Campus de São Carlos

**UMA AVALIAÇÃO DO MODELO *META* PARA
CÁLCULO DE CUSTOS DE TRANSPORTES E SEU USO
NA TRIBUTAÇÃO DE TERRENOS URBANOS OCIOSOS**

ARCHIMEDES AZEVEDO RAIA JUNIOR

ORIENTADOR:

PROF. DR. ANTÔNIO NÉLSON RODRIGUES DA SILVA

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

**ESCOLA DE ENGENHARIA
DE SÃO CARLOS**

✓
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

**UMA AVALIAÇÃO DO MODELO *META* PARA CÁLCULO DE
CUSTOS DE TRANSPORTES E SEU USO NA TRIBUTAÇÃO DE
TERRENOS URBANOS OCIOSOS**

ARCHIMEDES AZEVEDO RAIA JUNIOR

ORIENTADOR: PROF. DR. ANTÔNIO NÉLSON RODRIGUES DA SILVA

DEDALUS - Acervo - EESC

31100016442

DISSERTAÇÃO APRESENTADA À ESCOLA
DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS DA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO PARA A
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM
TRANSPORTES.

SÃO CARLOS

1995

Class.	Tese-EESE
Cult.	4674
Tombo	089/95

at 0741798

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca - EESC-USP

R149a Raia Junior, Archimedes Azevedo
Uma avaliação do modelo META para cálculo de custos de
transportes e seu uso na tributação de terrenos urbanos ociosos /
Archimedes Azevedo Raia Junior. – São Carlos, 1995.
144p.

Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São
Carlos-Universidade de São Paulo, 1995.
Orientador: Prof. Dr. Antônio Néison Rodrigues da Silva

1. Custos - transportes. 2. Vazios urbanos. 3. Tributação de
imóveis urbanos. I. Título

À minha mãe, à Lucia Lia,
Guilherme e Henrique, pelo amor e compreensão.

AGRADECIMENTOS

- Ao Antônio Néelson Rodrigues da Silva, pela amizade, paciência e valiosa orientação.
- Ao professor Antonio Clóvis Pinto Ferraz, pelo exemplo de pessoa, competência e orientação.
- Aos funcionários da Companhia Tróleibus Araraquara, particularmente ao Engº. Milton Belloti, Socióloga Eliana Rufino, Antonio Almeida e a todos os estagiários.
- Aos funcionários da CPFL/Araraquara: Engº. Benedito Vasconcelos, Engº. Manfred Holzhausen e Tec. Armando Biagioni Filho.
- Aos funcionários da Prefeitura Municipal de Araraquara: Arqº. Luciana Cintrão, Engº. Murilo Corrêa e Engº. Edécio Tositto.
- Ao Renato da Silva Lima e à Ana Paula Rodrigues Alves da Silva pela inestimável colaboração.
- Aos demais professores e a todos os funcionários do Departamento de Transportes da EESC-USP, pela receptividade e apoio.
- A todos os amigos e colegas da UFSCar.

MUITO OBRIGADO

RESUMO

O espalhamento urbano causado por terrenos vazios, mantidos com fins especulativos é, atualmente, um grande problema para as cidades brasileiras. Uma alternativa para minimizar este problema é sobretaxar os terrenos vazios, tomando como referência os custos adicionais de transportes e infra-estrutura por eles causados. Esses custos podem ser calculados com o auxílio de modelos matemáticos, como é o caso dos modelos META, que calcula os custos de transportes, e INFRA, para o cálculo dos custos de infra-estrutura. Esses modelos são simplificados e utilizam técnicas já consagradas em países desenvolvidos, que foram adaptados à realidade brasileira, onde há carência de dados.

Neste trabalho é feita uma verificação nos parâmetros e hipóteses adotadas pelo modelo META. O processo se inicia com a fase de geração de viagens, em que se considera basicamente o tipo de atividade existente em cada zona como elemento de produção de viagens, assim como a existência de pólos especiais de atração de viagens. A etapa de distribuição de viagens utiliza o conhecido modelo gravitacional.

Uma das principais conclusões deste trabalho é que o modelo META não representa bem as viagens por ônibus, além de seu programa de computador ser de difícil uso, o que não favorece eventuais alterações e correções. Grandes foram as dificuldades para obtenção das taxas de geração de viagens. No entanto, o modelo META é de fato simples, e as simplificações não parecem comprometer os resultados. Com pequenas correções, pode se tornar uma ferramenta útil para o cálculo da tributação de vazios urbanos, como foi comprovado no estudo de caso realizado na cidade de Araraquara-SP.

ABSTRACT

Urban sprawl is nowadays a serious problem for the Brazilian cities. The spreading of the cities is produced mainly by vacant lots, many of them kept unused aiming speculation purposes. A way to minimize this problem is to impute heavy taxes to those vacant parcels. The value of the taxes may be estimated using the additional transportation and infrastructure costs produced by the idle land to the entire city, and this can be done with the support of mathematical models. The models META and INFRA are examples of tools used to calculate, respectively, transportation and infrastructure costs of any medium-sized city. They are simple models, based on traditional techniques widely used on developed countries, but adapted to the situation in Brazil, where there is a critical lack of data.

In this work an analysis of the parameters and hypotheses considered in the formulation of the META model is performed. Two important phases of it are the trip generation and the trip distribution models. In the first one, the sort of activity in each zone of the city is the main factor to produce trips, while the trip attraction is based on the existence of areas with commercial, industrial, and educational activities. The trip distribution phase is based on the well-known gravity model.

