

MODELO DE SIMULAÇÃO DO CRESCIMENTO URBANO - MOSCU*

1. Contexto do MoSCU no planejamento urbano;
2. Etapas da elaboração dos insumos do MoSCU;
3. Esquema geral do modelo de simulação;
 4. As variáveis do MoSCU;
 5. Esquema Metropolitano de Estruturas: EME;
 6. Assentamento Residencial: MoSAR;
 7. Estabelecimento de Atividades: MoSEA;
 8. Construção de Equipamentos Coletivos: MoSCE;
 9. Construção de Infra-estruturas: MoSCI;
 10. Atualização dos valores das variáveis;
 11. Recapitulação.

Csaba Deák **

* O presente artigo descreve o estágio atual da elaboração do MoSCU e discute sucintamente seu alcance, suas limitações e suas potencialidades de desenvolvimento futuro.

O modelo foi elaborado pelo autor com a contribuição direta de Jorge Dantas, em novembro de 1972 e janeiro de 1973, por ocasião de sua participação na equipe incumbida de preparar o Plano de Desenvolvimento Metropolitano de Belo Horizonte — PLAMBEL.

** Professor de Métodos Quantitativos e Análise de Sistemas Aplicados a Arquitetura e Urbanismo, na FAUUSP.

“(Faire un plan, c'est) ... préparer un souhaitable qui apparaisse plausible à l'esprit prospectif et qui devienne probable pour une société attachée à sa réalisation.”
P. Massé¹

O MoSCU é essencialmente um modelo preditivo, ou seja, cuja finalidade é antecipar, com determinada margem de confiabilidade, o efeito de ações pretendidas em função de determinadas metas. Tal intenção de prever o efeito de ações pretendidas é — por oposição à atitude “tentativa e erro” — própria da atitude de planejar. Vale dizer: um modelo preditivo só tem sentido em contexto de planejamento.

Para precisar o papel que desempenha um modelo preditivo em planejamento, consideremos a figura 1 que representa um modelo de planejamento, incluindo suas entradas e saídas. As entradas do modelo de planejamento são a *realidade* (o campo real) e a *utopia*, ou visão do mundo (Weltanschauung), ou modelo de qualidade de vida. No modelo de planejamento entra a parcela da realidade percebida, explicitada em um modelo descritivo: o conhecimento da realidade. Essa parcela, confrontada com a utopia derivada da intenção planejadora, dá lugar à fixação de metas a serem alcançadas.² É então elaborada uma estratégia constituída de uma série de ações planejadas com o intuito de transformar a situação atual (definida pela realidade conhecida) na situação desejada, definida pelas metas.

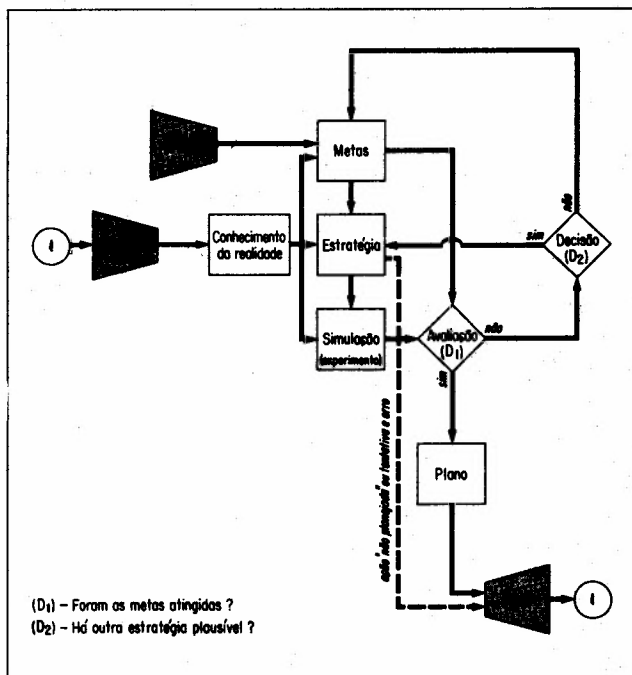
Abrem-se aqui duas possibilidades quanto aos tipos de ação intervenientes sobre a realidade, as quais correspondem à linha de ação planejada, por um lado, e à de ação “não-planejada”, ou do tipo “tentativa e erro”, por outro. Nessa última, traçada a estratégia, passa-se diretamente à ação. Observe-se que não se trata propriamente de linha de ação “não-planejada”: com efeito, a série de ações constituintes da estratégia pode ter sido planejada. O que distingue realmente as duas linhas de ação está em que a experimentação se faz sobre a própria realidade na linha “tentativa e erro”, enquanto que na linha planejada, ela se efetua sobre um modelo da realidade, procurando-se antecipar o efeito das ações planejadas.

Lançada a estratégia — que, como veremos adiante, pode ser uma estratégia alternativa, ou hipótese de estratégia — simulam-se os efeitos esperados de sua aplicação à realidade conhecida. Tal simulação é realizada por meio de modelos preditivos, dos quais um exemplo é o assunto central deste artigo. A seguir, compara-se a situação simulada com a situação desejada para a avaliação da estratégia. Caso as metas tenham sido atingidas, com uma aproximação desejada, confirma-se a eficácia da estratégia que fica assim classificada para um eventual detalhamento para vir a constituir um plano de ação. Finalmente, o plano é posto em prática: é a fase de sua implantação, ou a fase de ação que obviamente altera a realidade, e o ciclo recomeça.³

Caso contrário, se as metas não foram atingidas — sempre com a aproximação desejada — estamos diante de uma decisão que dependerá da resposta à pergunta: “Há outra estratégia plausível?”. Em caso afirmativo, escolhe-se uma e simulam-se seus efeitos para posterior avaliação, até encontrar-se uma estratégia satisfatória

ou esgotarem-se as estratégias plausíveis. Nesse último caso, conclui-se que não é possível atingir as metas estabelecidas, que devem ser, portanto, reformuladas — sempre considerando a utopia que as orienta — dando origem a novas estratégias, até que se encontrem metas viáveis de serem alcançadas através de uma estratégia plausível. Essas metas são então confirmadas e a estratégia transformada em plano de ação a ser posta em prática; assim termina o ciclo e reinicia-se um novo.

Figura 1 - Modelo de planejamento. A textura assinala as entradas e a saída do modelo. Em tracejado: a alternativa da linha de ação "não planejada", ou do tipo tentativa e erro.



16

Espero ter localizado, com suficiente clareza, o modelo de simulação na atividade de planejar e explicitado o papel que ele desempenha. A competência de um modelo preditivo não é nem menos, nem mais, do que aquela de um instrumento de trabalho, necessária à execução de uma tarefa. É condição indispensável para se poder planejar, mas não suficiente para garantir o êxito do planejamento.⁴

Cabe aqui, ainda à guisa de introdução, um rápido apanhado das características básicas dos modelos preditivos pré-existentis e daquelas do MoSCU.

Os modelos pré-existentis pertencem a duas grandes categorias, a saber: os modelos operacionais, que são instrumentos de trabalho, ou de análise e previsão quantitativas; e os modelos não-operacionais, que são instrumentos didáticos e de análise qualitativa. O maior expoente da primeira categoria é provavelmente o modelo Lowry⁵ que deu origem a várias gerações de modelos derivados.⁶ Todos eles são chamados gravi-

tacionais por se utilizarem de analogia apresentada por alguns dos fenômenos urbanos de atração universal.

O mais famoso representante da segunda categoria é o modelo de Forrester.⁷ Esse, como os demais de sua categoria, é um modelo bastante que, utilizando-se do enfoque sistêmico, abarca aspectos socioeconômicos endógenos e exógenos — com prejuízo, em geral, dos aspectos territoriais — e dá boa visão geral e qualitativa do sistema urbano, porém não é operacionalizável.

O MoSCU pertence à primeira categoria — dos modelos operacionais — e pode ser chamado também de gravitacional, mas difere dos demais em alguns traços fundamentais. Os dois principais aspectos diferenciais referem-se, primeiro: à concepção da atratividade exercida sobre os assentamentos urbanos, mormente o residencial; e segundo: à caracterização dos participantes ativos (a saber, a população urbana) naqueles assentamentos.

Quanto ao primeiro aspecto, a diferença reside no fato de que, enquanto os modelos gravitacionais clássicos fazem corresponder à massa que entra na atração universal algum elemento que represente a atração exercida sobre certa atividade (renda, por exemplo, para comércio, ou área e preço da terra, para habitação), o MoSCU estende o conceito de "massa atraente" a componentes como paisagem urbana e nível socioeconômico da população residente, definindo assim um conceito menos mecânico de ambiente urbano. Quanto ao segundo, ocorre que no MoSCU, diferentemente dos modelos clássicos, a população urbana não é tratada como homogênea,⁸ mas antes heterogênea, por apresentar diferentes níveis socioeconômicos; isso aumenta consideravelmente a significância do tratamento, em termos de médias, de seu comportamento, cuja simulação é, em última análise, a própria finalidade do modelo.

