 Cap = 300000 Atrat = 10.0
 P = 21434 Eb = 3219 F = 3.16 U = 0.17 Cap = 200000 Atrat = 10.0
 TC =0.024 CT =0.003 CS =0.000 SC =0.006
 Saída dos Resultados

CENTROIDE	POPULACAO	EMPREGOS		
		BASICOS	SERVICO	TOTAL
1	368390	38220	21505	59725
2	12125	17867	19880	37747
3	9546	7963	10560	18523
4	8108	3219	8818	12037

Populacao Total =398170

MATRIZ ORIGEM - DESTINO

2334	167	86	61
1584	58	45	31
778	39	50	9
531	23	8	46

VERTICE		DISTANCIA (Km)	CAP. MAXIMA (veic/hora)	FLUXO LIVRE		PONTO DE EQUILIBRIO		FLUXO (veic/hora)
Inicial	Final			VELOCIDADE (Km/h)	TEMPO VIAGEM (horas)	VELOCIDADE (km/h)	TEMPO VIAGEM (horas)	
1	8	2.500	2830.0	80.00	0.031	78.16	0.032	254
8	1	2.500	2830.0	80.00	0.031	56.35	0.044	2357
8	5	2.500	2830.0	80.00	0.031	78.16	0.032	254
5	8	2.500	2830.0	80.00	0.031	56.35	0.044	2357
5	2	2.000	2610.0	70.00	0.029	68.25	0.029	254
2	5	2.000	2610.0	70.00	0.029	45.89	0.044	2357
1	9	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
9	1	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
9	5	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
5	9	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
5	6	2.000	2830.0	80.00	0.025	80.00	0.025	0
6	5	2.000	2830.0	80.00	0.025	80.00	0.025	0
6	7	2.000	1050.0	60.00	0.033	59.42	0.034	40
7	6	2.000	1050.0	60.00	0.033	59.55	0.034	31
7	4	13.000	1050.0	60.00	0.217	58.52	0.222	101
4	7	13.000	1050.0	60.00	0.217	50.45	0.258	562
1	7	7.000	2610.0	60.00	0.117	59.65	0.117	61
7	1	7.000	2610.0	60.00	0.117	56.78	0.123	530
2	6	2.000	1050.0	60.00	0.033	59.42	0.034	40
6	2	2.000	1050.0	60.00	0.033	59.55	0.034	31
2	10	5.000	1060.0	50.00	0.100	50.00	0.100	0
10	2	5.000	1060.0	50.00	0.100	48.00	0.104	161
10	3	5.000	1060.0	50.00	0.100	50.00	0.100	0
3	10	5.000	1060.0	50.00	0.100	48.00	0.104	161
2	11	5.000	1050.0	60.00	0.083	57.94	0.086	139
11	2	5.000	1050.0	60.00	0.083	48.19	0.104	666
3	11	5.000	1050.0	60.00	0.083	48.19	0.104	666
11	3	5.000	1050.0	60.00	0.083	57.94	0.086	139

Numero de Nos → 11

Numero de Centroides → 4

Numero de Links → 28

DADOS DA MATRIZ ORIGEM / DESTINO

No Inicial → 1 No Final → 2 Fluxo → 3010.0

No Inicial → 1 No Final → 3 Fluxo → 480.0

No Inicial → 1 No Final → 4 Fluxo → 380.0

No Inicial → 2 No Final → 3 Fluxo → 290.0

No Inicial → 2 No Final → 4 Fluxo → 190.0

No Inicial → 3 No Final → 4 Fluxo → 100.0

P = 187871 Eb = 38220 F = 3.12 U = 0.15 Cap = 500000 Atrat = 100.0

P = 87817 Eb = 17867 F = 2.88 U = 0.15 Cap = 350000 Atrat = 10.0

P = 38031 Eb = 7963 F = 3.00 U = 0.15 Cap = 300000 Atrat = 10.0

P = 21434 Eb = 3219 F = 3.16 U = 0.17 Cap = 200000 Atrat = 10.0

TC = 0.024 CT = 0.003 CS = 0.000 SC = 0.006

Saida dos Resultados

CENTROIDE	POPULACAO	EMPREGOS		
		BASICOS	SERVICO	TOTAL
1	385110	38220	21932	60152
2	5776	17867	19947	37814
3	4605	7963	10390	18353
4	3824	3219	8645	11864

Populacao Total = 399315

MATRIZ ORIGEM - DESTINO

2436 139 69 47

1648 28 22 14

813 19 24 4

557 11 4 22

FLUXO LIVRE | PONTO DE EQUILIBRIO

VERTICE	DISTANCIA	CAP. MAXIMA	VELOCIDADE	TEMPO VIAGEM	VELOCIDADE	TEMPO VIAGEM	FLUXO
Inicial Final	(Ka)	(veic/hora)	(km/h)	(horas)	(km/h)	(horas)	(veic/hora)
1 8	2.500	2830.0	80.00	0.031	78.49	0.032	209
8 1	2.500	2830.0	80.00	0.031	54.46	0.046	2460
8 5	2.500	2830.0	80.00	0.031	78.49	0.032	209
5 8	2.500	2830.0	80.00	0.031	54.46	0.046	2460
5 2	2.000	2610.0	70.00	0.029	68.57	0.029	209
2 5	2.000	2610.0	70.00	0.029	43.38	0.046	2460
1 9	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
9 1	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
9 5	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
5 9	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
5 6	2.000	2830.0	80.00	0.025	80.00	0.025	0
6 5	2.000	2830.0	80.00	0.025	80.00	0.025	0
6 7	2.000	1050.0	60.00	0.033	59.73	0.033	19
7 6	2.000	1050.0	60.00	0.033	59.78	0.033	15
7 4	13.000	1050.0	60.00	0.217	59.04	0.220	66
4 7	13.000	1050.0	60.00	0.217	50.23	0.259	572
1 7	7.000	2610.0	60.00	0.117	59.73	0.117	47
7 1	7.000	2610.0	60.00	0.117	56.61	0.124	557
2 6	2.000	1050.0	60.00	0.033	59.73	0.033	19
6 2	2.000	1050.0	60.00	0.033	59.78	0.033	15
2 10	5.000	1060.0	50.00	0.100	50.00	0.100	0
10 2	5.000	1060.0	50.00	0.100	47.97	0.104	165
10 3	5.000	1060.0	50.00	0.100	50.00	0.100	0
3 10	5.000	1060.0	50.00	0.100	47.97	0.104	165
2 11	5.000	1050.0	60.00	0.083	58.60	0.085	95
11 2	5.000	1050.0	60.00	0.083	47.98	0.104	673
3 11	5.000	1050.0	60.00	0.083	47.98	0.104	673
11 3	5.000	1050.0	60.00	0.083	58.60	0.085	95