One of the main conclusions of this work is that the META model does not represent well the bus trips. Additionally, the computer program is not easy to use, making very hard any change or correction. The critical phase of the model implementation is the trip generation phase, because the trip generation rates are very difficult to obtain. On the other hand, META is really a very simple model, and its simplicity does not jeopardize the results accuracy. With minor changes, it can be a very useful tool in the calculation of the taxes of vacant urban land, as it has been proved in the case study here performed in the city of Araraquara-SP.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	01
1.1 OBJETIVO DO TRABALHO	02
1.2 IMPORTÂNCIA DO TEMA	02
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO	03
 2. A URBANIZAÇÃO, O CRESCIMENTO E O ESPALHAMENTO DAS CIDADES BRASILEIRAS	 06
2.1 A URBANIZAÇÃO DAS CIDADES BRASILEIRAS	06
2.1.1 A urbanização nos países desenvolvidos - o exemplo dos Estados Unidos	12
2.2 AS CIDADES MÉDIAS NO BRASIL	14
2.3 O ESPALHAMENTO E OS VAZIOS DAS CIDADES BRASILEIRAS	15
2.4 AS CONSEQUÊNCIAS DOS VAZIOS URBANOS	20
2.5 UMA FORMA DE MINIMIZAR OS PROBLEMAS PROVOCADOS PELOS TERRENOS OCIOSOS	22
 3. O CRESCIMENTO, A URBANIZAÇÃO E OS VAZIOS URBANOS EM ARARAQUARA/SP	 24
3.1 ARARAQUARA: SUA CRIAÇÃO E CRESCIMENTO	24
3.2 A URBANIZAÇÃO, O ESPALHAMENTO E OS VAZIOS URBANOS EM ARARAQUARA	30
 4. O USO DE MODELOS EM TRANSPORTES	 39
4.1 MODELOS SIMPLIFICADOS EM TRANSPORTES	39
4.2 MODELOS SIMPLIFICADOS DE TRANSPORTES NO BRASIL	44
4.3 O MODELO META	47
4.3.1 Caracterização da cidade	47

4.3.2 <u>Geração de viagens</u>	49
4.3.2.1 <u>Produção de viagens</u>	49
4.3.2.2 <u>Atração de viagens</u>	51
4.3.3 <u>Distribuição de viagens</u>	53
4.3.4 <u>Cálculo dos custos de transportes</u>	57

5. UMA VERIFICAÇÃO DO MODELO META E SUA APLICAÇÃO PARA UM CASO REAL..... 60

5.1 O USO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS	61
5.2 CARACTERIZAÇÃO DA CIDADE	63
5.2.1 <u>Levantamento de dados sobre adensamento populacional urbano</u>	64
5.2.2 <u>Levantamento de dados sobre níveis de renda da população</u>	66
5.2.3 <u>O levantamento das áreas das zonas de tráfego</u>	69
5.3 GERAÇÃO DE VIAGENS	73
5.3.1 <u>Produção de viagens</u>	73
5.3.2 <u>Atração de viagens</u>	76
5.4 DISTRIBUIÇÃO DE VIAGENS.....	79
5.5 CUSTOS DE TRANSPORTES	87
5.5.1 <u>Levantamento do número médio de passageiros</u>	87
5.5.2 <u>Levantamento do custo médio por quilômetro</u>	89

6. OS CUSTOS DE TRANSPORTES E INFRA-ESTRUTURA PARA A CIDADE DE ARARAQUARA..... 92

6.1 INTRODUÇÃO	92
6.2 O MODELO INFRA	94
6.2.1 <u>As equações do modelo INFRA</u>	96
6.2.2 <u>Cálculo dos custos de transportes e infra-estrutura</u>	98
6.2.2.1 <u>Custos de transportes</u>	99
6.2.2.2 <u>Custos de infra-estrutura</u>	109

7. <u>TRIBUTAÇÃO DE TERRENOS URBANOS</u>	114
7.1 UMA ABORDAGEM SOBRE O IPTU.....	114
7.2 A FUNÇÃO EXTRAFISCAL DO IPTU	115
7.3 UMA SISTEMÁTICA ALTERNATIVA DE TRIBUTAÇÃO.....	116
7.4 APLICAÇÃO PARA A CIDADE DE ARARAQUARA	119
7.4.1 <u>Cálculo do imposto a ser pago pelos proprietários de todos os terrenos</u>	119
7.4.2 <u>Cálculo das taxas a serem pagas pelos proprietários dos terrenos servidos pelas</u> <u>redes de infra-estrutura</u>	121
7.4.3 <u>Cálculo do imposto a ser pago pelos proprietários dos terrenos ociosos</u>	123
7.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS	125
8. <u>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</u>	128
9. <u>BIBLIOGRAFIA</u>	135