No tocante aos aspectos diferenciais antes mencionados, o MoSCU deriva de outro modelo, operacionalmente mais simples, e em escopo mais restrito, a saber, do Modelo de Assentamento Residencial: MoSAR.⁹ Na verdade, sua gênese, quanto a toda sua concepção básica, pode ser encontrada nesse último modelo. De fato, o MoSCU deriva do MoSAR através de dois processos: o de aperfeiçoamento, do ponto de vista das técnicas utilizadas, e o de ampliação, do ponto de vista do grau de abrangência em relação ao sistema urbano.

Por sua vez, o MoSCU também é perfectível, isto é, possui potencialidades inexploradas. No último item deste artigo encontram-se indicações sobre algumas maneiras possíveis de incorporar ao modelo experiência derivada da prática urbana, aumentando-se, destarte, a confiabilidade das previsões e a amplitude das análises decorrentes de sua utilização.

1. CONTEXTO DO MoSCU NO PLANEJAMENTO URBANO

A fim de precisar a posição e o papel desempenhado pelo MoSCU no planejamento urbano, descrevemos, a seguir, sucintamente, o Plano de Estrutura Urbana.¹⁰

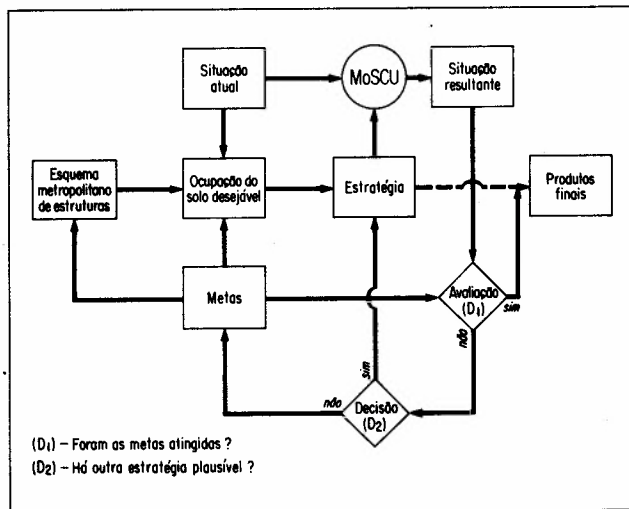
1.1 Concepção geral do Plano de Estrutura Urbana

O Plano de Estrutura Urbana (PEU) recebe insumos diretos do Esquema Metropolitano de Estruturas, no qual estão fixadas, em escala regional, as principais localizações de emprego, atividades e sistemas de transporte, que são consideradas variáveis exógenas.

O enfoque básico do PEU é o assentamento residencial, que constituirá, por sua vez, insumo para os demais assentamentos, em escalas quantitativas menores, tais como: atividades secundárias e terciárias complementares e de pequeno porte, equipamentos socioculturais e redes de infra-estrutura.

O assentamento residencial foi escolhido como enfoque básico por possuir grande diversidade, cobrindo a complexidade socioeconômica do sistema urbano mais satisfatoriamente que qualquer um dos demais assentamentos, além de constituir o ponto de inter-relação direta entre as diversas atividades urbanas — o que não exclui, entretanto, as questões específicas atinentes à inter-relação das atividades industriais ou comerciais que, enquanto inter-relações no espaço econômico, constituem objeto do Plano de Desenvolvimento Econômico da área metropolitana.

Figura 2 - Esquema geral do plano de estrutura urbana - PEU. O modelo de simulação está representado por um círculo.



Observe-se o papel do modelo de simulação. Em planejamento urbano são muitos os que tendem a subestimar os recursos de métodos quantitativos, mas também são muitos aqueles — principalmente os neófitos — que tendem a superestimá-los. É bom frisar, no entanto, que o modelo não é o plano, nem o planejamento. O modelo é um instrumento de elaboração e aferição do plano.

1.2 Definição do Plano de Estrutura Urbana

O PEU compõe-se dos seguintes elementos:

- distribuição espacial de todas as atividades urbanas;
- distribuição dos fatores necessários ao desempenho dessas atividades; e
- indicação das medidas necessárias para que tais distribuições ocorram.

1.3 Processo de elaboração do Plano de Estrutura Urbana

O desenvolvimento do PEU segue em linhas gerais o modelo representado na figura 2.

Avaliada a situação atual ($S_t = 0$) e de acordo com as metas setoriais (M) resultantes dos objetivos do PLAMBEL, elaboram-se situações desejáveis (D), expressas em modelos de ocupação do solo (MOS), segundo as três alternativas do esquema metropolitano de estruturas (EME). Estabelece-se a estratégia (E) para alcançar a situação desejável. Simula-se o efeito da estratégia através da aplicação do MoSCU sobre a situação atual, obtendo-se a situação resultante no ano-meta ($S_t = 0 + \pi$). Avalia-se (A) essa situação futura, confrontando-a com as metas setoriais. Caso estas não tenham sido atingidas, recomeça-se o ciclo alterando-as (M) e conseqüentemente os modelos de ocupação do solo que definem a situação desejável (D), ou a estratégia (E) segundo as respostas negativa e positiva, respectivamente, à pergunta: "Há outra estratégia plausível?" Em caso contrário, mantêm-se os elementos da estratégia e da situação futura que passam a constituir os insumos para a elaboração dos produtos finais do plano (PF), tais como Plano de Uso do Solo, Plano de Ocupação do Solo, Plano de Transportes e Plano de Obras.

2. ETAPAS DA ELABORAÇÃO DOS INSUMOS DO MoSCU

Principalmente para mostrar um requisito fundamental do uso de modelos de simulação — que seus insumos devem ter a mesma "linguagem"¹² do próprio modelo — resumem-se a seguir as etapas de elaboração dos insumos do MoSCU.

2.1 Análise da situação atual

A análise da situação atual é uma descrição da dinâmica urbana verificada no período 1967-72 ($S_t = 0 - 5/S_t = 0$). Seu objetivo é determinar o comportamento do assentamento residencial e estabelecer uma tipologia de modelos atuais de ocupação do solo (MOS) A , segundo as tendências de comportamento da população e das atividades, por grupos socioeconômicos e por setores, respectivamente.

Essa etapa é constituída de três fases:

- Determinação das funções matemáticas que des-

crevem o acréscimo populacional. Dada a situação em 1967 ($S_{t=0-5}$), descrita por n variáveis, por zonas (unidades territoriais de análise) (X_3, X_2, \dots, X_n) $_i$, e considerando o acréscimo populacional no período 1967-72, por grupos socioeconômicos (k) e por zonas (i):

$$\Delta P_{ki} = (P_{t=OH} - P_{t=0-5})_{ki}$$

estabelecem-se as funções que descrevem o acréscimo populacional por grupos socioeconômicos:

$$\Delta P_k = f_k(x_1, \dots, X_n) \quad (1)$$

A forma de obtenção dessas funções é descrita com maiores detalhes mais adiante, no item 6: Modelo de Simulação do Assentamento Residencial: MoSAR.

b) *Dedução das tendências de assentamento residencial.* Tomando a situação atual, 1972 ($S_{t=0}$), descrita pelos valores atuais das n variáveis, por zona, e colocando esses valores no gradiente da expressão (1), deduz-se a tendência de assentamento residencial da população, por grupo socioeconômico e por zona:

$$\nabla f_{ki} = \sum_{j=1}^m \frac{\partial f_{ki}}{x_{ij}}$$

onde as tendências de assentamento são definidas pelo acréscimo de população que expressa a atratividade das zonas.¹³

c) *Determinação dos tipos de modelos atuais de ocupação do solo (MOS) A.* A situação atual, definida pelos modelos atuais de uso do solo, deve ser objeto de análise tipológica onde os tipos de modelos serão determinados pelas variáveis $x_j, x_1, x_2, \dots, x_n$, segundo os grupos socioeconômicos (k), levando-se em consideração as tendências de assentamento residencial da população (∇f_{ki}).

Tal análise tipológica, segundo metodologia apresentada no documento "Analyse typologique d'une Aire Metropolitaine"¹⁴ será baseada na determinação das variáveis discriminantes de cada tipo.

No caso de Belo Horizonte, baseado na hipótese de se considerar três grupos socioeconômicos, estimou chegar-se de seis a oito tipos de modelos atuais de ocupação do solo.

