

1. Publicação nº <i>INPE-3955-PRE/973</i>	2. Versão	3. Data <i>Julho, 1986</i>	5. Distribuição <input type="checkbox"/> Interna <input checked="" type="checkbox"/> Externa <input type="checkbox"/> Restrita
4. Origem <i>DIN</i>	Programa <i>POPES</i>		
6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) <i>SIMULAÇÃO ZONAS HOMOGÊNEAS MIGRAÇÃO INTRA-URBANA</i>			
7. C.D.U.: <i>519.876.5:711.52</i>			
8. Título <i>SIMULAÇÃO DA MIGRAÇÃO INTRA-URBANA</i>		<i>INPE-3955-PRE/973</i>	10. Páginas: 15
			11. Última página: 13
			12. Revisada por <i>C. P. Souza</i> <i>Celso de Renna e Souza</i>
9. Autoria <i>Maria Suelena Santiago Barros</i>			13. Autorizada por <i>MARCO ANTONIO RAUPP</i> <i>Marco Antonio Raupp Diretor Geral</i>
Assinatura responsável <i>Maria Suelena Santiago Barros</i>			
14. Resumo/Notas <i>Para este estudo de migração intra-urbana em cidades brasileiras de médio porte são considerados dados sócio-econômicos, características dos parâmetros urbanos das áreas residenciais e disponibilidade de moradias. Considera-se como a primeira fase do processo de migração intra-urbana a decisão em mudar de residência como possuidora de elementos aleatórios característicos de diferenças individuais ou familiares. Na segunda parte do modelo, relativa à escolha da nova residência, há a comparação entre a qualidade urbana dos locais de origem e de destino, e entre a renda do morador e o aluguel médio das zonas de possíveis destinos. Um balanço populacional final, para a análise de filas de espera da população que deseja se mudar em face da oferta de moradias, apresenta o quadro da migração intra-urbana e o perfil da ocupação espacial. Na implementação do modelo com dados reais foram utilizadas fotografias aéreas na escala 1:10.000 para a setorização da área teste (São José dos Campos, SP), em zonas de ocupação homogênea, bem como a linguagem FORTRAN do computador B6800. Os resultados finais foram validados com relação à população que chega às zonas homogêneas e à população residente em setores. O modelo mostrou também potencialidade para analisar a ocupação espacial e o movimento de pessoas na procura de moradia com relação às políticas de ocupação previamente estabelecidas.</i>			
15. Observações <i>Trabalho submetido a apresentação no XIX Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, a realizar-se no período de 15 de outubro a 15 de novembro de 1986 no Rio de Janeiro-RJ.</i>			

SIMULAÇÃO DA MIGRAÇÃO INTRA-URBANA

Maria Suelena Santiago Barros - INPE/MCT

Para este estudo de migração intra-urbana em cidades brasileiras de médio porte são considerados dados sócio-econômicos, características dos parâmetros urbanos das áreas residenciais e disponibilidade de moradias. Considera-se como a primeira fase do processo de migração intra-urbana a decisão em mudar de residência como possuidora de elementos aleatórios característicos de diferenças individuais ou familiares. Na segunda parte do modelo, relativa à escolha da nova residência, há a comparação entre a qualidade urbana dos locais de origem e de destino, e entre a renda do morador e o aluguel médio das zonas de possíveis destinos. Um balanço populacional final, para a análise de filas de espera da população que deseja se mudar em face da oferta de moradias, apresenta o quadro da migração intra-urbana e o perfil da ocupação espacial. Na implementação do modelo com dados reais foram utilizadas fotografias aéreas na escala 1:10.000 para a setorização da área teste (São José dos Campos, SP), em zonas de ocupação homogênea, bem como a linguagem FORTRAN do computador B6800. Os resultados finais foram validados com relação à população que chega às zonas homogêneas e à população residente em setores. O modelo mostrou também potencialidade para analisar a ocupação espacial e o movimento de pessoas na procura de moradia com relação a políticas de ocupação previamente estabelecidas.