LISTA DE QUADROS

QUADRO 2.1 - Crescimento populacional brasileiro desde 1940.	09
QUADRO 2.2 - Distribuição da população nas classes de centros urbanos brasileiros.....	09
QUADRO 2.3 - Distribuição dos municípios brasileiros que cresceram mais de 50 mil habitantes, segundo grupos de crescimento de população (de 1980 a 1991).	11
QUADRO 2.4 - Urbanização de alguns países industrializados e em desenvolvimento (em 1985).	12
QUADRO 2.5 - A variação da população nos Estados Unidos de 1950 a 2000.	13
QUADRO 3.1 - Populações total, urbana e os crescimentos do Brasil e de Araraquara.....	31
QUADRO 3.2 - População urbana e rural de Araraquara.	31
QUADRO 3.3 - Evolução da aprovação de loteamentos em Araraquara.....	33
QUADRO 3.4 - Histórico de novas construções e lotes em Araraquara.....	34
QUADRO 3.5- Área do perímetro urbano de Araraquara e suas sub-áreas.	37
QUADRO 3.6 - Taxas médias geométricas brasileiras anuais.	38
QUADRO 5.1 - Adensamento, número de quadras e população por área.	65
QUADRO 5.2 - Faixas de consumo de energia elétrica e nível de renda.	68
QUADRO 5.3 - Comparação das áreas obtidas através do <i>software</i> TransCAD e de planímetro.	72
QUADRO 5.4 - Taxas de produção de viagens para Araraquara.	75
QUADRO 5.5 - Número de pessoas ocupadas em diversas áreas produtivas.	77
QUADRO 5.6 - Vagas oferecidas em estabelecimentos de ensino em Araraquara.	78
QUADRO 5.7 - Taxas de atração de viagens para Araraquara.	79
QUADRO 5.8 - Número médio de passageiros por veículo para diferentes níveis de renda.	89
QUADRO 6.1 - Resultados da fase de geração de viagens para a Configuração Real.	103
QUADRO 6.2 - Resultados da fase de geração de viagens para a Configuração 2.	104
QUADRO 6.3 - Resultados da fase de geração de viagens para a Configuração 3.	105
QUADRO 6.4 - Resultados da fase de geração de viagens para a Configuração 4.	106
QUADRO 6.5 - Resultados da fase de geração de viagens para a Configuração 5.	107
QUADRO 6.6 - As distâncias médias de cada configuração e suas variações em relação à Configuração Real.	108

QUADRO 6.7 - Resumo da fase de avaliação dos custos de infra-estrutura da Configuração Real.....	110
QUADRO 6.8 - Resumo da fase de avaliação dos custos de infra-estrutura da Configuração 2.	111
QUADRO 6.9 - Resumo da fase de avaliação dos custos de infra-estrutura da Configuração 3.	111
QUADRO 6.10 - Resumo da fase de avaliação dos custos de infra-estrutura da Configuração 4.	112
QUADRO 6.11 - Resumo da fase de avaliação dos custos de infra-estrutura da Configuração 5.	112
QUADRO 6.12 - Custos das redes de transporte e infra-estrutura da Configurações Real, 2, 3, 4 e 5, calculados com os modelos META e INFRA.	113
QUADRO 7.1 - Custos de capital e operação para transporte e infra-estrutura para as diferentes configurações.	120

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3.1 - Localização de Araraquara no estado de São Paulo.....	25
FIGURA 3.2 - O primeiro núcleo de Araraquara em 1860.	27
FIGURA 3.3 - A cidade de Araraquara em 1877.....	28
FIGURA 3.4 - A expansão dos loteamentos em Araraquara.	33
FIGURA 5.1 - Mapas de níveis de adensamento populacional em Araraquara	65
FIGURA 5.2 - Localização espacial dos transformadores de energia elétrica.	68
FIGURA 5.3 - Sistema viário de Araraquara.	71
FIGURA 5.4 - Variação nos valores de α para a função potência para autos.	83
FIGURA 5.5 - Variação nos valores de α para a função exponencial para ônibus.	83
FIGURA 5.6 - Trajetos de linhas trolebus, diesel e corujão.....	85
FIGURA 5.7 - Localização das zonas de tráfego.....	86
FIGURA 6.1 - Variação do custo de infra-estrutura, por hectare, em função da densidade populacional, para cidades médias brasileiras.....	94
FIGURA 6.2 - Variação do custo de infra-estrutura, por habitação, em função da densidade populacional, para cidades médias brasileiras.....	95
FIGURA 6.3 - Esquema mostrando as zonas da cidade atual (Configuração Real).....	101

1. INTRODUÇÃO

A intensidade verificada no processo de urbanização que ocorreu no século XX, pode ser responsabilizada por sérios problemas de ordem econômica e social, em diversas cidades do mundo. No Brasil, o acelerado processo de urbanização ocorreu sem o proporcional desenvolvimento econômico, fazendo com que muitas cidades, principalmente as grandes e algumas médias, adquirissem fisionomias de um grande inchaço populacional. Neste processo, o poder público local acabou não suprimindo os novos contingentes populacionais de infra-estrutura e serviços urbanos, por absoluta falta de recursos financeiros, em uma parte dos casos e por incapacidade de melhor aplicar os recursos públicos, de acordo com um relatório do Banco Mundial (SOTERO, 1994), em outra parte.

Paralelamente ao fluxo de novos moradores que se instalavam nos centros urbanos e, como consequência desse fluxo, um outro grave problema surgiu: a presença de vazios urbanos. Um grande número de cidades chega a ter a mesma proporção de áreas ocupadas e terrenos vazios.

A presença desses vazios tem provocado grandes impactos negativos, econômicos e sociais, ampliando a área urbanizada além da necessária para abrigar a população, gerando altos custos na implantação de redes infra-estrutura e de equipamentos sociais, além de provocar a implantação de linhas de transportes coletivos, sendo a maior parte delas deficitárias, submetendo o cidadão ao sacrifício de longos percursos no trajeto da moradia ao local de trabalho e vice-versa. Em

grande parte dos casos, a população acaba ficando desprovida dessa infra-estrutura urbana, essencial para a dignidade do cidadão.

1.1 OBJETIVO DO TRABALHO

Este trabalho está fundamentado na metodologia alternativa criada por SILVA (1993), para a tributação do solo urbano ocioso, a partir de custos de transportes e infra-estrutura.