2.2 Elaboração das Metas Setoriais (M)

Os objetivos do PLAMBEL devem-se traduzir em metas setoriais explícitas, de maneira a permitir a elaboração dos modelos desejáveis de ocupação do solo, em confronto com os atuais (ou seja, a situação desejável, em confronto com a situação atual). A primeira característica dessas metas é, portanto, a que diz respeito às n variáveis utilizadas na análise da situação atual, na elaboração dos modelos desejáveis e no MoSCU. A segunda característica é a que se refere à divisão setorial, isto é, as metas são formuladas pelos diversos setores da equipe de trabalho, uma vez que, por exemplo, a variável acessibilidade a empregos pode ser resul-

tante de metas de transporte, do setor físico territorial, e de metas de assentamento de atividades produtivas, do setor econômico, simultaneamente.

A elaboração das metas setoriais deve levar em consideração a análise crítica da situação atual; os levantamentos e diagnósticos setoriais; os critérios de desejabilidade, estabelecidos com base no bom-senso; os padrões urbanísticos; e aspirações da comunidade reveladas pela pesquisa domiciliar. A viabilidade das metas não deverá, nessa etapa, constituir entrave à sua elaboração, uma vez que após a simulação, poder-se-á avaliar a viabilidade global do conjunto de medidas que compõem cada estratégia, relativo a cada conjunto de metas.

2.3 Elaboração dos modelos desejáveis de ocupação do solo (MOS) D

Os modelos desejáveis de ocupação do solo são formulados a partir da tipologia dos modelos atuais (MOS) A e das metas (M) estabelecidas. Da primeira são deduzidos os atributos que permitem maior viabilidade e coerência dos modelos desejáveis propostos e através das metas caracteriza-se a intervenção do planejamento na realidade, visando à sua transformação.

Os modelos desejáveis propostos para o tempo $t = 0 + \Delta t$ são descritos através de seus efeitos sobre as mesmas n variáveis, tomadas em consideração na análise da situação atual, sendo que a intervenção do planejamento caracterizar-se-á pelos novos valores assumidos por essas variáveis. Os modelos desejáveis (MOS) D serão elaborados à semelhança dos modelos atuais (MOS) A, segundo uma classificação tipológica, obtendo-se assim tipos de modelos por grupos socioeconômicos da população. Admite-se, inicialmente, que o número de tipos de modelos desejáveis seja superior ao de modelos atuais, o que visa a aumentar a flexibilidade das estratégias e assegurar à população maior número de opções. É razoável supor que se obtenha, para as três faixas de grupos socioeconômicos, de 9 a 12 tipos de modelos desejáveis.

2.4 Elaboração das estratégias (E)

Uma vez elaborados os (MOS) D que exprimam a situação desejável, devem ser formuladas as Estratégias Setoriais que devem-se traduzir em Planos de Ação, os quais atuando sobre a dinâmica da realidade, permitam obter no futuro ($t = 0 + \pi$), a implantação dos Modelos Desejáveis.

Aqui também faz-se necessário, como nas etapas precedentes, a correlação entre as estratégias e as n variáveis consideradas, uma vez que será através dessas estratégias que obter-se-ão os novos valores das n variáveis.

Essas estratégias deverão ser formuladas por todos os setores do plano, já que, como foi observado no item 2.2, uma variável — acessibilidade a equipamentos — poderá adquirir o novo valor desejável, seja através de ações sobre o sistema de transporte (SFT), seja através de ações que interfiram na redistribuição dos equipamentos culturais e de saúde (SS), ou ainda de ações do

tipo incentivos fiscais que possibilitem um novo assentamento das atividades comerciais (*SI* e *SE*).¹⁵ Depois de avaliados¹⁶ os resultados da simulação, as estratégias formuladas darão insumo à formulação dos Produtos Finais dos diversos setores do PLAMBEL.

3. ESQUEMA GERAL DO MODELO DE SIMULAÇÃO

Uma vez que a estratégia de implantação (*E*) é a peça essencial do plano, que dá origem a seus produtos finais, é fundamental a avaliação prévia de seus resultados, quando aplicada à realidade urbana atual.

Tal avaliação é possibilitada pela simulação dos efeitos de sua implantação. Os efeitos prováveis de uma estratégia obtêm-se através da aplicação do modelo de simulação do crescimento urbano: MoSCU.

Hipótese 1

O MoSCU baseia-se na hipótese fundamental de que a partir de uma dada situação urbana, S_0 , no instante $t=0$, sobre a qual é aplicada uma estratégia (que corresponde à intenção planejadora) (*E*), os insumos do crescimento urbano têm um comportamento definível durante um intervalo de tempo t , de maneira a definir univocamente a situação urbana $S_t = \Delta t$ no fim do período Δt . O MoSCU consiste na maneira de determinação daquele comportamento do crescimento urbano.

Observe-se que a hipótese fundamental, anteriormente explicitada, equivale a considerar o conjunto de variáveis que definem S_t e *E* como variáveis endógenas, e o conjunto de variáveis que definem os insumos do crescimento urbano como variáveis exógenas, do comportamento do crescimento urbano. Nessa formulação, o MoSCU consiste no conhecimento do comportamento das variáveis exógenas e endógenas do crescimento urbano em função das primeiras.

Tratando-se de fenômeno muito complexo, o modelo utiliza dois expedientes básicos para a descrição completa do fenômeno do crescimento urbano, que equivalem à admissão de duas hipóteses correspondentes:

- a) descrição do fenômeno de crescimento urbano; e
- b) divisão do sistema urbano em crescimento em subsistemas.

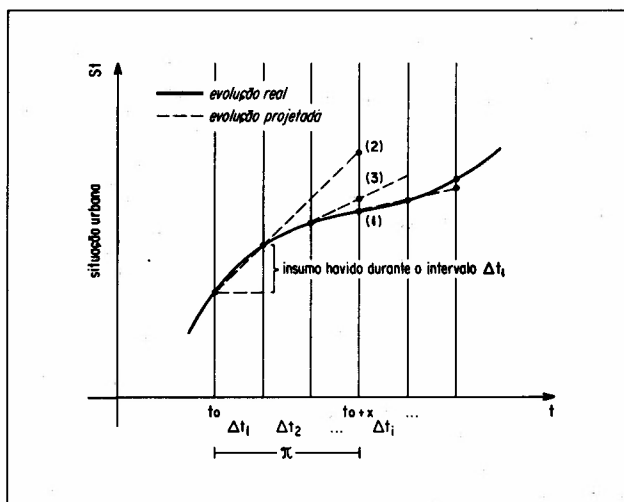
Hipótese 2

O crescimento urbano é discreto, ou seja, não é contínuo em função do tempo, mas se processa por pulos discretos em função de intervalos de tempo Δt .

Mais explicitamente: o comportamento dos insumos do crescimento urbano é função exclusiva, durante o período Δt , da situação urbana S_t no início t do período Δt . O que equivale a admitir que as variáveis da situação (que incluem a estratégia em vigor) se mantêm constantes durante o intervalo de tempo Δt considerado.

Esta hipótese permite dividir o período de simulação em intervalos de tempo Δt convenientemente escolhidos durante os quais a hipótese 2 é válida.

Figura 3 - Evolução real e evolução projetada. Por exemplo, (1) representa a situação no fim do período de projeção π , dividido em três intervalos de projeção Δt . (2) representa a situação projetada a partir do conhecimento da evolução da situação durante o primeiro intervalo de projeção. Essa projeção, com vistas a projetos de longo prazo, pode ser aprimorada (quando os projetos entram em fase de execução, por exemplo) no fim do segundo intervalo, realimentando a projeção com os resultados do comportamento havido durante esse intervalo, obtendo-se (3), mais próxima da eventual realidade futura.