Socioeconomic data, urban parameter characteristics of the residential areas and housing supply are considered for this study of intraurban migration within medium size Brazilian towns. The residential migration decision that has random elements which are characteristic of individual or familiar differences is first considered. In the second part of the model (related to the choice among alternative destinations) there is a comparison between the urban quality of the places or origin and possible destination of the resident and also between the household income and the average rent of these locals of destination. A final inventory performed in order to analyse the waiting queues of population who want to migrate in relation to housing supply shows the intraurban migration context and the urban spatial occupation profile. In the model implementation with real data, aerial photographs in 1:10.000 scale were used to define a sectorization of the test area (São José dos Campos, S.P.) into homogeneous subareas, as well as the FORTRAN language for the B6800 computer. The final results were validated using the urban total population, the population arriving to homogeneous zones and the residential population in the sectors. The model also showed its potential uses in analysing the spatial occupation and the resident movement in search of housing, as related to previously established sectorization policies.

1. OBJETIVO DO TRABALHO

Com vistas às exigências da vida urbana brasileira, este trabalho procura dar uma visão sistêmica das necessidades de moradias, considerando as aspirações instintivas dos moradores sobre as condições de vida em relação a uma qualidade urbana existente.

Desta forma, o objetivo geral deste trabalho é apresentar um modelo matemático para prever etapas, no tempo e no espaço, da evolução urbana, enfatizando a migração intra-urbana e considerando, para análise, os dados sócio-econômicos e os recursos (limitações ou restrições) da área urbana, tais como: o valor do solo urbano, parâmetros de infra-estrutura física e social etc.

O modelo enfatiza a natureza subjetiva do processo de decisão e de escolha. Diferenças no comportamento dos indivíduos podem ser racionalizadas em termos de probabilidades que envolvem todo o processo.

O uso do modelo possibilita análises de assentamento de população urbana e de influências que planos e/ou programas de administração podem provocar neste assentamento residencial.

2. MODELOS DE MIGRAÇÃO INTRA-URBANA

Em linhas gerais, as diversas abordagens para a modelagem do processo migratório consideram fases do ciclo de vida, renda, nível profissional, nível de instrução raça para explicar esse fenômeno. As mudanças de uma zona para outra da cidade se fazem em função das necessidades da família, principalmente segundo sua dimensão e possibilidades financeiras, reguladas pelo ritmo profissional.

O processo migratório envolve duas dimensões: a decisão de mudar e a escolha do destino. Alguns autores consideram que a decisão de mudar é determinada somente pelas condições de origem e ignoram as características dos destinos. Neste enfoque, existe o modelo da Inércia Cumulativa, elaborado por McGinnis (1968), no qual se postula que a probabilidade de um indivíduo permanecer no seu lugar de origem aumenta com o tempo de permanência neste lugar. Também nesta linha, Huff e Clark (1978) incorporam a probabilidade de mudança aspectos aleatórios relacionados ao ciclo de vida e a conjunção de duas forças conflitantes: a resistência às mudanças e o descontentamento com sua habitação e sua vizinhança. É um modelo que permite fazer previsão da parcela da população que vai se mudar e de como as probabilidades de mudança individuais de residências se modificam ao longo do tempo.

Segundo Ginsberg (1979), a maioria dos modelos sobre migração ignora o tempo entre mudanças, talvez por análises de dados muito agregados. Neste sentido, o autor testa para a população da Noruega, no período de 1965 a 1971, modelos markovianos e semi-markovianos que consideram as variáveis tempo entre mudanças e escolha entre destinos.

Outro modelo de análise de mobilidade, de Spilerman (1972), estabelece que os indivíduos possuem várias tendências para se mudar, as quais são determinadas apenas por suas características pessoais, as quais são tratadas através de matrizes de transição, estimadas por análises de regressão.

Moss (1979) apresenta um modelo geral que engloba as três abordagens anteriores para a análise da decisão de mudar e para onde. O autor estabelece uma função de utilidade do morador, considerando suas características individuais, os atributos da zona de origem e de todos os possíveis destinos.

É nesta linha de modelagem que o presente trabalho se enquadra, ou seja, nele primeiro modela-se a decisão de migrar e logo a seguir analisam-se os destinos alternativos. O problema da migração intra-urbana é tratado através da simulação estocástica, partindo de funções empíricas de distribuições de probabilidades, as quais refletem as características urbanas das cidades brasileiras de médio porte. As características dos indivíduos, das origens e dos destinos são obtidas por análises realizadas em Zonas Homogêneas (ZH) que, por definição (Manso et alii, 1979), fornecem conjuntos de dados com variância mínima.