Em seu trabalho, SILVA (1993) procurou mostrar a viabilidade da metodologia, classificada como de fácil utilização por técnicos municipais e por escritórios de planejamento, fazendo a sua aplicação para a cidade de São Carlos. No entanto, os dados utilizados naquele exemplo foram estimados. Torna-se necessária uma verificação das condições para a aplicação da metodologia, utilizando dados reais e procurando-se conhecer as dificuldades e facilidades encontradas, na prática, para a aplicação da metodologia.

São, portanto, dois os objetivos deste trabalho. Primeiro, verificar os parâmetros utilizados e hipóteses adotadas pelo modelo META, utilizado para o cálculo dos custos de transportes. Segundo, fazer uma aplicação de toda a metodologia proposta por SILVA (1993), para a cidade de Araraquara, a partir de dados reais.

1.2 IMPORTÂNCIA DO TEMA

A urbanização caótica que vem ocorrendo no Brasil, conduz as cidades a um círculo vicioso muito preocupante: constata-se um número crescente de governos

municipais cada vez mais depauperados, que, por sua vez, enfrentam cidades com custos cada vez maiores.

A concentração de poder e renda numa minoria da população provoca uma concentração espacial, de maneira geral situada nas áreas mais próximas ao centro das cidades. A população que exerce tal influência acaba por receber a maior parcela do já minguado orçamento público. Assim, as áreas favorecidas valorizam-se constantemente, contrastando com as áreas periféricas. É uma realidade extremamente injusta do ponto de vista social.

O regime capitalista prevê a liberdade de propriedade e este direito deve ser preservado. Porém, quem quiser especular com áreas vazias na zona urbana, deverá pagar pelo ônus que impõe à comunidade.

A metodologia proposta por SILVA (1993) é uma estratégia que calcula esse ônus e, ainda mais, permite que uma reflexão seja feita sobre o assunto. Além disso, sugere que cidades mais econômicas sejam almejadas, o que tem sido motivo de estudo para muitos pesquisadores, não só de países do Terceiro Mundo, como também de países industrializados.

A partir dos conceitos apregoados por SILVA (1993), expressos implicitamente em sua estratégia de tributação, o despertar para uma nova economia urbana pode ser acompanhado de uma fonte alternativa de recursos, os quais poderão ser utilizados nas áreas periféricas, preferencialmente, pois são justamente aquelas que pagam o ônus maior pelo espalhamento das cidades.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Para que se possa avaliar a pertinência da metodologia estudada neste trabalho, é fundamental se conhecer a forma como ocorreu a urbanização e o

espalhamento das cidades brasileiras, principalmente as cidades médias (alvo deste estudo). Este é o conteúdo básico do capítulo 2. Neste capítulo é feita uma revisão bibliográfica sobre o processo de urbanização ocorrido no Brasil, um país em desenvolvimento, e uma abordagem é feita sobre a urbanização dos países desenvolvidos, particularmente dos Estados Unidos da América, que tem hoje uma taxa de urbanização muito próxima da brasileira. Compreende-se, através desse capítulo, porque o investidor brasileiro tem o hábito de *poupar* em terrenos.

Como a metodologia aqui estudada tem como objetivo a sua aplicação em cidades médias brasileiras, a cidade de Araraquara-SP foi escolhida como objeto de estudo. O capítulo 3 contém um histórico da criação, crescimento, urbanização e espalhamento desta cidade, que possui uma grande quantidade de vazios urbanos. Fica clara, neste capítulo, a ação dos especuladores imobiliários locais.

Um dos objetivos almejados por este trabalho foi a verificação de parâmetros e hipóteses assumidas pelo modelo matemático META, utilizado por SILVA (1993) para o cálculo dos custos de transportes. Por esse motivo, o capítulo 4 dispõe, inicialmente, de uma revisão bibliográfica sobre o uso geral desses modelos em transportes, além de apontar outros modelos simplificados criados por autores brasileiros. O modelo META é apresentado detalhadamente, com suas etapas, hipóteses e parâmetros adotados.

O capítulo 5 traz, inicialmente, uma relação das diversas abordagens, pesquisas e levantamentos a serem desenvolvidos neste capítulo, para que se possa fazer uma verificação do modelo META, utilizando os dados coletados e pesquisados em Araraquara. Neste capítulo, faz-se um resumo sobre o uso de SIG (Sistemas de Informações Geográficas) no planejamento urbano e de transportes, uma vez que um *software* de SIG (TransCAD) foi utilizado como ferramenta auxiliar neste trabalho. Ainda neste capítulo, são apresentados os resultados de diversas pesquisas sobre taxas e índices, necessários para a aplicação do modelo, bem como uma nova

metodologia é apresentada para o cálculo de níveis de renda familiar (dado fundamental para definir o número de viagens geradas em uma cidade), a partir de dados de consumo de energia elétrica, obtidos na concessionária desse serviço.

No capítulo 6 estão apresentados os cálculos dos custos de infra-estrutura, utilizando o modelo INFRA, para várias configurações da cidade de Araraquara, uma real e quatro configurações hipotéticas. Para essas configurações, foram adotados dois níveis de adensamento populacional para a cidade, um formato espalhado e outro compactado.

Os custos de transportes e infra-estrutura obtidos nos capítulos 5 e 6, respectivamente, são utilizados para o cálculo da tributação dos terrenos ociosos, no capítulo 7. A diferença de custos urbanos para as configurações real (com os vazios) e a cidade compactada e mais adensada, deve ser rateada entre os proprietários dos terrenos vazios, correspondendo a uma parcela adicional do IPTU (Imposto Predial e Territorial Urbano).

Recomendações e conclusões consideradas relevantes e sugestões para a melhoria do modelo META, fazem parte do capítulo 8.