Numero de Nos -----> 11

Numero de Centroides -----> 4

Numero de Links ----> 28

DADOS DA MATRIZ ORIGEM / DESTINO

No Inicial ----> 1 No Final ----> 2 Fluxo ----> 3010.0

No Inicial ----> 1 No Final ----> 3 Fluxo ----> 480.0

No Inicial ----> 1 No Final ----> 4 Fluxo ----> 380.0

No Inicial ----> 2 No Final ----> 3 Fluxo ----> 290.0

No Inicial ----> 2 No Final ----> 4 Fluxo ----> 190.0

No Inicial ----> 3 No Final ----> 4 Fluxo ----> 100.0

P = 187871 Eb = 38220 F = 3.12 U = 0.15 Cap = 500000 Atrat = 10.0

P = 87817 Eb = 17867 F = 2.88 U = 0.15 Cap = 350000 Atrat = 100.0

P = 38031 Eb = 7963 F = 3.00 U = 0.15 Cap = 300000 Atrat = 10.0

P = 21434 Eb = 3219 F = 3.16 U = 0.17 Cap = 200000 Atrat = 10.0

TC =0.024 CT =0.003 CS =0.000 SC =0.006

Saida dos Resultados

CENTROIDE	POPULACAO	EMPREGOS		
		BASICOS	SERVICO	TOTAL
1	5320	38220	15356	53576
2	334925	17867	16885	34752
3	4075	7963	12292	20255
4	3474	3219	8653	11872

Populacao Total =347793

MATRIZ ORIGEM - DESTINO

35	1839	18	14
178	1558	77	46
12	945	21	4
9	562	3	20

FLUXO LIVRE | PONTO DE EQUILIBRIO

VERTICE Inicial	VERTICE Final	DISTANCIA (Km)	CAP. MAXIMA (veic/hora)	VELOCIDADE (Km/h)	TEMPO VIAGEM (horas)	VELOCIDADE (km/h)	TEMPO VIAGEM (horas)	FLUXO (veic/hora)
1	8	2.500	2830.0	80.00	0.031	63.46	0.039	1857
8	1	2.500	2830.0	80.00	0.031	78.63	0.032	190
8	5	2.500	2830.0	80.00	0.031	63.46	0.039	1857
5	8	2.500	2830.0	80.00	0.031	78.63	0.032	190
5	2	2.000	2610.0	70.00	0.029	53.80	0.037	1857
2	5	2.000	2610.0	70.00	0.029	68.70	0.029	190
1	9	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
9	1	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
9	5	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
5	9	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
5	6	2.000	2830.0	80.00	0.025	80.00	0.025	0
6	5	2.000	2830.0	80.00	0.025	80.00	0.025	0
6	7	2.000	1050.0	60.00	0.033	59.28	0.034	49
7	6	2.000	1050.0	60.00	0.033	59.38	0.040	566
7	4	13.000	1050.0	60.00	0.217	59.08	0.220	63
4	7	13.000	1050.0	60.00	0.217	50.19	0.259	574
1	7	7.000	2610.0	60.00	0.117	59.92	0.117	14
7	1	7.000	2610.0	60.00	0.117	59.95	0.117	9
2	6	2.000	1050.0	60.00	0.033	59.28	0.034	49
6	2	2.000	1050.0	60.00	0.033	59.38	0.040	566
2	10	5.000	1060.0	50.00	0.100	50.00	0.100	0
10	2	5.000	1060.0	50.00	0.100	46.92	0.107	245
10	3	5.000	1060.0	50.00	0.100	50.00	0.100	0
3	10	5.000	1060.0	50.00	0.100	46.92	0.107	245
2	11	5.000	1050.0	60.00	0.083	58.58	0.085	97
11	2	5.000	1050.0	60.00	0.083	46.91	0.107	716
3	11	5.000	1050.0	60.00	0.083	46.91	0.107	716
11	3	5.000	1050.0	60.00	0.083	58.58	0.085	97

Numero de Nos -----> 11
 Numero de Centroides -----> 4
 Numero de Links -----> 28

DADOS DA MATRIZ ORIGEM / DESTINO

No Inicial --> 1 No Final --> 2 Fluxo --> 3010.0
 No Inicial --> 1 No Final --> 3 Fluxo --> 480.0
 No Inicial --> 1 No Final --> 4 Fluxo --> 380.0
 No Inicial --> 2 No Final --> 3 Fluxo --> 290.0
 No Inicial --> 2 No Final --> 4 Fluxo --> 190.0
 No Inicial --> 3 No Final --> 4 Fluxo --> 100.0
 P = 187871 Eb = 38220 F = 3.12 U = 0.15 Cap = 500000 Atrat = 10.0
 P = 87817 Eb = 17867 F = 2.88 U = 0.15 Cap = 350000 Atrat = 10.0
 P = 38031 Eb = 7963 F = 3.00 U = 0.15 Cap = 300000 Atrat = 10.0
 P = 21434 Eb = 3219 F = 3.16 U = 0.17 Cap = 200000 Atrat = 10.0
 TC = 0.026 CT = 0.003 CS = 0.000 SC = 0.006