3. ABORDAGEM CONSIDERADA

Para a modelagem do sistema que constitui uma cidade, consideram-se quatro blocos estruturais que definem, respectivamente: 1) o estado inicial, 2) os fatores exógenos, 3) os critérios de decisão, e 4) o estado final.

No conjunto denominado estado inicial há a descrição da qualidade urbana da ZH e dos dados sócio-econômicos da população residente. Os fatores exógenos consideram as características dos parâmetros urbanos; as taxas de nascimento e morte, os usos e o valor do solo urbano, as entradas ao sistema e as saídas dele.

Os critérios de decisão, descritos em termos de relações algébricas e lógicas, referem-se às informações que o morador possui acerca de sua moradia, das ZH da cidade, e das outras moradias existentes nas diversas ZH.

A solução do modelo, ou seja, a quantificação da população residente e a caracterização do valor da qualidade urbana das ZH, é registrada no conjunto representativo do estado final do sistema, o qual serve como dado de entrada para a próxima iteração.

4. DESCRIÇÃO MATEMÁTICA DO MODELO

Para a análise do estado inicial do sistema, são considerados dois fatores: a qualidade urbana da ZH quanto ao tipo de ocupação e a condição sócio-econômica da população residente. A qualidade da ZH é medida através da avaliação de parâmetros urbanos pertencentes a três grandes grupos: Grupo I: Características Construtivas; Grupo II: Equipamentos de Infra-estrutura Física e, Grupo III: Equipamentos de Infra-estrutura Social. As medidas de desempenho dos parâmetros pertencentes a cada grupo são dadas em mais detalhes em Manso e Barros (1975).

As características sócio-econômicas das populações das ZH são obtidas ao considerar como unidade mínima de análise a moradia, determinada pelo número de pessoas que a habitam e pelo estágio do ciclo de vida em que se encontram. São considerados 21 tipos de família (ou 21 casas-tipo) que permitem que as transições em etapas da vida espelhem as alterações nos anseios e nas necessidades por moradias, seja pelo tamanho da casa, pela localização ou pelo valor de aluguel ou de compra. A renda do morador, bem como a posse de propriedade, é responsável por vários efeitos na migração intra-urbana.

Para diagnosticar o crescimento da população da área urbana, usa-se a seguinte equação:

$$P(t+1) = (1 + TN - TM) \cdot P(t) + E(t) - S(t),$$

onde

$P(t)$ - população no instante t ;

TN - taxa de natalidade;

TM - total de moradores que chegam de fora das fronteiras do sistema, no período entre t e $t+1$;

$S(t)$ - total de moradores que saem do sistema no período entre t e $t+1$.

Porém, é necessário equacionar tanto saídas quanto entradas de pessoas no sistema considerado. Para a população que deixa o sistema, tem-se:

$$S_j(t+1) = (1+ts) \cdot S_j(t)$$

e

$$S(t) = \sum_{j=1}^J S_j(t),$$

onde:

$S(t)$ - população que deixa o sistema no período entre t e $t+1$;

ts - taxa de crescimento das saídas do sistema;

J - número de ZH do sistema;

$S_j(t)$ - população da ZH j que deixa o sistema no período entre t e $t+1$.

Para a população que se incorpora ao sistema, emigrando:

$$E_j(t+1) = (1+te) E_j(t)$$

e

$$E(t) = \sum_{j=1}^J E_j(t)$$

onde:

$E(t)$ - população que chega ao sistema no período t e $t+1$;

te - taxa de crescimento das chegadas ao sistema;

E_j - população vinda de fora do sistema que se localiza na ZH $_j$ no período entre t e $t+1$, através da simulação.

De modo global, os motivos de mudança são classificados em cinco grupos que definem de forma mais ampla e completa a necessidade do indivíduo deslocar-se de uma residência para outra. O total de pessoas que desejam mudar é dado pela seguinte equação:

$$PPMUD_{ij}(t) = CT_{ij}(t) \sum_{k=1}^K mot_{ij}^k(t),$$

onde:

$PPMUD_{ij}(t)$ - número de moradores-tipo i da zona j que desejam mudar de residência no instante t , considerado em termos de casas-tipo;

$CT_{ij}(t)$ - número de casas-tipo i na ZH_j , no instante t ;

$mot_{ij}^k(t)$ - frequência observada dos moradores-tipo i da ZH_j que desejam mudar de residência pelo motivo k ;

K - número de motivos de mudança.