As vantagens da hipótese 2 são óbvias. Sua desvantagem é que se trata de uma aproximação, tanto pior quanto maior for o intervalo de tempo Δt . Sua justificativa como válida no caso da simulação do processo urbano é que sempre poder-se-á tomar intervalos Δt suficientemente pequenos para alcançar uma aproximação tão boa quanto se queira, isto é, compatível com a precisão dos dados de levantamento da situação (variáveis endógenas) e de projeção dos insumos (variáveis exógenas) do crescimento urbano.¹⁷

Hipótese 3

O sistema urbano compõe-se dos subsistemas *SS*:

- SS* I: vias principais + empregos centrais *EME*;
- SS* II: assentamento residencial *AR*;
- SS* III: estabelecimento de atividades *EA*;
- SS* IV: construção de equipamentos coletivos *CE*;
- SS* V: construção de infra-estrutura *CI*;

cujo comportamento, para cada período de tempo Δt é função dos seguintes elementos:

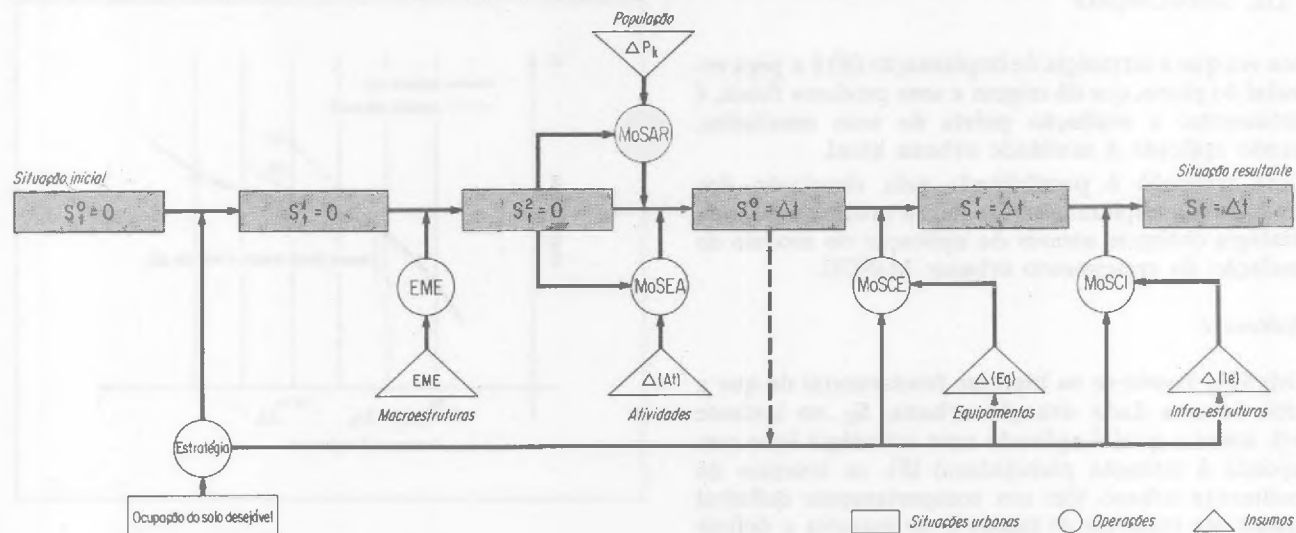
- SS* I: *EME*
 - SS* II: *AR*
 - SS* III: *EA*
 - SS* IV: *CE*
 - SS* V: *CI*
- $S_t = 0$ situação no início do Δt
- E* estratégia para o período Δt .

O esquema geral da simulação seguirá então a figura 4, onde $S^0_{t=0}$ é a situação inicial, $S_t = \Delta t$ é a situação

no fim do intervalo de projeção e $S_t^1 = 0$, $S_t^0 = \Delta t$ e $S_t^1 = \Delta k$ são estados intermediários que derivam dos insumos

parciais de crescimento e de estratégia, no intervalo considerado.

Figura 4 - Esquema geral do MoSCU: Aplicações sucessivas dos submodelos, durante o intervalo de projeção Δt , distribuindo os insumos dos cinco subsistemas urbanos, até levar a situação inicial $S_t = 0$ na situação resultante $S_t = \Delta t$



Observe-se que, mesmo tendo-se admitido a hipótese 2, isto é, o caráter discreto dos insumos de crescimento, há que se distinguir entre os insumos que alteram a situação no início do intervalo de projeção, e aqueles cujo efeito se faz sentir — dentro da hipótese referida — no fim do intervalo. Assim, por exemplo, uma estratégia vigente durante o intervalo considerado tem componentes, como uma legislação de uso do solo, que têm efeitos desde o início do período, alterando notadamente as restrições de uso nas unidades territoriais e, portanto, sua capacidade de absorção das diversas atividades. Por outro lado, a mesma estratégia tem componentes, como os programas de implantação de equipamentos coletivos e de redes de infra-estrutura, cujo efeito só se faz sentir — sempre dentro da hipótese 2 — no fim do intervalo considerado, e seus efeitos induzidos sobre outras variáveis da situação (preço da terra, densidade residencial e de atividades) só se farão sentir no intervalo de projeção subsequente.

Essa seqüência de efeitos de partes do sistema urbano sobre outras é explícita, em termos gerais, na figura 4, quando esta é considerada como um diagrama de efeitos imediatos. Visão mais detalhada do processo só pode ser alcançada ao se examinar uma por uma as variáveis do processo urbano, assim como suas inter-relações.

4. AS VARIÁVEIS DO MoSCU

A finalidade imediata do MoSCU é representar o processo de crescimento urbano, conforme a hipótese 1

do item anterior. Sendo o Processo uma sucessão de estados separados por intervalos de tempo Δt , (cf. hipótese 2), as variáveis do MoSCU são variáveis de estado x_j que representam situações. Os fluxos são expressos pelos acréscimos Δx_j que sofrem as variáveis durante o intervalo Δt . O conjunto $\{x_j\}$ contém as variáveis pertinentes aos cinco subsistemas que compõem o sistema de crescimento urbano, conforme a hipótese 3.

Uma vez que a configuração geográfica dos fluxos e situações que compõem o fenômeno urbano é relevante, a área urbana e de expansão urbana, denominada área de estudo, deve ser dividida em unidades territoriais ou zonas, correspondentes às zonas de pesquisa domiciliar.

Os valores das variáveis serão sempre considerados a nível dessas zonas, representados por suas médias.

Se m for o número de zonas da área de estudo, então a situação urbana S será caracterizada pelo conjunto de m elementos S_i , $i = 1, \dots, m$, cada um desses elementos S_i sendo, por sua vez, definido pelo conjunto de valores de suas variáveis x_{ij} , $j = 1, \dots, n$, de maneira que

$$S = \{S_1, \dots, S_i, \dots, S_m\}, \text{ onde}$$

$$S_i = \{x_{i1}, \dots, X_{ij}, \dots, X_{in}\}$$

Uma condição necessária para que a caracterização dessa situação seja feita através dos valores médios das variáveis por unidade territorial (zona), é que as zonas sejam homogêneas. Na prática, e pela principal razão de que a delimitação das zonas da área de estudo precede obrigatoriamente a realização das pesquisas amostrais, o critério de homogeneidade das zonas reduz-se inicialmente (para efeito de sua delimitação) à tipologia da

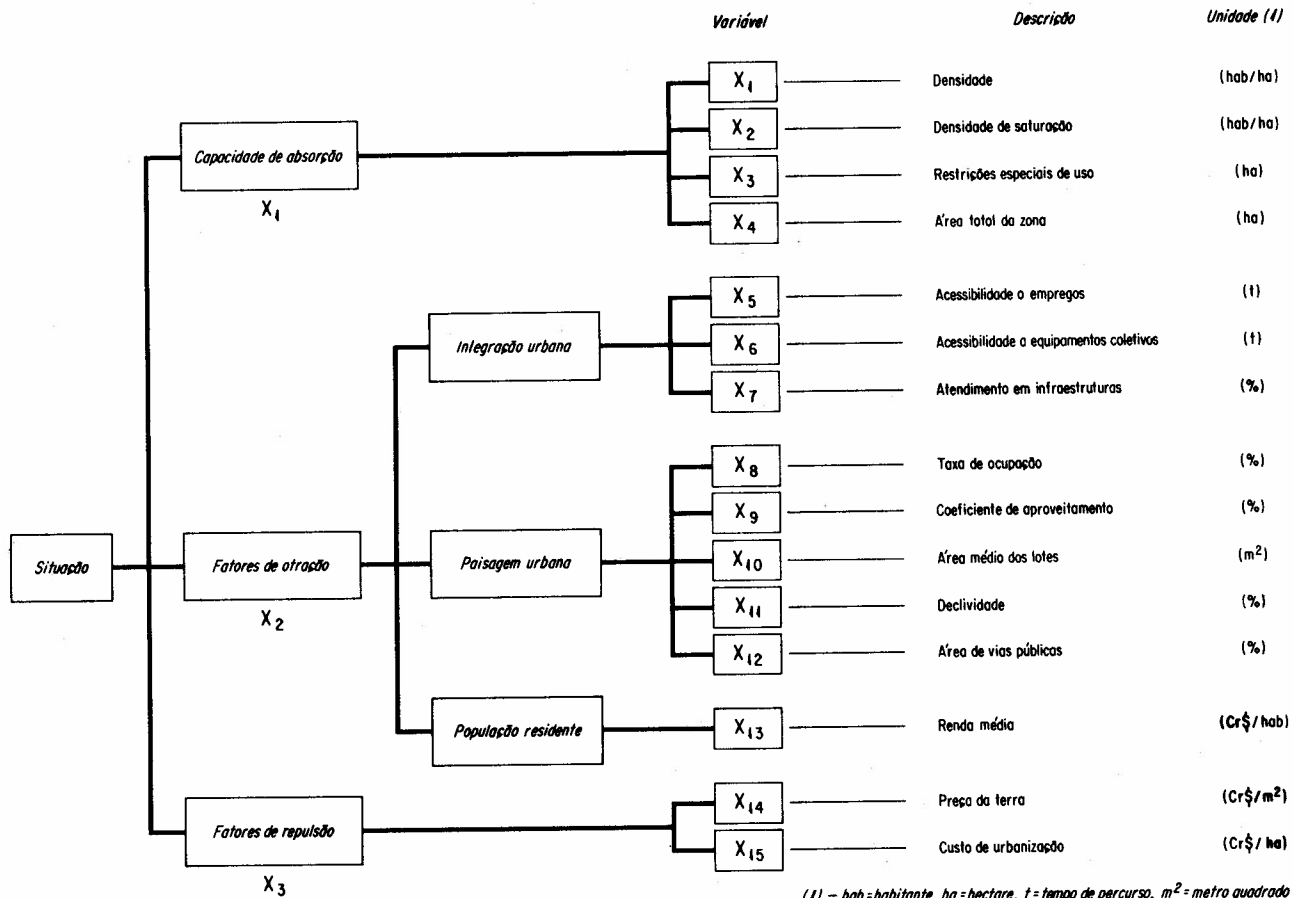
ocupação do solo, de fácil reconhecimento através de fotografias aéreas. Geralmente, as zonas identificadas dessa maneira como homogêneas resultam sê-lo de fato em relação às variáveis da situação, já que estas últimas influem todas sobre o tipo de ocupação do solo.¹⁸