Saída dos Resultados

CENTROIDE	POPULACAO	EMPREGOS		
		BASICOS	SERVICO	TOTAL
1	54667	38220	15372	53592
2	185529	17867	17673	35540
3	53552	7963	11763	19726
4	78110	3219	12432	15651

Populacao Total = 371858

MATRIZ ORIGEM - DESTINO

386	1132	246	318
334	924	280	300
134	553	289	70
97	312	37	480

VERTICE		DISTANCIA (Km)	CAP. MAXIMA (veic/hora)	FLUXO LIVRE		PONTO DE EQUILIBRIO		FLUXO (veic/hora)
Inicial	Final			VELOCIDADE (km/h)	TEMPO VIAGEN (horas)	VELOCIDADE (km/h)	TEMPO VIAGEN (horas)	
1	8	2.500	2830.0	80.00	0.031	68.70	0.036	1373
8	1	2.500	2830.0	80.00	0.031	76.52	0.033	471
8	5	2.500	2830.0	80.00	0.031	68.70	0.036	1373
5	8	2.500	2830.0	80.00	0.031	76.52	0.033	471
5	2	2.000	2610.0	70.00	0.029	59.09	0.034	1373
2	5	2.000	2610.0	70.00	0.029	66.68	0.030	471
1	9	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
9	1	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
9	5	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
5	9	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
5	6	2.000	2830.0	80.00	0.025	80.00	0.025	0
6	5	2.000	2830.0	80.00	0.025	80.00	0.025	0
6	7	2.000	1050.0	60.00	0.033	54.14	0.037	370
7	6	2.000	1050.0	60.00	0.033	54.56	0.037	347
7	4	13.000	1050.0	60.00	0.217	47.57	0.273	690
4	7	13.000	1050.0	60.00	0.217	52.78	0.246	445
1	7	7.000	2610.0	60.00	0.117	58.10	0.120	319
7	1	7.000	2610.0	60.00	0.117	59.43	0.118	98
2	6	2.000	1050.0	60.00	0.033	54.14	0.037	370
6	2	2.000	1050.0	60.00	0.033	54.56	0.037	347
2	10	5.000	1050.0	50.00	0.100	50.00	0.100	0
10	2	5.000	1050.0	50.00	0.100	48.67	0.103	110
10	3	5.000	1050.0	50.00	0.100	50.00	0.100	0
3	10	5.000	1050.0	50.00	0.100	48.67	0.103	110
2	11	5.000	1050.0	60.00	0.083	50.28	0.099	570
11	2	5.000	1050.0	60.00	0.083	48.68	0.103	643
3	11	5.000	1050.0	60.00	0.083	48.68	0.103	643
11	3	5.000	1050.0	60.00	0.083	50.28	0.099	570

Numero de Nos -----> 11
 Numero de Centroides -----> 4
 Numero de Links -----> 28

DADOS DA MATRIZ ORIBEM / DESTINO

No Inicial --> 1 No Final --> 2 Fluxo --> 3010.0
 No Inicial --> 1 No Final --> 3 Fluxo --> 480.0
 No Inicial --> 1 No Final --> 4 Fluxo --> 380.0
 No Inicial --> 2 No Final --> 3 Fluxo --> 290.0
 No Inicial --> 2 No Final --> 4 Fluxo --> 190.0
 No Inicial --> 3 No Final --> 4 Fluxo --> 100.0
 P = 187871 Eb = 38220 F = 3.12 U = 0.15 Cap = 500000 Atrat = 10.0
 P = 87817 Eb = 17867 F = 2.88 U = 0.15 Cap = 350000 Atrat = 10.0
 P = 38031 Eb = 7963 F = 3.00 U = 0.15 Cap = 300000 Atrat = 10.0
 P = 21434 Eb = 3219 F = 3.16 U = 0.17 Cap = 200000 Atrat = 10.0

TC = 0.029 CT = 0.003 CS = 0.000 SC = 0.006

Saida dos Resultados

CENTROIDE	POPULACAO	EMPREGOS		
		BASICOS	SERVICO	TOTAL
1	54849	38220	15384	53604
2	187487	17867	17682	35549
3	54347	7963	11929	19892
4	74500	3219	12107	15326