Após o morador de uma dada casa-tipo ter tomado a decisão de mudar de residência, passa-se à pergunta: Para onde?

Dois são os critérios utilizados para a resposta a esta pergunta. O primeiro considera a qualidade da zona em que ele mora em relação à qualidade das outras zonas; o segundo refere-se ao valor do imóvel e tenta captar nuances de valorização do imóvel e da sua vizinhança imediata.

Por hipóteses de trabalho, são considerados quatro tipos de zonas residenciais de acordo com sua evolução ou performance e no contexto urbano, através do horizonte de planejamento.

- 1) Zonas em equilíbrio, nas quais tanto o valor do solo urbano como sua qualidade urbana não sofrem alterações ao longo do tempo.
- 2) Zonas em processo de melhoria, onde a qualidade e o valor do solo urbano aumentam e são afetados por melhoramentos advindos das mudanças em infraestrutura, num processo cíclico. Aqui são também enquadradas as zonas periféricas em processo de adensamento e com benfeitorias que afetam a qualidade urbana.
- 3) Zonas em processo de invasão de distintos usos do solo nas áreas residenciais como, por exemplo, o comércio e a indústria. São zonas em transição, onde as propriedades residenciais estão em deterioração, com aumento do preço do solo.
- 4) Zonas em processo de renovação, onde a qualidade está decrescendo, embora o valor da nova unidade residencial seja equivalente ao valor da unidade residencial antes do início do processo. São áreas onde está havendo a substituição de casas térreas por apartamentos, onde a infraestrutura física e a social não se adaptam à nova densidade e são muitas vezes subestimadas. As casas térreas e os terrenos não ocupados, sofrem elevação de preços, muitas vezes exorbitantes, o que induz os proprietários a vendê-los para auferir grandes lucros.

Esta definição de tipos de zonas possibilita que sejam descritos os critérios de decisão para troca de moradia.

O morador localizado numa ZHj irá escolher a ZHk segundo um critério simplificado (e determinístico), dado pela expressão matemática seguinte:

$$QZHj \left\{ \begin{array}{l} = \delta QZHk, \text{ se } ZHj \text{ for zona em equilíbrio;} \\ \geq \delta QZHk, \text{ se } ZHj \text{ for zona em processo de melhoria;} \\ < \delta QZHk, \text{ se } ZHj \text{ for zona em processo de invasão ou de renovação urbana;} \end{array} \right.$$

onde:

QZHj - qualidade urbana da ZHj;

δ - é um fator para explicar apenas pequenas variações no valor de qualidade.

Todavia, existem possibilidades de um morador procurar zonas de qualidade inferior ou superior à ditada pela regra determinística. Assim, é acrescentado ao modelo um refinamento para torná-lo mais real e compatível com o comportamento humano. Este refinamento é feito com a definição de probabilidades explicativas dos casos que violam o critério estabelecido, as quais justificam estas variabilidades existentes no comportamento humano.

Associa-se, desta forma, um valor probabilístico à comparação de qualidades das zonas de origem e de destino, que é função do tipo de ocupação da zona de origem e de outros fatores como necessidades, aspirações e interesses do morador.

A investigação da capacitação orçamentária de decisor para a escolha de uma determinada zona é feita também em função do tipo de ocupação da zona. O morador-tipo, ao escolher a zona de destino, também faz uma comparação entre sua renda e o aluguel médio da ZHk de destino, ou seja, de modo determinístico:

$$R_{ij} \left\{ \begin{array}{l} = \frac{1}{\beta_1} \cdot Al_{ik}, \text{ se } ZHk \text{ for de equilíbrio ou de renovação;} \\ < \frac{1}{\beta_1} \cdot Al_{ik}, \text{ se a } ZHk \text{ estiver em processo de melhoria;} \\ > \frac{1}{\beta_1} \cdot Al_{ik}, \text{ se a } ZHk \text{ estiver em processo de invasão de usos do solo;} \end{array} \right.$$

onde:

R_{ij} - Renda do morador-tipo i na ZH_j de origem.