Para descrever a situação urbana com razoável fidelidade, para sua aplicação no PLAMBEL e em primeira aproximação, fixou-se em 15 o número de va-

riáveis de estado x_j , de maneira que $j = 1, \dots, 15$.

A fim de facilitar-se a exposição e compreensão, as variáveis são agrupadas em três subconjuntos denominados X_1 , X_2 e X_3 que contém os fatores de capacidade, atração e repulsão, respectivamente.¹⁹ O conjunto completo, com indicação dos subconjuntos e da unidade de medida de cada variável, encontra-se no quadro 1.

Quadro 1 - Variáveis do MoSCU



Cabem aqui algumas observações, quanto ao nível de detalhamento da descrição da situação urbana através das variáveis. Como evidência aparente, parece que uma descrição é tanto "melhor", quanto mais pormenorizada for, e conseqüentemente, quanto mais variáveis contiver. No entanto, com o aumento do número de variáveis, crescem — e acredito que mais que linearmente — a dificuldade de operacionalização do modelo e o custo de seu processamento. E não se deve esquecer que o fato de um modelo ser representação reduzida de um fenômeno real, não é uma falha em si; pelo contrário, é sua própria essência.²⁰

No caso do MoSCU é fácil argumentar, por exemplo, que empregos diferentes atraem de maneiras diferentes a população, e sugerir que os empregos (X_5) sejam desdobrados em categorias como indústria, serviços, co-

mércio e administração; ou por faixas salariais ou por nível de instrução requerida, ou ainda, por uma combinação qualquer dos critérios anteriores. Não obstante, só a prática pode dizer se valeria a pena ou não proceder a esse desdobramento, e isso varia ainda segundo a finalidade da simulação, assim como de cada caso para o qual está sendo aplicado.

Quanto à maneira de se medir os valores das variáveis, consta aqui apenas uma indicação através da unidade de medida associada a cada uma. A descrição pormenorizada seria exaustiva e não cabe nas dimensões deste artigo.²¹ Assinalemos que os cinco subsistemas componentes do fenômeno urbano, ao qual se refere a hipótese 3, devem ser representados em função dessas variáveis, assim como a estratégia ou estratégias alternativas, cujo efeito se pretende simular.

5. ESQUEMA METROPOLITANO DE ESTRUTURAS: EME

O submodelo EME refere-se ao subsistema SS I: Esquema Metropolitano de Estruturas. Esta denominação refere-se à localização e/ou configuração de estruturas de ordem regional, de uma hierarquia de organização superior àquela das estruturas do sistema urbano local. Os elementos que compõem o subsistema EME são, basicamente:

- a) infra-estrutura física regional, compreendendo as vias de transporte e comunicações regionais, represas e acidentes geográficos de âmbito regional;
- b) localização do emprego básico, compreendendo:
 1. empregos governamentais (nas três esferas: federal, estadual e municipal);
 2. grandes indústrias, existentes ou cuja futura localização já esteja determinada;
 3. comércio atacadista;
 4. prestação de serviços altamente especializados (empregos centrais).

O submodelo EME consiste em traduzir as informações do subsistema anteriormente definido sobre a situação da área de estudo na linguagem das variáveis do MoSCU. Assim, por exemplo, a infra-estrutura física regional influi sobre as variáveis x_3 : restrições especiais de uso (ver ainda a figura 6).

Por outro lado, o número de empregos que pertencem à categoria de emprego básico deve ser projetado em separado pelo setor econômico para as datas que definem os intervalos do período de projeção, de maneira a definir os respectivos insumos durante os intervalos de projeção.²²

6. ASSENTAMENTO RESIDENCIAL: MoSAR

O submodelo MoSAR refere-se ao subsistema SS II: assentamento residencial (AR) e sua finalidade é simular o comportamento dos acréscimos populacionais durante o período de projeção em função da estratégia ou das estratégias alternativas projetadas. O modelo supõe, como desdobramento da hipótese 1 do item 3, que o assentamento residencial se comporte em função dos valores das variáveis x_j que caracterizam a situação urbana no início de cada intervalo de projeção. Essas variáveis podem ser chamadas então de fatores locais do assentamento residencial.

Uma maneira de simular-se o comportamento do assentamento residencial é a aplicação de um modelo de igual nome, exposto em detalhes em artigo anterior nesta revista.²³ Aquele modelo que, por comodidade, podemos passar a chamar de MoSAR-I, aplica-se a casos em que não possua conhecimento sobre a evolução histórica da área de estudo, mas apenas sobre a situação atual. Quanto ao MoSAR sugerido a seguir, sua aplicação requer uma série histórica de dados sobre as

variáveis da situação urbana, disponíveis no caso de Belo Horizonte. Em compensação, o MoSAR é mais confiável que o MoSAR-I, uma vez que incorpora, por assim dizer, o conhecimento da situação urbana e sua dinâmica.

6.1 Definição dos insumos de população

Os insumos de população devem ser projetados, à semelhança dos demais, para as datas que definem os intervalos do período de projeção.²⁴ O acréscimo populacional é um dado externo ao MoSCU e mesmo ao Plano de Estrutura Urbana, fornecido por projeção demográfica, que leva em conta os componentes de crescimento vegetativo e de fluxos migratórios. O objetivo do MoSAR é a distribuição desses acréscimos dentro da área de estudo.

Para se poder caracterizar um comportamento significativo a nível coletivo de certa população é necessário que esta seja homogênea. Seria uma aproximação muito grosseira supor que a população de uma área metropolitana seja homogênea.

Com o objetivo de se obter comportamentos significativos considera-se o acréscimo de população ΔP , num intervalo de projeção Δt , segundo classes de população ΔP_k , e considera-se que a renda seja o indicador mais significativo para definir classes homogêneas, para efeito do comportamento da população em relação ao assentamento residencial. Em primeira aproximação, admitiram-se três classes de renda²⁵ resultando nos insumos

$$\Delta P_k, \quad k = 1, 2, 3$$

do submodelo MoSAR.

6.2 Determinação do comportamento do assentamento residencial (AR)

A determinação do comportamento do assentamento residencial é efetuada a partir do conhecimento da situação de 1967 e do comportamento havido, definido pelos acréscimos de população por classe e por zona, no período 1967-72.²⁶ Para determinar a função matemática que exprima tal comportamento, calibra-se um modelo de regressão linear múltipla das variáveis x_{ij} (x_{ij} = j -ésima variável da i -ésima zona) sobre os insumos de população por zona e classe ΔP_{ki} , a partir das ($m \times k$) 16-uplas de valores

$$\{x_{i1}, \dots, x_{i15}\} \leftrightarrow P_{ki}, \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, m \text{ e} \\ k = 1, 2, 3 \end{array}$$

obtendo-se as funções²⁷

$$P_k = f_k(x_1, \dots, x_{15}), \quad k = 1, 2, 3$$

que exprimem o comportamento do insumo de população de classe k em relação à situação urbana, e em particular, às variáveis x_j que a caracterizam.

Para facilitar a calibração do modelo elaboraram-se hipóteses de comportamento do assentamento residencial em relação à cada variável x_j variando isoladamente (as demais permanecendo em torno de suas respectivas

médias), assim como uma hipótese do tipo de função que leve em conta a ação conjunta das variáveis, por subconjuntos característicos destas (de capacidade de absorção — (X_1) de atração — (X_2) e de repulsão (X_3) , conforme o agrupamento do item 4).