Populacao Total = 371182

MATRIZ ORIGEM - DESTINO

412	1220	266	324
349	984	299	362
141	590	307	70
99	325	38	481

VERTICE		DISTANCIA (Km)	CAP. MAXIMA (veic/hora)	FLUXO LIVRE PONTO DE EQUILIBRIO				
Inicial	Final			VELOCIDADE (Km/h)	TEMPO VIAGEM (horas)	VELOCIDADE (km/h)	TEMPO VIAGEM (horas)	FLUXO (veic/hora)
1	8	2.500	2830.0	80.00	0.031	67.61	0.037	1481
8	1	2.500	2830.0	80.00	0.031	76.35	0.033	493
8	5	2.500	2830.0	80.00	0.031	67.61	0.037	1481
5	8	2.500	2830.0	80.00	0.031	76.35	0.033	493
5	2	2.000	2610.0	70.00	0.029	58.02	0.034	1481
2	5	2.000	2610.0	70.00	0.029	66.52	0.030	493
1	9	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
9	1	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
9	5	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
5	9	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
5	6	2.000	2830.0	80.00	0.025	80.00	0.025	0
6	5	2.000	2830.0	80.00	0.025	80.00	0.025	0
6	7	2.000	1050.0	60.00	0.033	54.08	0.037	373
7	6	2.000	1050.0	60.00	0.033	54.30	0.037	361
7	4	13.000	1050.0	60.00	0.217	47.34	0.275	699
4	7	13.000	1050.0	60.00	0.217	52.48	0.248	460
1	7	7.000	2610.0	60.00	0.117	58.06	0.121	326
7	1	7.000	2610.0	60.00	0.117	59.42	0.118	100
2	6	2.000	1050.0	60.00	0.033	54.08	0.037	373
6	2	2.000	1050.0	60.00	0.033	54.30	0.037	361
2	10	5.000	1060.0	50.00	0.100	48.98	0.102	84
10	2	5.000	1060.0	50.00	0.100	48.22	0.104	143
10	3	5.000	1060.0	50.00	0.100	48.98	0.102	84
3	10	5.000	1060.0	50.00	0.100	48.22	0.104	143
2	11	5.000	1050.0	60.00	0.083	51.20	0.098	527
11	2	5.000	1050.0	60.00	0.083	48.47	0.103	654
3	11	5.000	1050.0	60.00	0.083	48.47	0.103	654
11	3	5.000	1050.0	60.00	0.083	51.20	0.098	527

Numero de Nos -----> 11
 Numero de Centroides -----> 4
 Numero de Links ----> 28

DADOS DA MATRIZ ORIGEM / DESTINO

No Inicial --> 1 No Final --> 2 Fluxo --> 3010.0
 No Inicial --> 1 No Final --> 3 Fluxo --> 480.0
 No Inicial --> 1 No Final --> 4 Fluxo --> 380.0
 No Inicial --> 2 No Final --> 3 Fluxo --> 290.0
 No Inicial --> 2 No Final --> 4 Fluxo --> 190.0
 No Inicial --> 3 No Final --> 4 Fluxo --> 100.0
 P = 187871 Eb = 38220 F = 3.12 U = 0.15 Cap = 500000 Atrat = 10.0
 P = 87817 Eb = 17867 F = 2.88 U = 0.15 Cap = 350000 Atrat = 10.0
 P = 38031 Eb = 7963 F = 3.00 U = 0.15 Cap = 300000 Atrat = 10.0
 P = 21434 Eb = 3219 F = 3.16 U = 0.17 Cap = 200000 Atrat = 10.0
 TC = 0.048 CT = 0.003 CS = 0.000 SC = 0.006
 Saida dos Resultados

CENTROIDE	POPULACAO	EMPREGOS		TOTAL
		BASICOS	SERVICO	
1	56479	38220	15687	53907
2	202066	17867	17995	35862
3	51008	7963	11986	19949
4	58292	3219	10777	13996

Populacao Total = 367845

MATRIZ ORIGEM - DESTINO

618	1934	349	369
464	1475	388	324
173	845	405	65
115	434	40	519

VERTICE		DISTANCIA (Km)	CAP. MAXIMA (veic/hora)	FLUXO LIVRE		PONTO DE EQUILIBRIO		FLUXO (veic/hora)
Inicial	Final			VELOCIDADE (Km/h)	TEMPO VIAGEN (horas)	VELOCIDADE (km/h)	TEMPO VIAGEN (horas)	
1	8	2.500	2830.0	80.00	0.031	57.74	0.043	2274
8	1	2.500	2830.0	80.00	0.031	75.16	0.033	644
8	5	2.500	2830.0	80.00	0.031	57.74	0.043	2274
5	8	2.500	2830.0	80.00	0.031	75.16	0.033	644
5	2	2.000	2610.0	70.00	0.029	47.57	0.042	2274
2	5	2.000	2610.0	70.00	0.029	65.38	0.031	644
1	9	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
9	1	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
9	5	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
5	9	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
5	6	2.000	2830.0	80.00	0.025	80.00	0.025	0
6	5	2.000	2830.0	80.00	0.025	80.00	0.025	0
6	7	2.000	1050.0	60.00	0.033	53.75	0.037	392
7	6	2.000	1050.0	60.00	0.033	52.31	0.038	469
7	4	13.000	1050.0	60.00	0.217	45.66	0.285	764
4	7	13.000	1050.0	60.00	0.217	49.97	0.260	585
1	7	7.000	2610.0	60.00	0.117	57.78	0.121	372
7	1	7.000	2610.0	60.00	0.117	59.33	0.118	115
2	6	2.000	1050.0	60.00	0.033	53.75	0.037	392
6	2	2.000	1050.0	60.00	0.033	52.31	0.038	469
2	10	5.000	1060.0	50.00	0.100	48.07	0.104	156
10	2	5.000	1060.0	50.00	0.100	45.79	0.109	325
10	3	5.000	1060.0	50.00	0.100	48.07	0.104	156
3	10	5.000	1060.0	50.00	0.100	45.79	0.109	325
2	11	5.000	1050.0	60.00	0.083	48.92	0.102	634
11	2	5.000	1050.0	60.00	0.083	45.95	0.109	756
3	11	5.000	1050.0	60.00	0.083	45.95	0.109	756
11	3	5.000	1050.0	60.00	0.083	48.92	0.102	634

Numero de Nos -----> 11
 Numero de Centroides -----> 4
 Numero de Links -----> 28

D A D O S D A M A T R I Z O R I G E M / D E S T I N O

No Inicial ----> 1 No Final ----> 2 Fluxo ----> 3010.0
 No Inicial ----> 1 No Final ----> 3 Fluxo ----> 400.0
 No Inicial ----> 1 No Final ----> 4 Fluxo ----> 300.0
 No Inicial ----> 2 No Final ----> 3 Fluxo ----> 290.0
 No Inicial ----> 2 No Final ----> 4 Fluxo ----> 190.0
 No Inicial ----> 3 No Final ----> 4 Fluxo ----> 100.0