β_i - Fator de conversão que significa o percentual de renda do morador-tipo i , que é gasto em aluguel ou prestação da casa própria. Considera-se que este coeficiente varia de 18 a 25%, na época da aplicação do modelo.

Al_{ik} - Aluguel médio de casa-tipo i na ZH_k .

Da mesma forma como para a análise de qualidade, há necessidade de incorporação de uma probabilidade indicativa de idiosincrasias ou variabilidade de comportamento do decisor e também de incertezas do mercado imobiliário. Isto é conseguido através da definição de uma variável indicativa das variações na decisão com respeito à renda para o morador-tipo i que habita uma zona com determinado tipo de ocupação, já definido.

Do equilíbrio entre a oferta e a demanda de moradias será gerado o estado final do sistema.

A oferta de casas é um processo dinâmico que pode ser representado em função do número de moradias construídas no período e não ocupadas neste período; do número de casas vagas devido à migração e também de todas as moradias livres no período anterior, sejam estas construídas ou deixadas vagas. Assim têm-se:

$$\text{Moradias}_{ij}(t) = RC_{ij}(t) + MV_{ij}(t) - MD_{ij}(t) + MV_{ij}(t-1)$$

onde:

$\text{Moradias}_{ij}(t)$ - número de casas-tipo i na ZH_j disponíveis para receber novo morador no instante t ;

$RC_{ij}(t)$ - número de casas-tipo i recém-construídas na zona i no período entre $t-1$ e t ;

$MV_{ij}(t)$ - número de casas-tipo i vagas, desocupadas durante o período entre $t-1$ e t , na zona j devido à mudança de seu morador para outro local;

$MD_{ij}(t)$ - moradias-tipo i demolidas na ZH_j no período entre $t-1$ e t .

Para inicializar o cálculo das moradias disponíveis, parte-se da hipótese de que no início do período de planejamento as moradias disponíveis são dadas por:

$$\text{Moradias}_{ij}(t_0) = \text{RC}_{ij}(t_0) + \text{MV}_{ij}(t_0),$$

onde:

$\text{RC}_{ij}(t_0)$ - moradias-tipo i construídas na ZH_j no início do planejamento;

$\text{MV}_{ij}(t_0)$ - moradias-tipo i na ZH_j , tornadas livres de ocupação pela migração ocorrida no início do planejamento.

Para os períodos seguintes, o valor de $\text{MV}(t)$ é obtido por ocasião da comparação entre a oferta e a demanda de moradias.

A equação que representa o equilíbrio entre a oferta e a demanda de moradias pode ser escrita considerando o número de pessoas que desejam trocar de residência e o número de moradias realmente disponíveis no mercado. Desta forma:

$$\sum_{j=1}^J \text{PPMUD}_{ij}(t) = \text{Moradias}_{ij}(t) + \text{CV}_{ij}(t+1),$$

onde:

$\text{CV}(t+1)$ é um fator de equilíbrio que representa o número de casas-tipo que contrabalançam a oferta e a procura. Ele indica se há moradias com disponibilidade para receber moradores no período seguinte; se há mais procura de moradias do que as disponíveis; ou ainda se há equilíbrio entre a oferta e a demanda.

O valor de $\text{CV}(t)$ é um importante indicador de políticas habitacionais, pois mostra o estado de equilíbrio da zona com relação ao mercado residencial, seu déficit ou seu superavit.

O modelo matemático foi dividido em três partes para a efetivação da simulação e conseqüente programação em computador. Numa primeira etapa são realizados os cálculos iniciais, através dos quais são obtidos os números dos imigrantes e dos habitantes das diversas ZH . Para os imigrantes a renda é simulada, pois esta informação não é fornecida em nenhuma fonte de dados disponível.

A segunda etapa da simulação inicia-se pela distribuição da população em casas-tipo, obedecendo o caráter probabilístico que existe na repartição das casas-tipo.

A população distribuída em casas-tipo é investigada, no modelo, para apuração das famílias-tipo que querem mudar de residências. Estes moradores-tipo, denominados PPMUD, são contabilizados com o uso da simulação de Monte Carlo.

Posteriormente, verifica-se se o PPMUD sai do sistema ou procura outra zona para fixar moradia. Uma vez decidido que o PPMUD sai do sistema, é registrada sua saída e passa-se à análise de um outro PPMUD que escolhe uma ZH para destino entre aquelas disponíveis e compatíveis com sua renda e com a qualidade da zona de origem, obedecendo os critérios de decisão já descritos.