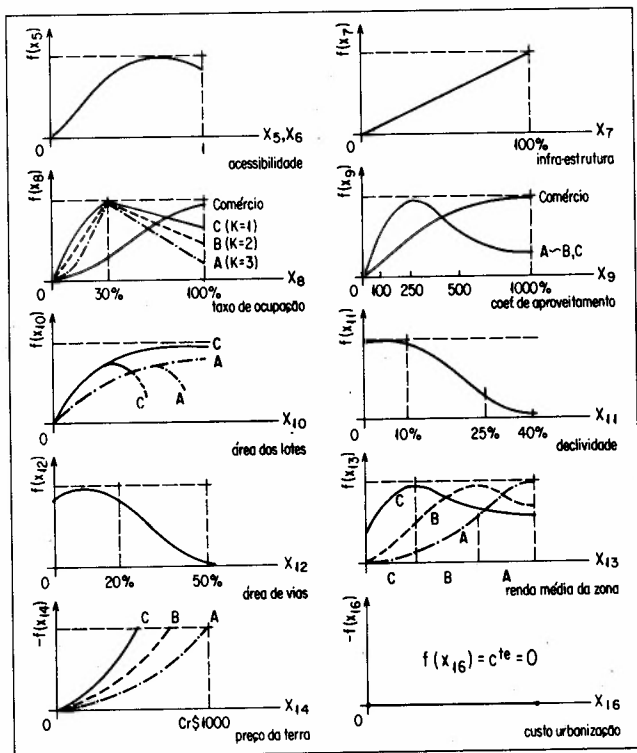
A forma analítica da hipótese sobre a ação conjunta das variáveis é:

$$P_k = F_{k1}(X_1) \cdot [F_{k2}(X_2) - F_{k3}(X_3)], \quad k = 1, 2, 3$$

que ressalta o caráter eliminatório dos fatores de capacidade. As hipóteses de comportamento do assentamento residencial²⁸ em relação a cada variável, variando isoladamente, são representadas graficamente na figura 5,²⁹ com exceção das três primeiras variáveis, referentes à capacidade de absorção da zona, e cujo efeito e inter-relação se expressam simplesmente da forma:

$$F_1(X_1) = (x_4 - x_3) \left(1 - \frac{x_1}{x_2}\right)$$

Figura 5 - Hipóteses de comportamento das classes de população, em relação às variáveis da situação urbana. Os gráficos representam a influência isolada em cada variável x_j (supondo-se as demais constantes em torno de seus valores médios), sobre a atratividade $f(x_j)$, que certo território urbano exerce sobre o assentamento residencial. Esse último é considerado segundo as classes de renda baixa (C), média (B), e alta (A). Nos gráficos que se referem a x_8 e x_9 , está indicado, a título de comparação, o comportamento do comércio. Os tetos de atratividade assinalados em tracejado correspondem a atratividade exercida pela variável x_j , quando essa estiver em seu valor mais atrativo



Na figura 5 estão representados os comportamentos de três classes de população: de baixa (C; $k = 1$), média

(B; $k = 2$) e alta (A; $k = 3$) renda. Para um número qualquer de classes maior que três, as curvas são obtidas por interpolação.

6.3 Determinação dos acréscimos de população ΔP_{ki}

Tendo-se a situação $S_{t=0}^2$ derivada de $S_{t=0}^1$ através de insumos definidos pela estratégia (E) e pelo Esquema Metropolitano de Estruturas (EME) conforme a figura 3, as funções ajustadas

$$\Delta P_k = f_k(x_1, \dots, x_{15}), \quad k = 1, 2, 3 \quad (3)$$

assim como os insumos de população por classes ΔP_k estimados para o intervalo de projeção considerado, os acréscimos de população por classe e por zona, ΔP_{ki} , são determinados então aplicando-se um algoritmo, cujos passos são:

Passo 1: aplicam-se as funções (3) aos valores x_{ij} , $j = 1, \dots, 15$ de cada zona i , obtendo-se a força de atração absoluta ϕ_{ki} de cada zona, em relação a cada classe de população k :

$$\phi_{ki} = f_k(x_{i1}, \dots, x_{i15}), \quad k = 1, 2, 3, \text{ e } i = 1, \dots, m$$

Passo 2: determinam-se as forças de atração relativas φ_{ki} das zonas, em relação a cada classe de população k , fazendo:

$$\varphi_{ki} = \frac{\phi_{ki}}{\phi_{ki}}, \quad k = 1, 2, 3$$

$$i = 0$$

Passo 3: determinam-se os acréscimos de população ΔP_{ki} por classe de população e por zona, fazendo:

$$\Delta P_{ki} = \Delta P_k \varphi_{ki}, \quad k = 1, 2, 3, 4.$$

Observe-se que este algoritmo é simples artifício para reduzir, através da introdução do conceito de atratividade das zonas, a competência das funções ajustadas (3). Tal redução se impõe; de fato essas funções foram calibradas para expressar a distribuição dos acréscimos globais ΔP_k de população dentro da área de estudo (isto é, por zonas) e não para estimar sua magnitude. Com efeito, ficou admitido anteriormente que os insumos globais de população são um dado externo ao MoSCU, uma vez que dependem de fatores exógenos.

7. ESTABELECIMENTO DE ATIVIDADES: MoSEA

O submodelo MoSEA refere-se ao subsistema SS III: estabelecimento de atividades (EA), e sua finalidade, analogamente ao MoSAR, é simular o comportamento dos insumos de atividades pertencentes ao SS III durante o período de projeção.

7.1 Definição das atividades que compõem o SS III

As atividades a que se refere o MoSEA podem ser chamadas, por oposição ao termo emprego básico, que pertence ao EME (item 5), de empregos dispersos. São

aqueles cuja localização não depende diretamente da estratégia (*E*) ou de fatores exógenos como o (*EME*). Ainda podem-se definir as atividades do *SS III* como sendo todos aqueles empregos que não pertencem ao *SS I* (*EME*) e ao *SS IV* (*CE*); equipamentos coletivos (cf. item seguinte), de maneira que:

$$(EME + CE) + EA = \text{todos os empregos.}$$

Os elementos que compõem o subsistema *EA* são, basicamente:

- comércio varejista;
- prestação de serviços de nível local;
- pequenas indústrias;
- recreação a nível local.

Os insumos $\Delta(Ai)$, para as datas que definem os intervalos de projeção, devem ser projetados pelo setor econômico em termos de número de empregos. Tais projeções levam em conta a situação atual, a projeção demográfica e as perspectivas de desenvolvimento econômico da área de estudo.

7.2 Comportamento do EA

O comportamento do estabelecimento de atividades poderia ser determinado e simulado por método semelhante ao do MoSAR, com a condição de que se disponha de sólidos dados sobre sua evolução histórica. Poderia o conjunto de atividades ser também subdividido em classes, de maneira a se obterem populações homogêneas.

Entretanto, podemos supor³⁰ que os tipos de atividade que compõem o *SS III* dependam todos da atração do mercado consumidor. Com base nesta suposição, pode-se aplicar um modelo gravitacional único e mais simples que o MoSAR, admitindo que a atração sobre as atividades consideradas seja exercida pela proximidade e pela quantidade de renda da população residente na área de estudo. Nesse caso, a força de atração absoluta ϕ_i da zona *i* é da forma:

$$\phi_i = \sum_j^j P_j q_j \cdot a^{-a_{ij}}$$

e sua força de atração relativa φ_i fica:

$$\varphi_i = \frac{\phi_i}{\sum_i \phi_i}$$

ou ainda, diretamente:

$$\varphi_i = \frac{\sum_j P_j q_j \cdot d_{ij}^{-a}}{\sum_j P_j q_j \cdot d_{ij}^{-a}}, \quad \begin{cases} i = 1, \dots, m \\ j = 1, \dots, m \end{cases} \quad (4)$$

onde P_j = população da zona *j*;
 q_j = renda média da zona *j*;
 d_{ij} = distância³¹ da zona *i* à zona *j*;
 a = constante positiva.

O valor do expoente *a* pode ser calibrado através de regressão, ou ser adotado simplesmente $a = 1$, ou melhor ainda, $a = 1,35$, valor médio bastante confiável resultante de aplicações de modelos de transportes.

O comportamento do estabelecimento de atividades fica definido então pelo acréscimo do número de empregos (pertencentes ao *SS III*) $\Delta(Ai)$ por zona:

$$\Delta(Ai)_i = \Delta(Ai) \cdot \varphi_i$$

durante o intervalo de projeção Δt .