P = 187871 Eb = 38220 F = 3.12 U = 0.15 Cap = 500000 Atrat = 10.0
 P = 87817 Eb = 17867 F = 2.88 U = 0.15 Cap = 350000 Atrat = 10.0
 P = 38031 Eb = 7963 F = 3.00 U = 0.15 Cap = 300000 Atrat = 10.0
 P = 21434 Eb = 3219 F = 3.16 U = 0.17 Cap = 200000 Atrat = 10.0
 TC =0.062 CT =0.003 CS =0.000 SC =0.006
 Saida dos Resultados

CENTROIDE	POPULACAO	EMPREGOS		
		BASICOS	SERVICO	TOTAL
1	57751	38220	15841	54061
2	209357	17867	18214	36081
3	47137	7963	11863	19826
4	52252	3219	10264	13483

Populacao Total =366496

M A T R I Z O R I G E M - D E S T I N O

795	2466	372	408
544	1859	442	339
188	1038	463	62
129	508	40	571

VERTICE		DISTRANCIA (km)	CAP. MAXIMA (veic/hora)	FLUXO LIVRE		PONTO DE EQUILIBRIO		FLUXO (veic/hora)
Inicial	Final			VELOCIDADE (Km/h)	TEMPO VIAGEM (horas)	VELOCIDADE (km/h)	TEMPO VIAGEM (horas)	
1	8	2.500	2830.0	80.00	0.031	52.69	0.047	2545
8	1	2.500	2830.0	80.00	0.031	74.35	0.034	743
8	5	2.500	2830.0	80.00	0.031	52.69	0.047	2545
5	8	2.500	2830.0	80.00	0.031	74.35	0.034	743
5	2	2.000	2610.0	70.00	0.029	0.00189339422431087	0.031	2610
2	5	2.000	2610.0	70.00	0.029	64.60	0.031	743
1	9	3.000	2020.0	60.00	0.050	57.62	0.052	308
9	1	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
9	5	3.000	2020.0	60.00	0.050	57.62	0.052	308
5	9	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
5	6	2.000	2830.0	80.00	0.025	77.76	0.026	310
6	5	2.000	2830.0	80.00	0.025	79.53	0.025	67
6	7	2.000	1050.0	60.00	0.033	53.60	0.037	400
7	6	2.000	1050.0	60.00	0.033	50.85	0.039	543
7	4	13.000	1050.0	60.00	0.217	44.53	0.292	804
4	7	13.000	1050.0	60.00	0.217	48.01	0.271	672
1	7	7.000	2610.0	60.00	0.117	57.58	0.122	403
7	1	7.000	2610.0	60.00	0.117	59.25	0.118	129
2	6	2.000	1050.0	60.00	0.033	53.60	0.037	400
6	2	2.000	1050.0	60.00	0.033	45.08	0.044	786
2	10	5.000	1060.0	50.00	0.100	47.51	0.105	200
10	2	5.000	1060.0	50.00	0.100	43.59	0.115	473
10	3	5.000	1060.0	50.00	0.100	47.51	0.105	200
3	10	5.000	1060.0	50.00	0.100	43.59	0.115	473
2	11	5.000	1050.0	60.00	0.083	48.11	0.104	668
11	2	5.000	1050.0	60.00	0.083	44.34	0.113	810
3	11	5.000	1050.0	60.00	0.083	44.34	0.113	810
11	3	5.000	1050.0	60.00	0.083	48.11	0.104	668

Numero de Nos -----> 11
 Numero de Centroides -----> 4
 Numero de Links ----> 28

DADOS DA MATRIZ ORIGEM / DESTINO

No Inicial ----> 1 No Final ----> 2 Fluxo ----> 3010.0
 No Inicial ----> 1 No Final ----> 3 Fluxo ----> 480.0
 No Inicial ----> 1 No Final ----> 4 Fluxo ----> 380.0
 No Inicial ----> 2 No Final ----> 3 Fluxo ----> 290.0
 No Inicial ----> 2 No Final ----> 4 Fluxo ----> 190.0
 No Inicial ----> 3 No Final ----> 4 Fluxo ----> 100.0
 P = 187871 Eb = 38220 F. = 3.12 U = 0.15 Cap = 450000 Atrat = 10.0
 P = 87817 Eb = 17867 F = 2.88 U = 0.15 Cap = 350000 Atrat = 10.0
 P = 38031 Eb = 7963 F = 3.00 U = 0.15 Cap = 300000 Atrat = 10.0
 P = 21434 Eb = 3219 F = 3.16 U = 0.17 Cap = 200000 Atrat = 10.0
 TC =0.024 CT =0.003 CS =0.000 SC =0.006
 Saida dos Resultados

CENTROIDE	POPULACAO	EMPREGOS		
		BASICOS	SERVICO	TOTAL
1	61801	38220	15436	53656
2	176014	17867	17693	35560
3	53958	7963	11698	19661
4	81823	3219	12708	15927