As ZH são analisadas, uma a uma, com relação ao tipo de ocupação ao longo do tempo. O morador de cada zona conhece as zonas que pode ocupar com base na sua renda e na qualidade da zona que ocupa, embora nem sempre haja lógica na sua decisão.

Passa-se, a seguir, à verificação se há vaga na ZH escolhida pelas pesquisas de casas novas existentes ou daquelas deixadas vagas. Cria-se, deste modo, um fluxo de pessoas que entram e saem das zonas e forma-se uma fila de espera para aquelas que não acharam vagas.

Na terceira e última etapa da simulação é realizado o balanço populacional para verificação das filas de espera e das possíveis alocações dos PPMUD.

5. IMPLEMENTAÇÃO

O modelo foi implementado no Computador B6800 do INPE, utilizando a linguagem FORTRAN. Na aplicação, cada período tem a duração de um ano, sendo considerado um horizonte de planejamento de curto prazo (cinco anos).

A cidade de São José dos Campos, SP, é usada como exemplo para a implementação do modelo proposto, com os dados iniciais referentes ao ano de 1977, a qual conta com 98 ZH.

Para tornar mais clara a utilidade de modelos como este no planejamento urbano, foram simuladas duas situações de crescimento para a área teste. Na primeira situação foram consideradas duas zonas com um intenso crescimento populacional em todos os períodos, e foram criadas cinco outras zonas, no segundo período, com disponibilidade crescente de casas novas nos períodos seguintes. A qualidade destas zonas foi alterada nos períodos para captar alterações decorrentes de melhoramentos existentes em zonas periféricas.

Na segunda situação para a simulação, foram alteradas a qualidade de apenas uma ZH e a sua população, no intuito de analisar o impacto da criação de uma nova ZH com características de zona bem planejada e com crescimento constante ao longo dos períodos.

6. VALIDAÇÃO

A validação de um modelo de simulação é uma tarefa nem sempre fácil. Em se tratando de modelos urbanos, a situação é bem complexa, pois muitos dos fenômenos envolvidos contêm elementos aleatórios, ou dependentes de decisões nem sempre coerentes com a lógica.

De acordo com Ören (1981) a aceitação de um estudo de simulação pode ser particionado na aceitabilidade dos diferentes componentes do estudo, ou seja, os resultados, os dados, o modelo, o experimento propriamente dito, o programa de computador, as técnicas e as metodologias utilizadas.

Sargent (1982) é mais conciso e admite que existem três etapas de um processo de validação da simulação: a primeira com relação ao modelo conceitual; a segunda que é a verificação do modelo computadorizado e a última relativa à validade operacional dos resultados. Se as três condições forem verificadas, afirma ele que o modelo está verificado.

Na validação do modelo conceitual (representação matemática, lógica ou verbal do problema) procura-se determinar se as teorias e suposições estão corretas e se a estrutura do modelo e as relações lógico-matemáticas e causais estão "razoáveis" para o uso que se pretende dar ao modelo. No modelo de migração intra-urbana aqui apresentado houve a crítica às diversas etapas da modelagem e das premissas que envolvem as equações. Este procedimento exigiu rigorosa análise das variáveis consideradas e a exclusão de algumas, quando necessário.

A verificação do modelo computadorizado deve assegurar que o programa de computador e a implementação do modelo conceitual estão corretos.

Finalmente, a validade operacional define se o comportamento da saída do modelo tem suficiente acurácia para o seu propósito ou uso dentro do seu domínio de aplicação. O método de validação por comparação dos resultados previstos no modelo com os dados disponíveis por fontes de dados foi utilizado dentro das possibilidades de análises oferecidas por estes dados.

7. CONCLUSÕES

De modo geral, levando em conta as simplificações feitas, a falta de dados reais para comparações mais precisas, e o resultado estatístico positivo obtido pelo teste de Mann-Whitney, pode-se dizer que o modelo proposto e implementado apresentou resultados aceitáveis que poderiam ser utilizados no planejamento urbano.