O acréscimo efetivo de atividades por zona dependerá ainda, além dos fatores de atração, dos fatores de capacidade das zonas. Por exemplo, numa área legislada como estritamente residencial, não se podem estabelecer atividades, e o valor de x_3 , restrições especiais de uso, deverá exprimir essa limitação.

No caso-limite, se a zona inteira for impedida para atividades, far-se-á $x_3 = x_4$ e a capacidade de absorção da zona anula-se (cf. expressão (2) do item 6.2), anulando o respectivo acréscimo de atividades.

8. CONSTRUÇÃO DE EQUIPAMENTOS COLETIVOS: MoSCE

O submodelo MoSCE refere-se ao subsistema *SS IV*: construção de equipamentos coletivos. Essa denominação designa os equipamentos construídos ou administrados diretamente pelos órgãos governamentais, visando ao bem-estar coletivo dos habitantes da área urbana. Os elementos que compõem o subsistema *CE* são, basicamente:

- equipamentos culturais;
- equipamentos de saúde;
- equipamentos educacionais;
- equipamentos esportivos;
- áreas verdes equipadas;
- serviços públicos de atendimento à população.

Os insumos $\Delta(Eq)$ do sistema *CE*, para as datas que determinam os intervalos de projeção Δt , são definidos diretamente pela estratégia (*E*), ou por estratégias alternativas projetadas para os respectivos intervalos, através dos planos e programas de obras referentes aos equipamentos coletivos.³¹

O submodelo MoSCE consiste em traduzir os planos e programas referentes ao subsistema respectivo e constantes na estratégia (*E*) definida para o intervalo de projeção Δt considerado, na linguagem das variáveis do MoSCU. Assim, a construção de equipamentos coletivos altera os valores das variáveis x_6 (acessibilidade a equipamentos coletivos) e x_5 (acessibilidade a empregos). Os acréscimos Δx_6 , alimentarão então (cf. figura 4) a situação $S_t^0 = \Delta_t$ para levá-la em $S_t^1 = \Delta_t$.

Observe-se que, conforme o exposto no item 3, os efeitos dos insumos do *CE* se fazem sentir sobre a situação urbana no fim do intervalo de projeção³² e consequentemente, sobre as atividades induzidas dos subsistemas II e III, assentamento residencial e estabelecimento de atividades, apenas no intervalo de projeção subsequente.

9. CONSTRUÇÃO DE INFRA-ESTRUTURAS: MoSCI

O submodelo MoSCI refere-se ao subsistema *SS V*: construção de infra-estruturas urbanas. Esta denominação designa as infra-estruturas construídas ou ad-

ministradas diretamente pelos órgãos governamentais que atuam na área de estudo. Os elementos que compõem o subsistema *CI* são, basicamente:

- a) rede de vias e logradouros públicos;
- b) pavimentação;
- c) coleta de esgoto;
- d) abastecimento de água;
- e) rede de energia elétrica;
- f) iluminação pública;
- g) outros: coleta de lixo, distribuição de correio, rede telefônica.³³

À semelhança do subsistema *CE* do item anterior, os insumos $\Delta(I_e)$ do subsistema *CI* para as datas que determinam os intervalos de projeção Δt , são definidos diretamente pela estratégia (*E*) ou estratégias alternativas projetadas para os respectivos intervalos.

O submodelo MoSCI consiste em traduzir os planos e programas, referentes ao subsistema respectivo e constantes na estratégia (*E*) definida para o intervalo de projeção Δt considerado, na linguagem das variáveis do MoSCU. Assim, a construção de infra-estruturas altera os valores das variáveis x_5, x_6, x_7 (acessibilidade a empregos, acessibilidade a equipamentos coletivos e atendimento em infra-estruturas, respectivamente), assim como de x_{14} (preço da terra). Os acréscimos

$$\Delta x_j \quad j = 5, 6, 7, 14$$

alimentarão então (cf. figura 4) a situação $S_{t+\Delta t}^1$, para levá-la em $S_{t+\Delta t}$, ou seja, a situação no fim do intervalo de projeção.

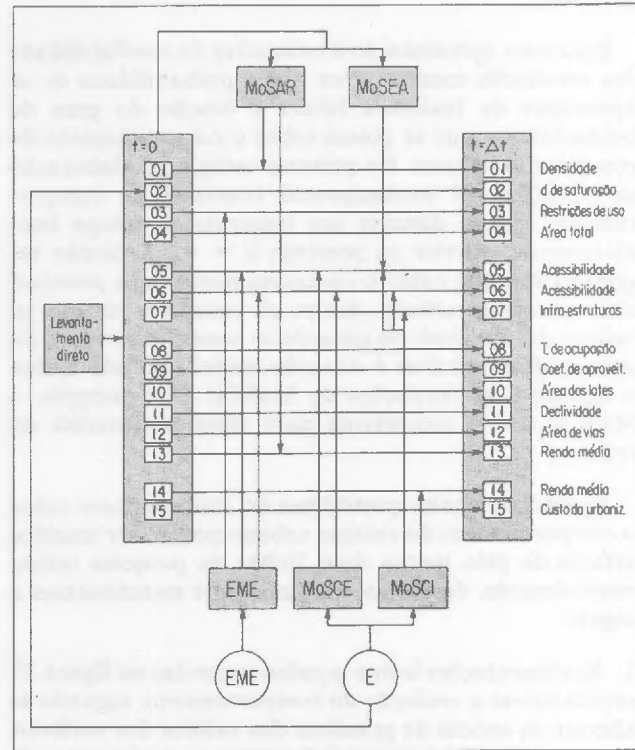
10. ATUALIZAÇÃO DOS VALORES DAS VARIÁVEIS

Tendo sido aplicados todos os submodelos referentes aos cinco subsistemas do crescimento urbano, os valores das variáveis da situação devem ser atualizados e ordenados no fim de cada intervalo de projeção fornecendo os insumos para a situação inicial do intervalo subsequente ou, no caso do último intervalo do período de projeção, para a avaliação (*A*) da situação resultante. A figura 6, resume os efeitos imediatos de cada submodelo sobre cada uma das variáveis.

11. RECAPITULAÇÃO

Conhecendo-se uma situação urbana $S_{t=0}$ e tendo sido estabelecida uma estratégia (*E*) de intervenção, pode-se estimar o efeito dessa estratégia para um prazo π , simulando o crescimento urbano durante o período π considerado, e obtendo-se a situação resultante $S_t = \pi$.

Figura 6 - Atualização dos valores das variáveis de situação: efeitos imediatos dos submodelos sobre as variáveis durante um intervalo de projeção



Para tanto, divide-se o período π em intervalos de tempo Δt_1 , de maneira que

$$\sum_1^j \Delta t_1 = \pi$$

e aplica-se o modelo MoSCU para cada intervalo de projeção Δt_1 num processo iterativo até percorrer o período de projeção π desejado. Os intervalos Δt_1 não são necessariamente iguais entre si: no entanto, é desejável que sejam da mesma ordem de grandeza para facilitar o controle do grau de precisão da simulação. A escolha do período π e dos intervalos Δt_1 de projeção depende das finalidades específicas da simulação. Além da avaliação de uma estratégia global a médio ou longo prazo π , outros fins podem orientar a escolha dos intervalos. Assim, os intervalos Δt_1 podem ser escolhidos de maneira a coincidirem com datas intermediárias marcantes, como por exemplo, mudança de gestão de governo, ou prazos de projetos setoriais de curto ou médio prazo, cujos efeitos se queira avaliar.

Lembremos que a finalidade da simulação do crescimento urbano é a avaliação prévia de estratégias alternativas, ou a solução antecipada de problemas futuros. É claro que a avaliação é sempre probabilística, mas isto

é o suficiente para reduzir os custos esperados das intervenções em áreas urbanas, através da redução do risco de erros.

Para uma aproximação à estimativa da confiabilidade dos resultados consideremos que a probabilidade de se aproximar da realidade futura é função do grau de conhecimento que se possui sobre o comportamento do crescimento urbano. No presente estágio de elaboração do MoSCU, tal conhecimento baseia-se no comportamento havido durante um intervalo de tempo imediatamente anterior ao presente ($t = 0$). A função regressão exprime então o *comportamento mais provável do crescimento urbano, dentro de condições em que os valores das variáveis da situação se mantêm em torno de suas médias, relativas à situação inicial*. Tal fato define o alcance e as limitações do MoSCU. Por exemplo, o MoSCU não é competente para simular situações de crise.

Aperfeiçoamentos posteriores do conhecimento sobre o comportamento do sistema urbano podem ser trazidos através de pelo menos duas linhas de pesquisa (além, naturalmente, de outras eventuais) que mencionamos a seguir:

1. Realimentações (como aquelas sugeridas na figura 3), estudando-se a *evolução do comportamento*, segundo se alteram as ordens de grandeza dos valores das variáveis da situação. Isso propiciaria um conhecimento da evolução do comportamento do sistema urbano, uma espécie de conhecimento sobre o "comportamento do comportamento".