Finalmente, no capítulo 9, está relacionada toda a bibliografia consultada (citada no texto ou não) para a elaboração deste trabalho.

2. A URBANIZAÇÃO, O CRESCIMENTO E O ESPALHAMENTO DAS CIDADES BRASILEIRAS

Este capítulo tem como objetivo apresentar algumas noções sobre a maneira como ocorreu a urbanização, o crescimento físico e demográfico, e o espalhamento das cidades brasileiras. Dentre essas cidades, aquelas que se enquadram na categoria de porte médio, serão, aqui, alvo de maior atenção. A abordagem para cidades médias resulta do pensamento de que, para as cidades grandes (metrópoles), já existem muitos estudos e equipes devidamente estruturadas, preparadas para enfrentar os problemas; enquanto que as pequenas, no momento, ainda não sofrem problemas sérios de crescimento. As cidades médias, por outro lado, já passam por problemas urbanos, que por estarem, em geral, em processo inicial, não exigem soluções muito sofisticadas. Portanto, têm todas as condições de enfrentar seus problemas e tentar solucioná-los, de forma que seu crescimento ocorra de maneira planejada e controlada.

2.1 A URBANIZAÇÃO DAS CIDADES BRASILEIRAS

O vocábulo *urbanização*, segundo FERREIRA (1986), pode ser descrito como "o fenômeno caracterizado pela concentração cada vez mais densa de população, em aglomerações de caráter urbano".

O termo urbanização (e também urbanismo), cita FERRARI (1986), foi utilizado pela primeira vez por ILDEFONSO CERDÁ (1867) "para explicar a organização das cidades resultantes da Revolução Industrial, em seu sentido sociológico atual, de forma surpreendentemente antecipadora".

O processo de urbanização das cidades brasileiras ocorre de forma diversa daquele ocorrido em países do primeiro mundo. Os países desenvolvidos que passaram pela Revolução Industrial, tiveram seu processo de urbanização ocorrendo entre cem a duzentos anos. No caso brasileiro, o processo durou aproximadamente cinquenta anos, ocorrendo concomitantemente com o seu processo de industrialização e não como consequência dele, como no caso dos países desenvolvidos.

Foi com a Revolução Industrial que a importância das cidades aumentou, atraindo para os empregos no comércio e nas indústrias, grande quantidade de trabalhadores que viviam na zona rural. Assim, o processo de urbanização não se caracterizou somente por um crescimento da população urbana, mas também por uma redução simultânea da população rural.

A população dos países desenvolvidos geralmente convive com uma economia de mercado; nos países em desenvolvimento, isto não ocorre. Parte da população convive, ainda, com economias onde a organização produtiva é capaz de gerar somente o necessário para a sua subsistência premente.

A procura por melhores empregos nas cidades provoca um processo migratório campo-cidade, especialmente nos países em desenvolvimento, que é a chamada pressão positiva. A pressão negativa, aquela que expulsa trabalhadores do campo, ocorre tanto pelo crescimento vegetativo da população rural, bem como pelo uso de novos equipamentos e tecnologias que liberam a mão-de-obra da agricultura.

Esses migrantes, novos moradores das cidades, não têm condições imediatas, pelo seu baixo poder aquisitivo, de provocar aumento da demanda por produtos urbanos, além do que, o ritmo de oferta de novos empregos se dá de forma mais lenta que a procura (CAMPOS FILHO, 1989).

Os fatores de expulsão, que levam às migrações, segundo SINGER (1975), são dois: *fatores de mudança* e *fatores de estagnação*. O primeiro decorre da introdução de novas relações capitalistas de produção no campo, aumentando a produtividade; o segundo aparece sob a forma de pressões populares crescentes sobre a indisponibilidade, cada vez maior, de terras para pequenos produtores, como consequência da monopolização pelos grandes proprietários.

Para FERRARI (1986), a urbanização, em nível mundial, vem se acentuando gradativamente. Em 1800, no início da Revolução Industrial, contavam-se apenas 20 cidades com mais de 100 mil habitantes e nenhuma cidade atingia 1 milhão de habitantes; apenas 1,7% da população mundial era urbana. Em 1850, já havia 4 cidades com mais de 1 milhão de habitantes e, em 1900, esse número chegava a 19. Na década de 50, constatou-se a existência de 141 cidades com mais de 1 milhão de habitantes; 3 cidades com população acima de 10 milhões de habitantes e 13% da população mundial era urbana.

No Brasil, de 1940 a 1991, a população total cresceu 355% e a urbana, algo próximo de 750%, como se pode ver no Quadro 2.1, que apresenta o crescimento populacional brasileiro desde 1940.

Esse crescimento demográfico é atribuído a uma natalidade elevada e a uma queda na taxa de mortalidade, como consequência de melhorias sanitárias, aumento nos padrões de vida e a urbanização propriamente dita (SANTOS, 1993).

Segundo NOVAK (1988), a projeção da população brasileira para o ano 2000 será próxima de 180 milhões de habitantes e as projeções para as diferentes classes de centros urbanos são apresentadas no Quadro 2.2.

QUADRO 2.1 - Crescimento populacional brasileiro desde 1940.