A verificação da população total da área teste, obtida no modelo nos cinco períodos considerados, forneceu um erro máximo de 5,4%, quando feita a simulação com os dados da primeira hipótese de crescimento da cidade. Com relação à análise global das origens das pessoas que chegaram aos setores definidos pela Prefeitura Municipal vindas de outros bairros ou do exterior, num período de somente um ano, também foi aceito o teste de Mann-Whitney, através do qual os resultados da simulação não diferem significativamente, do ponto de vista estatístico, dos valores reais. A validação da população que habita cada ZH, calculada pelo modelo, foi feita comparando com os dados fornecidos pelo Projeto URBES do INPE. Chegou-se à mesma conclusão anterior, isto é, aceita-se a hipótese de que os dois conjuntos de dados pertencem à mesma população.

Está claro, todavia, que a existência de dados de simulação, embora imperfeitos, é bem melhor que a sua total inexistência para fins de tomada de decisão.

As duas situações de simulação enfocadas por Barros (1986) (no prelo) evidenciam o poder que os modelos de simulação possuem para auxiliar o planejador urbano em seu trabalho. Aceitando a hipótese de que o modelo representa fielmente a realidade, vários cenários relativos à estrutura residencial da cidade podem ser analisados com o seu uso. Esta análise é feita em termos da compatibilidade entre os diversos tipos de moradores e os níveis de renda, a qualidade das zonas de origem e de destino, e a disponibilidade de moradias que cada cenário permite. Assim, torna-se possível investigar o perfil resultante da cidade para cada cenário e a sua influência nos planos e programas governamentais.

Na sua atual versão, o modelo de migração intra-urbana pode fornecer as seguintes informações com relação às pessoas:

- a) quantas desejarão mudar de residência;
- b) quantas ocuparão moradias recém-construídas;

- c) quantas ocuparão moradias tornadas vagas por outros moradores no processo de troca de moradia;
- d) quantas não mudarão por não acharem vagas;
- e) quantas não desejarão mudar de residência.

Com relação à moradia, algumas perguntas podem ser respondidas diretamente pelo modelo:

- a) quantas casas-tipo ficarão desocupadas por período;
- b) quantas casas-tipo recém-construídas não foram ocupadas por período;
- c) quantas moradias-tipo poderão ser construídas, em cada ZH, para atender à população, por período.

O modelo, em suas equações, pode fornecer também meios para que sejam estudados impactos, por exemplo, de políticas recentes do Banco Nacional da Habitação (BNH) no processo de migração intra-urbana.

Apesar de o modelo englobar relações que procuram simular de forma abrangente o fenômeno de migração intra-urbana, as características das relações entre mercado residencial e morador, certamente poderão ser enfocadas mais profundamente em versões futuras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, M.S.S. *Modelo de simulação da migração intra-urbana*. Tese de doutorado. São José dos Campos, INPE (no prelo). Apresentada em 28 de fevereiro de 1986.
- GINSBERG, R.B. Tests of stochastic models of timing in mobility histories: comparison of information derived from different observation plans. *Environment and Planning A*, 11:1387-1404, 1979.
- HUFF, J.O.; CLARK, W.A.V. Cumulative stress and cumulative inertia: a behavioral model of the decision to move. *Environment and Planning A*, 10(10):1101-119, 1978.
- MANSO, A.P.; BARROS, M.S.S. *Qualidade urbana: obtenção de dados de uma realidade e modelos para sua análise*. São José dos Campos, INPE, fev. 1975. (INPE-608-LAFE).
- MANSO, A.P.; BARROS, M.S.S.; OLIVEIRA, M.L.N. *Determinação de ZH através de sensoriamento remoto*. São José dos Campos, INPE, abr. 1979. (INPE-1470 - PRPE/021).
- McGINNIS, R. A stochastic model of social mobility. *American Sociological Review*. 33(5):712-722, 1968.
- MOSS, W.G. A note on individual choice models of migration. *Regional Science and Urban Economics*, 9:333-343, 1979.
- ÖREN, T. Quality assurance in modelling and simulation. *Communications of the ACM*, 24(4):180-189, ap. 1981.
- SARGENT, R.G. Model validation. *Simulation and model based methodologies: an integrative view*. Canada, July 26, Aug: 6, 1982 (lecture notes:20).
- SPIILERMAN, S. The analysis of mobility processes by the introduction of independent variables into a Markov chain. *American Sociological Review*, 37:277-294, Jun. 1972.