2. Análises sobre o comportamento em si, alterando-se deliberadamente os parâmetros obtidos pela regressão em função de *comportamentos desejados*, com o intuito de se estudar como poderia o comportamento ser levado a modificar-se no sentido expresso pela alteração dos parâmetros (mudanças na escala de valores da sociedade, ou de grupos da sociedade, por exemplo).

Aumentando-se assim o conhecimento sobre o comportamento do crescimento urbano, haveria um aumento correspondente na confiabilidade das previsões sobre o mesmo. No Brasil, quando comparadas com aquelas de outros países, que têm metodologia de planejamento mais ou menos estabelecida, as taxas de crescimento urbano são excepcionalmente elevadas. Isso implica, por um lado, dificultar as previsões, por aumentar o número esperado de imprevistos durante certo intervalo de tempo. Por outro, o mesmo fato facilita, ou acelera, o processo de experimentação sobre o comportamento do sistema urbano. Com efeito, no caso do MoSCU, intervalos de projeção da ordem de três anos são razoáveis no Brasil, por serem acompanhados de insumos de crescimento em escala significativa, enquanto que intervalos da mesma amplitude seriam insignificantes em regiões urbanas com crescimento de 1 ou 2% ao ano.

A primeira implicação constitui uma dificuldade que não podemos evitar. A segunda, por sua vez, constitui uma potencialidade que podemos explorar, ou deixar de fazê-lo. ■

1 "(Fazer um plano é) ...preparar um *desejável* que pareça *plausível* ao espírito prospectivo e que se torne provável para uma sociedade empenhada em sua realização." Massé, Pierre. *Le plan, ou l'anti-hasard*. Paris. Gallimard, 1965. Os grifos são meus (N. do A.)

2 Pode haver controvérsia quanto à competência do planejamento sobre a fixação de metas. Com efeito, pode-se argumentar que a utopia, ou *Weltanschauung*, é do âmbito da filosofia; as metas, do âmbito da política; e que ao planejamento cabe a elaboração de uma estratégia, em função de metas anteriormente estabelecidas. Prefiro considerar que a elaboração das metas é da competência do planejamento; para tanto é necessário apenas que a utopia seja suficientemente explicitada (através de um modelo de qualidade de vida desejada, por exemplo) por parte dos políticos e, em última análise, pela própria sociedade.

3 Observe-se que planejamento só tem sentido enquanto processo contínuo. Não se pode planejar "de uma vez".

4 Para uma visão geral sobre modelos de planejamento de âmbito urbano, ver Dantas, Jorge. *Modelos em planejamento urbano e regional: um enfoque epistemológico*. São Paulo. Gráfica da FAUUSP. 1974.

5 Lowry, Ira S. *A model of metropolis*. Santa Monica. Ca. The Rand Co. 1964.

6 Goldner, William. The Lowry model heritage. *Journal of the American Institute of Planners*, v. 37, n. 2, Mar., 1971. Para uma visão complementar sobre modelos e jogos de simulação urbanos, veja-se ainda *Ekistics*, v. 37, n. 222. May, 1974.

7 Forrester, Jay. *Urban dynamics*. Cambridge. Mass. MIT Press. 1968.

8 Hipótese que, obviamente, afasta-se muito da realidade.

9 Deák, Csaba. Modelo de simulação do assentamento residencial — MoSAR. *Revista de Administração de Empresas*, v. 12, n. 2, jun. 1972.

10 O MoSCU foi originalmente concebido como um instrumento para a elaboração e avaliação do Plano de Estrutura Urbana do PLAMBEL.

11 Define-se aqui estratégia como o conjunto de ações e medidas efetivas que a administração realizará na área de intervenção para a consecução dos objetivos.

12 De fato, a obtenção e elaboração dos dados que entram num modelo de simulação constitui tarefa de dificuldade de execução não desprezível, o que é uma das razões da pouca utilização dos mesmos na área do urbanismo.

13 Lembre-se que gradiente é uma função que tem como componentes as derivadas parciais da função primitiva. Como tal, exprime a "tendência" da evolução da situação no instante considerado.

14 Uma publicação do STCAU — Service Technique Central d'Aménagement e d'Urbanisme, Avr. 1968.

15 SFT: setor físico-territorial; SS: setor social; SI: setor institucional; SE: setor econômico.

16 O modo de avaliação das alternativas resultantes, apesar de merecer um capítulo, não é tratado aqui por limitações de espaço.

17 Para uma discussão sobre a precisão da simulação, veja-se ainda Deák, Csaba. Modelo de simulação do assentamento residencial MoSAR, item 10, in: *Revista de Administração de Empresas*, v. 12, n. 2, jun., 1972.

18 Uma verificação, após a realização das pesquisas, é sempre possível através da análise de dispersão dos valores das variáveis na amostra, por zona.

19 O termo fator de capacidade refere-se à capacidade de absorção de insumos de certa unidade territorial, ou zona, considerada. Os termos

atração e repulsão referem-se aos subsistemas II e III: assentamento residencial e estabelecimento de atividades.

20 Lembro-me de palavras de Ackoff, numa conferência proferida em São Paulo em 1972: "(...) Uma característica fundamental de um bom modelo é que tenha poucas variáveis."

21 Quando à maneira de se medir algumas das variáveis, indicações mais pormenorizadas encontram-se no artigo de Deák, citado na nota 17.

22 Observe-se que este enfoque equivale a considerar as variáveis do subsistema EME como exógenas em relação ao MoSCU.

23 Cf. op. cit. na nota 17.

24 Um período de projeção de 20 anos, por exemplo, pode ser dividido em intervalos de três a cinco anos. A escolha do intervalo de projeção é uma questão de precisão.

25 Aumentando o número de classes com subdivisão maior da renda ou pela introdução de outros critérios, como nível de instrução ou categoria socioocupacional, resultam classes de população mais homogêneas. A esse respeito, valem as mesmas considerações feitas a respeito da homogeneidade das zonas, no item 4.

26 Dado o estágio atual de desenvolvimento das técnicas matemáticas este é o modelo de maiores recursos para a obtenção de tais funções. Nos anos futuros assistiremos provavelmente ao desenvolvimento de modelos não-lineares que possuirão maiores recursos ainda.

27 No caso de Belo Horizonte havia da ordem de 60 zonas, seja $m = 1, \dots, 60$. Portanto, obter-se-iam três funções $\Delta P_k = f_k(x_j)$ a partir de 60 16-uplas cada.

28 Estas hipóteses são resultados empíricos da prática urbanística.

29 Na verdade, é de difícil avaliação a utilidade de tais hipóteses de comportamento para o ajuste do modelo de regressão que será escolhido em última instância em função da aderência dos modelos testados; não obstante, as mesmas servem ao menos, de ajuda à análise e compreensão do fenômeno urbano, orientando a análise da situação urbana, a elaboração dos modelos desejáveis de uso do solo e das estratégias de implantação.

30 Até prova em contrário.

31 Medida em tempo de percurso, de centróide a centróide.

32 Lembre-se que tais estratégias (E) levam em conta, ou melhor, são uma tentativa de alcançar as metas setoriais, que incluem um nível desejado de atendimento em equipamentos coletivos.

33 Já que a execução de um programa qualquer de obras leva um lapso de tempo da ordem de alguns anos, e o que se quer simular é o efeito das obras e não da intenção de executá-las.

34 A variável x_7 é um índice de atendimento em infra-estrutura, composto pelos itens aqui relacionados e ponderados pelos respectivos custos de implantação, descrita mais detalhadamente na obra citada na nota 17.

O CONTADOR DIANTE DA ESFINGE – o livro definitivo sobre a **CORREÇÃO MONETÁRIA DO ATIVO** – Autor: Henrique Goldkorn (vide o artigo: "Graves falhas da nova sistemática", neste número da Revista de Administração de Empresas).

| | |
|--|--|
| Preços por exemplar (incluídas despesas de remessa, sob registro) | (420 páginas + Índice) Brochura Encadernado |
| Pagamento contra reembolso postal (somente para exemplar único) | Cr\$ 65,00 Cr\$ 95,00 |
| Encomenda acompanhada de fundos sobre o Rio de Janeiro (desconto de 10% para encomenda simultânea de dois ou mais exemplares). | Cr\$ 55,00 Cr\$ 80,00 |

Pedidos à Editora FAMA Publ. Ltda. – Av. Pres. Vargas, 583/2012
RIO DE JANEIRO – Telefone 221-2049 (ou solicite folheto explicativo)