ANO	População brasileira (em milhões de habitantes)					
	Total	Crescimento no período (%)	Urbana	Crescimento no período (%)	Rural ¹	Crescimento no período (%)
1940	41,3	-	12,9	-	30,4	-
1950	51,9	25,7	18,8	45,7	33,1	17,0
1960	70,2	35,1	32,0	70,2	38,2	17,2
1970	93,1	32,7	52,9	65,3	40,2	5,7
1980	119,1	27,9	82,0	55,0	37,1	-6,2
1991	146,2	22,8	112,8	37,6	33,4	-13,5
2000	179,5*	19,4	133,9*	18,7	45,6	36,5

Fonte: SANTOS (1993), (*) projeções de NOVAK (1988)

(1) população rural obtida pela subtração da população total menos a população urbana

QUADRO 2.2 - Distribuição da população nas classes de centros urbanos brasileiros

Faixa de população das cidades (mil hab.)	Porcentagem da população total (%)		
	1950	1980	2000
De 20 a 99	31,7	26,5	24,4
De 100 a 499	23,1	28,0	31,6
Acima de 500	4,8	23,7	29,3
São Paulo e Rio de Janeiro	40,4	21,8	14,7

Fonte: NOVAK (1988).

Pode-se observar, nas projeções para o ano 2000, que as cidades de 100 a 499 mil habitantes terão uma parcela maior de população. As cidades menores (20 a 99

mil) e os grandes centros (São Paulo e Rio de Janeiro) terão suas participações diminuídas. BREMAEKER (1992b) constatou, no Censo de 91, que somente cidades entre 50 mil e 1 milhão de habitantes apresentaram aumento populacional acima da média, tendo o maior aumento ocorrido nas faixas de 100 a 200 mil e de 200 a 500 mil habitantes.

O maior impacto provocado pelo aumento populacional ocorreu nos 454 municípios pertencentes à faixa entre 50 mil e 1 milhão de habitantes, com 73,8% do crescimento da população brasileira (entre 1980 e 1991). O conjunto de cidades com mais de 1 milhão de habitantes cresceu 17,1%, somente (BREMAEKER, 1992a).

Ainda para BREMAEKER (1992b), os municípios de grande porte (BREMAEKER considera municípios de grande porte aqueles com população acima de 50 mil habitantes) tiveram a mais importante participação no crescimento demográfico do país. Verificou-se que os 106 municípios que apresentaram um volume maior de crescimento da população, ou seja, aqueles que tiveram suas populações aumentadas em mais de 50 mil habitantes, são responsáveis por 49,2% de todo o crescimento populacional brasileiro. O Quadro 2.3 apresenta a distribuição dos municípios que cresceram mais de 50 mil habitantes, no período de 1980-1991, segundo grupos de crescimento de população.

Surge, no entanto, uma previsão otimista: uma importante projeção realizada por MARTINE (1989) indica que o declínio das taxas de crescimento deverá conduzir a uma estabilização da população brasileira entre 240 a 250 milhões de habitantes, por volta do ano 2050, devido ao equilíbrio entre as taxas de mortalidade e natalidade.

SILVA (1993) aponta que o maior problema para as cidades brasileiras se concentra na distribuição da população e não mais no seu crescimento. Diz, ainda, que as cidades entre 100 e 500 mil habitantes (cidades médias), poderão apresentar

grande número de problemas, já que terão maior participação relativa da população brasileira até o ano 2000. Assim, recomenda um planejamento adequado, já no presente, para evitar problemas no futuro.

QUADRO 2.3 - Distribuição dos municípios brasileiros que cresceram mais de 50 mil habitantes, segundo grupos de crescimento de população (de 1980 a 1991).

Grupos de crescimento de população (em milhares)	Número de municípios	População total		Crescimento da população (1980-1991)
		1980	1991	
50 → 100	67	11.561.843	16.229.128	4.667.285
100 → 200	24	8.078.013	11.468.150	3.390.137
200 → 500	13	14.697.979	18.437.170	3.739.191
500 e mais	2	9.986.911	11.536.440	1.549.529
Total	106	44.324.746	57.670.888	13.346.142

Fonte: FIBGE, Censo Demográfico de 1991 - Resultados Preliminares. Brasil, 1992.; IBAM, Banco de Dados Municipais (IBAMCO), Tabulações Especiais, 1992. apud BREMAEKER (1992b).

Supõe-se que os municípios que apresentaram uma velocidade maior de crescimento populacional, mesmo aqueles que cresceram em ritmo um pouco menor, estarão suscetíveis a apresentar uma série de problemas, fazendo-se necessário que sejam alvo de uma atenção especial dos planejadores urbanos e políticos (BREMAEKER, 1992b).

É necessário conhecer-se os problemas que as cidades brasileiras, em geral, apresentam, particularmente as cidades médias, para um correto processo de planejamento urbano.

2.1.1 A Urbanização nos países desenvolvidos - o exemplo dos Estados Unidos

O Brasil atingiu uma taxa de urbanização semelhante às taxas dos países desenvolvidos, principalmente à taxa dos EUA (ver Quadro 2.4), razão pela qual far-se-á uma breve analogia entre o Brasil e esse país.

O Quadro 2.4 apresenta os dados de urbanização de alguns países industrializados e em desenvolvimento, que variam de 20% a 92%. O Brasil possuía, já desde 1985, uma taxa de urbanização próxima às taxas de urbanização de países industrializados.

QUADRO 2.4 - Urbanização de alguns países industrializados e em desenvolvimento (em 1985).

País	Urbanização (%)	País	Urbanização (%)
Reino Unido	92	URSS	66
Alemanha, R.F.	86	Grécia	65
Uruguai	85	Egito	46
Argentina	84	Costa Rica	45
Canadá	77	Paraguai	41
Japão	76	Índia	25
Estados Unidos	74	China	22
Brasil	73	Quênia	20

Fonte: DIMITRIOU (1990b)

O processo de urbanização dos Estados Unidos, de 1950 até 1990, foi bem mais lento do que aquele ocorrido no Brasil, na mesma época. Neste período, a variação do crescimento da urbanização americana foi de 13,9%, enquanto que no Brasil, a variação foi de 38,4% (ver Quadro 2.1). As variações ocorridas em cada década podem ser verificadas no Quadro 2.5.