Populacao Total =373596

MATRIZ ORIGEM - DESTINO

410	1007	234	313
348	832	267	297
144	503	276	71
105	288	36	480

VERTICE		DISTANCIA (Km)	CAP. MAXIMA (veic/hora)	FLUXO LIVRE PONTO DE EQUILIBRIO				
Inicial	Final			VELOCIDADE (Km/h)	TEMPO VIAGEM (horas)	VELOCIDADE (km/h)	TEMPO VIAGEM (horas)	FLUXO (veic/hora)
1	8	2.500	2830.0	80.00	0.031	70.03	0.036	1235
8	1	2.500	2830.0	80.00	0.031	76.30	0.033	499
8	5	2.500	2830.0	80.00	0.031	70.03	0.036	1235
5	8	2.500	2830.0	80.00	0.031	76.30	0.033	499
5	2	2.000	2610.0	70.00	0.029	60.41	0.033	1235
2	5	2.000	2610.0	70.00	0.029	66.48	0.030	499
1	9	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
9	1	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
9	5	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
5	9	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
5	6	2.000	2830.0	80.00	0.025	80.00	0.025	0
6	5	2.000	2830.0	80.00	0.025	80.00	0.025	0
6	7	2.000	1050.0	60.00	0.033	54.17	0.037	369
7	6	2.000	1050.0	60.00	0.033	54.99	0.036	321
7	4	13.000	1050.0	60.00	0.217	47.76	0.272	682
4	7	13.000	1050.0	60.00	0.217	53.09	0.245	428
1	7	7.000	2610.0	60.00	0.117	58.14	0.120	313
7	1	7.000	2610.0	60.00	0.117	59.38	0.118	107
2	6	2.000	1050.0	60.00	0.033	54.17	0.037	369
6	2	2.000	1050.0	60.00	0.033	54.99	0.036	321
2	10	5.000	1060.0	50.00	0.100	50.00	0.100	0
10	2	5.000	1060.0	50.00	0.100	48.96	0.102	86
10	3	5.000	1060.0	50.00	0.100	50.00	0.100	0
3	10	5.000	1060.0	50.00	0.100	48.96	0.102	86
2	11	5.000	1050.0	60.00	0.083	50.83	0.098	544
11	2	5.000	1050.0	60.00	0.083	49.01	0.102	629
3	11	5.000	1050.0	60.00	0.083	49.01	0.102	629
11	3	5.000	1050.0	60.00	0.083	50.83	0.098	544

NUMERO DE NUDOS
Numero de Centroides ----> 4

Numero de Links ----> 28

DADOS DA MATRIZ ORIGEM / DESTINO

No Inicial ----> 1 No Final ----> 2 Fluxo ----> 3010.0
 No Inicial ----> 1 No Final ----> 3 Fluxo ----> 400.0
 No Inicial ----> 1 No Final ----> 4 Fluxo ----> 380.0
 No Inicial ----> 2 No Final ----> 3 Fluxo ----> 290.0
 No Inicial ----> 2 No Final ----> 4 Fluxo ----> 190.0
 No Inicial ----> 3 No Final ----> 4 Fluxo ----> 100.0
 P = 187871 Eb = 38220 F = 3.12 U = 0.15 Cap = 400000 Atrat = 10.0
 P = 87817 Eb = 17867 F = 2.88 U = 0.15 Cap = 350000 Atrat = 10.0
 P = 38031 Eb = 7963 F = 3.00 U = 0.15 Cap = 300000 Atrat = 10.0
 P = 21434 Eb = 3219 F = 3.16 U = 0.17 Cap = 200000 Atrat = 10.0

TC =0.024 CT =0.003 CS =0.000 SC =0.006

Saida dos Resultados

CENTROIDE	POPULACAO	EMPREGOS		
		BASICOS	SERVICO	TOTAL
1	75757	38220	15677	53897
2	165174	17867	17813	35680
3	53079	7963	11624	19587
4	81316	3219	12675	15894

Populacao Total =375326

MATRIZ ORIGEM - DESTINO

502	948	232	311
402	782	262	295
172	473	272	71
122	271	36	476

FLUXO LIVRE | PONTO DE EQUILIBRIO

VERTICE	DISTANCIA	CAP. MAXIMA	VELOCIDADE	TEMPO VIAGEM	VELOCIDADE	TEMPO VIAGEM	FLUXO	
								Inicial Final
1	8	2.500	2830.0	80.00	0.031	70.61	0.035	1173
8	1	2.500	2830.0	80.00	0.031	75.65	0.033	582
8	5	2.500	2830.0	80.00	0.031	70.61	0.035	1173
5	8	2.500	2830.0	80.00	0.031	75.65	0.033	582
5	2	2.000	2610.0	70.00	0.029	60.97	0.033	1173
2	5	2.000	2610.0	70.00	0.029	65.85	0.030	582
1	9	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
9	1	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
9	5	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
5	9	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
5	6	2.000	2830.0	80.00	0.025	80.00	0.025	0
6	5	2.000	2830.0	80.00	0.025	80.00	0.025	0
6	7	2.000	1050.0	60.00	0.033	54.19	0.037	367
7	6	2.000	1050.0	60.00	0.033	55.28	0.036	385
7	4	13.000	1050.0	60.00	0.217	47.82	0.272	679
4	7	13.000	1050.0	60.00	0.217	53.88	0.245	429
1	7	7.000	2610.0	60.00	0.117	58.15	0.120	312
7	1	7.000	2610.0	60.00	0.117	59.28	0.118	124
2	6	2.000	1050.0	60.00	0.033	54.19	0.037	367
6	2	2.000	1050.0	60.00	0.033	55.28	0.036	385
2	10	5.000	1060.0	50.00	0.100	50.00	0.100	0
10	2	5.000	1060.0	50.00	0.100	48.96	0.102	86
10	3	5.000	1060.0	50.00	0.100	50.00	0.100	0
3	10	5.000	1060.0	50.00	0.100	48.96	0.102	86
2	11	5.000	1050.0	60.00	0.083	51.06	0.098	533
11	2	5.000	1050.0	60.00	0.083	49.01	0.102	629
3	11	5.000	1050.0	60.00	0.083	49.01	0.102	629
11	3	5.000	1050.0	60.00	0.083	51.06	0.098	533

numero de nos -----> 11
 Numero de Centroides -----> 4
 Numero de Links -----> 28

DADOS DA MATRIZ ORIGEM / DESTINO

No Inicial -> 1 No Final -> 2 Fluxo -> 3010.0
 No Inicial -> 1 No Final -> 3 Fluxo -> 480.0
 No Inicial -> 1 No Final -> 4 Fluxo -> 380.0
 No Inicial -> 2 No Final -> 3 Fluxo -> 290.0
 No Inicial -> 2 No Final -> 4 Fluxo -> 190.0
 No Inicial -> 3 No Final -> 4 Fluxo -> 100.0
 P = 187871 Eb = 38220 F = 3.12 U = 0.15 Cap = 350000 Atrat = 10.0
 P = 87817 Eb = 17867 F = 2.88 U = 0.15 Cap = 350000 Atrat = 10.0
 P = 38031 Eb = 7963 F = 3.00 U = 0.15 Cap = 300000 Atrat = 10.0
 P = 21434 Eb = 3219 F = 3.16 U = 0.17 Cap = 200000 Atrat = 10.0

TC =0.024 CT =0.003 CS =0.000 SC =0.006

Saida dos Resultados

CENTROIDE	POPULACAO	EMPREGOS		
		BASICOS	SERVICO	TOTAL
1	181290	38220	17569	55789
2	93172	17867	18725	36592
3	48986	7963	11412	19375
4	62192	3219	11492	14711

Populacao Total =385641

MATRIZ ORIGEM - DESTINO

1184	563	224	245
820	443	233	229
386	275	251	58
260	165	35	358

VERTICE		DISTANCIA (Km)	CAP. MAXIMA (veic/hora)	FLUXO LIVRE		PONTO DE EQUILIBRIO		FLUXO (veic/hora)
Inicial	Final			VELOCIDADE (Km/h)	TEMPO VIAGEM (horas)	VELOCIDADE (km/h)	TEMPO VIAGEM (horas)	
1	8	2.500	2830.0	80.00	0.031	73.98	0.034	788
8	1	2.500	2830.0	80.00	0.031	70.22	0.036	1215
8	5	2.500	2830.0	80.00	0.031	73.98	0.034	788
5	8	2.500	2830.0	80.00	0.031	70.22	0.036	1215
5	2	2.000	2610.0	70.00	0.029	64.25	0.031	788
2	5	2.000	2610.0	70.00	0.029	60.59	0.033	1215
1	9	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
9	1	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
9	5	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
5	9	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
5	6	2.000	2830.0	80.00	0.025	80.00	0.025	0
6	5	2.000	2830.0	80.00	0.025	80.00	0.025	0
6	7	2.000	1050.0	60.00	0.033	55.69	0.036	280
7	6	2.000	1050.0	60.00	0.033	56.99	0.035	200
7	4	13.000	1050.0	60.00	0.217	51.33	0.253	519
4	7	13.000	1050.0	60.00	0.217	52.44	0.248	462
1	7	7.000	2610.0	60.00	0.117	58.59	0.119	239
7	1	7.000	2610.0	60.00	0.117	58.45	0.120	262
2	6	2.000	1050.0	60.00	0.033	55.69	0.036	280
6	2	2.000	1050.0	60.00	0.033	56.99	0.035	200
2	10	5.000	1060.0	50.00	0.100	50.00	0.100	0
10	2	5.000	1060.0	50.00	0.100	48.95	0.102	89
10	3	5.000	1060.0	50.00	0.100	50.00	0.100	0
3	10	5.000	1060.0	50.00	0.100	48.95	0.102	89
2	11	5.000	1050.0	60.00	0.083	51.88	0.096	491
11	2	5.000	1050.0	60.00	0.083	48.89	0.102	632
3	11	5.000	1050.0	60.00	0.083	48.89	0.102	632
11	3	5.000	1050.0	60.00	0.083	51.88	0.096	491

Numero de Nos -----> 11
 Numero de Centroides -----> 4
 Numero de Links ----> 28

DADOS DA MATRIZ ORIGEM / DESTINO

No Inicial ----> 1 No Final ----> 2 Fluxo ----> 3010.0
 No Inicial ----> 1 No Final ----> 3 Fluxo ----> 400.0
 No Inicial ----> 1 No Final ----> 4 Fluxo ----> 300.0
 No Inicial ----> 2 No Final ----> 3 Fluxo ----> 290.0
 No Inicial ----> 2 No Final ----> 4 Fluxo ----> 190.0
 No Inicial ----> 3 No Final ----> 4 Fluxo ----> 100.0
 P = 187871 Eb = 38220 F = 3.12 U = 0.15 Cap = 300000 Atrat = 10.0
 P = 87817 Eb = 17867 F = 2.88 U = 0.15 Cap = 350000 Atrat = 10.0
 P = 38031 Eb = 7963 F = 3.00 U = 0.15 Cap = 300000 Atrat = 10.0
 P = 21434 Eb = 3219 F = 3.16 U = 0.17 Cap = 200000 Atrat = 10.0
 TC =0.024 CT =0.003 CS =0.000 SC =0.006
 Saida dos Resultados

CENTROIDE	POPULACAO	EMPREGOS		
		BASICOS	SERVICO	TOTAL
1	215990	38220	18246	56466
2	76642	17867	18982	36849
3	44373	7963	11364	19327
4	50871	3219	10868	14087