QUADRO 2.5 - A variação da população nos Estados Unidos de 1950 a 2000.

Ano	População total (milhões)	População urbana (milhões)	População urbana (%)
1950	151,3	96,8	64,0
1960	179,3	125,2	69,9
1970	203,2	149,6	73,6
1980	226,5	167,1	73,7
1990	249,9	190,4	76,2
2000*	267,7	208,7	77,9

Fonte: U. S. DEPARTMENT OF COMMERCE, 1983,
apud SILVA (1993), (*) projeção

Segundo SILVA (1993), a urbanização dos Estados Unidos se processou de forma mais lenta e com maior nível de renda da população, enquanto que no Brasil, a urbanização ocorreu de forma muito rápida e com baixos níveis de renda da população.

O grupo de cidades que mais irá crescer nos próximos anos, nos Estados Unidos, será aquele que representa as cidades com população até 250 mil habitantes; no Brasil, será o grupo de cidades que têm entre 100 e 500 mil habitantes.

As cidades americanas, em geral, são policêntricas, com um sistema viário composto de vias locais, coletoras, arteriais e algumas vias expressas, onde predomina o transporte motorizado individual. A densidade média dessas cidades é de 15 habitantes por hectare e a suas periferias são compostas, geralmente, por bairros de classe alta. A análise feita, considerando este quadro, sugere um antagonismo marcante entre as cidades desses dois países, que representam o *mundo industrializado* e o *mundo em desenvolvimento*.

As cidades americanas sofrem uma total dependência do automóvel e com menores possibilidades de serem efetivadas políticas urbanas, com maior equilíbrio em

seus sistemas de transportes, com a utilização mais racional de todos os modos de transportes. No Brasil, esta possibilidade parece ser mais viável, uma vez que as cidades não sofrem desta dependência e, portanto, fica, teoricamente, mais fácil a implantação de política urbanas, com sistemas de transportes mais racionais.

2.2 AS CIDADES MÉDIAS NO BRASIL

As cidades médias têm adquirido grande importância no Brasil e, por esse motivo, pesquisadores como ANDRADE & LODDER (1979), SANCHES (1988), SILVA (1990, 1993), FERRAZ (1989, 1990a) e KERBAUY (1991) têm se dedicado à pesquisas a elas relacionadas.

Em geral, a literatura considera que existe um equilíbrio no crescimento urbano de cidades que são classificadas, por seu tamanho, como cidades médias. Para efeitos políticos e de análise espacial, recebem um tratamento igual (GEIPOT, 1985 e KERBAUY, 1991).

O GEIPOT (1985) identificou, na época, 52 cidades de porte médio no país. Esta classificação foi feita com base em inúmeros indicadores que não apenas a população. Foram considerados: nível médio de renda, uso de energia elétrica, água, esgoto etc. A avaliação final mostrou que as populações oscilavam entre 80 e 460 mil habitantes, o que sugere que a faixa de 100 a 500 mil habitantes (ver Quadro 2.2) pode ser uma boa indicação de que determinada cidade pertence a essa categoria. RIBEIRO (1978) considera como cidades médias aquelas compreendidas na faixa de 50 a 500 mil habitantes, enquanto que para ANDRADE & LODDER (1979), as cidades médias estariam entre 50 e 250 mil habitantes e as grandes, entre 250 mil e 2 milhões de habitantes. Para esse trabalho considerar-se-á como cidade média aquela

cuja população esteja na faixa de 100 a 500 mil habitantes, próxima dos valores encontrados por GEIPOT (1985).

As cidades brasileiras (pequenas e médias), como resultado do processo de colonização, seguem, geralmente, um traçado regular do tipo grelha, com a via principal começando próxima à estação ferroviária ou ao largo da Matriz. Araraquara, estudo de caso deste trabalho, é um exemplo (ver Figura 3.2). O traçado em grelha é tão comum, mas em certos casos não consegue se adaptar ao terreno, produzindo barreiras dentro das cidades (MARX, 1980). Ainda assim, SANTOS (1988) inclui esse tipo de traçado na sugestão de anteprojeto de lei de urbanismo e edificações - *requisitos urbanísticos* (capítulo parcelamento do solo).

De maneira geral, essas cidades cresceram ao redor de um centro comercial antigo, com muitas ruas locais e poucas arteriais. A estrutura das cidades é também marcada pelos centros administrativos e pelas edificações, onde se tomam as decisões mais importantes dos municípios em nível político, comercial e de serviços; é o espaço mais dinâmico (SANTOS, 1986; BRUNA, 1987). Nesta área central se concentra a maior atração de viagens em modos públicos de transportes (LAMADRID, 1992). Esse centro ocupa, de maneira geral, uma área equivalente a 5% da área urbana total e emprega cerca de metade dos trabalhadores urbanos (SANCHES, 1988).

2.3 O ESPALHAMENTO E OS VAZIOS DAS CIDADES BRASILEIRAS

SILVA (1993) aponta que o espalhamento urbano pode ocorrer como consequência de dois processos:

"a) baixas densidades em zonas residenciais resultantes de grandes lotes individuais, e

b) descontinuidade na ocupação do solo urbano, onde parcelas (lotes e/ou glebas) ficam, a princípio, sem uso, sendo utilizadas mais tarde, quando zonas mais distantes forem ocupadas."