Populacao Total =387877

MATRIZ ORIGEM - DESTINO

1401	478	208	205
961	364	210	188
457	229	228	49
308	138	33	291

VERTICE		DISTANCIA (Km)	CAP. MAXIMA (veic/hora)	FLUXO LIVRE : PONTO DE EQUILIBRIO				
Inicial	Final			VELOCIDADE (Km/h)	TEMPO VIAGEM (horas)	VELOCIDADE (km/h)	TEMPO VIAGEM (horas)	FLUXO (veic/hora)
1	8	2.500	2830.0	80.00	0.031	74.76	0.033	692
8	1	2.500	2830.0	80.00	0.031	68.26	0.037	1418
8	5	2.500	2830.0	80.00	0.031	74.76	0.033	692
5	8	2.500	2830.0	80.00	0.031	68.26	0.037	1418
5	2	2.000	2610.0	70.00	0.029	65.00	0.031	692
2	5	2.000	2610.0	70.00	0.029	58.66	0.034	1418
1	9	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
9	1	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
9	5	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
5	9	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
5	6	2.000	2830.0	80.00	0.025	80.00	0.025	0
6	5	2.000	2830.0	80.00	0.025	80.00	0.025	0
6	7	2.000	1050.0	60.00	0.033	56.49	0.035	232
7	6	2.000	1050.0	60.00	0.033	57.42	0.035	173
7	4	13.000	1050.0	60.00	0.217	53.02	0.245	432
4	7	13.000	1050.0	60.00	0.217	52.08	0.250	481
1	7	7.000	2610.0	60.00	0.117	58.83	0.119	200
7	1	7.000	2610.0	60.00	0.117	58.17	0.120	308
2	6	2.000	1050.0	60.00	0.033	56.49	0.035	232
6	2	2.000	1050.0	60.00	0.033	57.42	0.035	173
2	10	5.000	1060.0	50.00	0.100	50.00	0.100	0
10	2	5.000	1060.0	50.00	0.100	48.79	0.102	99
10	3	5.000	1060.0	50.00	0.100	50.00	0.100	0
3	10	5.000	1060.0	50.00	0.100	48.79	0.102	99
2	11	5.000	1050.0	60.00	0.083	52.67	0.095	450
11	2	5.000	1050.0	60.00	0.083	48.82	0.102	638
3	11	5.000	1050.0	60.00	0.083	48.82	0.102	638
11	3	5.000	1050.0	60.00	0.083	52.67	0.095	450

Numero de Nos -----> 11
 Numero de Centroides -----> 4
 Numero de Links ----> 28
DADOS DA MATRIZ ORIGEM / DESTINO
 No Inicial ----> 1 No Final ----> 2 Fluxo ----> 3010.0
 No Inicial ----> 1 No Final ----> 3 Fluxo ----> 480.0
 No Inicial ----> 1 No Final ----> 4 Fluxo ----> 380.0
 No Inicial ----> 2 No Final ----> 3 Fluxo ----> 290.0
 No Inicial ----> 2 No Final ----> 4 Fluxo ----> 190.0
 No Inicial ----> 3 No Final ----> 4 Fluxo ----> 100.0
 P = 187871 Eb = 38220 F = 3.12 U = 0.15 Cap = 250000 Atrat = 10.0
 P = 87817 Eb = 17867 F = 2.88 U = 0.15 Cap = 350000 Atrat = 10.0
 P = 38031 Eb = 7963 F = 3.00 U = 0.15 Cap = 300000 Atrat = 10.0
 P = 21434 Eb = 3219 F = 3.16 U = 0.17 Cap = 200000 Atrat = 10.0
 TC =0.024 CT =0.003 CS =0.000 SC =0.000
 Saida dos Resultados

CENTROIDE	POPULACAO	EMPREGOS		
		BASICOS	SERVICO	TOTAL
1	216945	38220	18264	56484
2	76039	17867	18989	36856
3	44269	7963	11360	19323
4	56718	3219	10860	14079

Populacao Total =387970

MATRIZ ORIGEM - DESTINO

1407	475	208	205
965	361	210	188
459	227	228	49
309	137	33	290

VERTICE		DISTANCIA (km)	CAP. MAXIMA (veic/hora)	FLUXO LIVRE PONTO DE EQUILIBRIO				
Inicial	Final			VELOCIDADE (km/h)	TEMPO VIAGEM (horas)	VELOCIDADE (km/h)	TEMPO VIAGEM (horas)	FLUXO (veic/hora)
1	8	2.500	2830.0	80.00	0.031	74.79	0.033	689
8	1	2.500	2830.0	80.00	0.031	68.20	0.037	1423
8	5	2.500	2830.0	80.00	0.031	74.79	0.033	689
5	8	2.500	2830.0	80.00	0.031	68.20	0.037	1423
5	2	2.000	2610.0	70.00	0.029	65.03	0.031	689
2	5	2.000	2610.0	70.00	0.029	58.60	0.034	1423
1	9	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
9	1	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
9	5	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
5	9	3.000	2020.0	60.00	0.050	60.00	0.050	0
5	6	2.000	2830.0	80.00	0.025	80.00	0.025	0
6	5	2.000	2830.0	80.00	0.025	80.00	0.025	0
6	7	2.000	1050.0	60.00	0.033	56.50	0.035	231
7	6	2.000	1050.0	60.00	0.033	57.43	0.035	172
7	4	13.000	1050.0	60.00	0.217	53.04	0.245	431
4	7	13.000	1050.0	60.00	0.217	52.08	0.250	481
1	7	7.000	2610.0	60.00	0.117	58.83	0.119	200
7	1	7.000	2610.0	60.00	0.117	58.17	0.120	309
2	6	2.000	1050.0	60.00	0.033	56.50	0.035	231
6	2	2.000	1050.0	60.00	0.033	57.43	0.035	172
2	10	5.000	1060.0	50.00	0.100	50.00	0.100	0
10	2	5.000	1060.0	50.00	0.100	48.79	0.102	99
10	3	5.000	1060.0	50.00	0.100	50.00	0.100	0
3	10	5.000	1060.0	50.00	0.100	48.79	0.102	99
2	11	5.000	1050.0	60.00	0.083	52.69	0.095	450
11	2	5.000	1050.0	60.00	0.083	48.82	0.102	638
3	11	5.000	1050.0	60.00	0.083	48.82	0.102	638
11	3	5.000	1050.0	60.00	0.083	52.69	0.095	450