Tanto um como outro aspecto tem como consequência a formação de cidades com densidades brutas globais (relação entre a população urbana total e a área urbanizada da cidade) baixas. No Brasil, o espalhamento, em sua quase totalidade, se deve basicamente ao segundo processo, ou seja, a formação de grandes vazios urbanos. A presença de grandes lotes ocorre, na sua maioria, em bairros mais elegantes, mais freqüentes nas grandes cidades.

O espalhamento urbano nas cidades brasileiras pode, também, ser compreendido mediante as análises de CAMPOS FILHO (1989), onde os envolvidos em todo o processo são claramente identificados. A especulação (entendida aqui como ganho sem investimento, a não ser o investimento inicial na compra da terra), é sem dúvida a principal causa do espalhamento urbano.

É comum, nas cidades brasileiras, a existência de trinta lotes por hectare. Considerando-se apenas uma residência por lote e com uma média de quatro pessoas por residência, tem-se pelo menos cento e vinte habitantes por hectare. SANCHES (1988) encontrou uma densidade bruta nas cidades médias brasileiras de apenas 40 pessoas por hectare. A diferença entre os valores possível e real, se deve, em grande parte, aos vazios urbanos.

A questão da especulação imobiliária é, talvez, um dos graves problemas culturais brasileiros. PESSOA (1981) explica que a especulação teria começado por volta do século XIII, pelo menos em Portugal, quando adotou-se o sistema de sesmarias, na tentativa de se conter a especulação por lá, mesmo antes do descobrimento do Brasil. Com o sistema de capitanias tentou-se a distribuição de terras, para que elas fossem aproveitadas economicamente. A grande maioria dos concessionários apenas acumulava terras, sem, no entanto, torná-las produtivas.

"O preço da terra sobe porque os poupadores, no Brasil, desconfiam da aplicação em ações ou poupança e aplicam em terras, pois consideram-nas uma das formas mais seguras de aplicação. É necessário se desestimular a compra de terras, uma vez que, metade das cidades brasileiras são vazias. As deseconomias urbanas surgem, hoje, por causa dos vazios urbanos, que duplicam as distâncias para o setor público, privado, para as indústrias e trabalhadores, que têm de percorrer distâncias muito maiores de ônibus para chegar aos seus empregos" (CAMPOS FILHO, 1981 e 1989).

A formação dos vazios ocorre porque novos loteamentos são implantados em áreas não contíguas aos loteamentos existentes, dotados de alguma infra-estrutura. Assim, áreas de terras desocupadas são mantidas entre os antigos bairros e os novos, as quais adquirem uma valorização pelo efeito das externalidades positivas geradas no seu contorno (SCHMIDT & FARRET, 1986).

Grandes cidades, como São Paulo, Porto Alegre e outras, apresentam vazios urbanos consideráveis. A capital paulista apresentava, em 1985, aproximadamente 40% de sua área com vazios urbanos (SCHMIDT & FARRET, 1986; ROLNIK et al., 1990), caindo para cerca de 25% em 1987 (ROLNIK et al., 1990). LONGO (s.d.), afirma que grande parte dos municípios paulistas apresenta igual número de terrenos ocupados e ociosos.

Uma severa crítica foi feita por BONDUKI (1993), ao se referir à política habitacional iniciada pelo extinto Banco Nacional da Habitação - BNH e as Cohabs:

"Desarticulada da política urbana, esta política contribuiu para agravar os problemas urbanos, estendendo a área urbanizada para além do que seria necessário para abrigar a população, gerando custos elevados na implantação de infra-estrutura e de equipamentos sociais, além de tornar necessária a criação de linhas de transportes coletivos deficitárias, submetendo o trabalhador ao sacrifício de longos percursos no trajeto local de moradia/local de trabalho.(...) Sem se preocupar com os custos indiretos gerados

pela construção da habitação, com a qualidade de vida do morador e com o futuro da cidade, a intenção primeira sempre foi gerar mais obras para as empreiteiras e manter o processo de especulação imobiliária, através da criação de novas zonas vazias entre a área já urbanizada da cidade e os novos conjuntos".

A especulação com a terra urbana é a principal causa dos vazios urbanos, que expulsam os pobres para a periferia, tanto nos grandes centros como nas médias e pequenas cidades (SILVA, 1993; GOMES et al., 1986; SEMPLA/SP apud BUENO, 1992).

"Os vazios urbanos impõem às cidades estruturas morfológicas as mais variadas, disformes, contrárias aos modelos racionais e econômicos" (RAIA JUNIOR & ULBANERE, 1992).

Muitos são os autores que têm manifestado suas preocupações com respeito à presença de vazios urbanos nas cidades brasileiras e a questão da especulação imobiliária, dentre eles, pode-se citar: DUNIN (1980), LONGO (s.d.), FERRAZ & SILVA (1990), RAIA JUNIOR & ULBANERE (1992); LIEDKE FILHO & FERRETTI (1993); TURKIENICZ (1993); POHLMANN (1993).

A especulação imobiliária provoca um crescimento descontrolado, em especial pela retenção de terrenos vazios à espera da valorização decorrente de obras de infraestrutura e superestrutura implantadas pelo poder público.

Os investimentos feitos pelo poder público em áreas de baixa renda, no que diz respeito às redes de infra-estrutura, são muito mais dependentes de conjunturas políticas do que, propriamente, de planejamento (SCHMIDT & FARRET, 1986). No entanto, os especuladores imobiliários (incorporadores) possuem ferramentas para forçar o poder público a implantar as redes de infra-estrutura: eles incitam famílias a construir nos lotes localizados em pontos mais longínquos dos serviços públicos (redes de água, esgoto, energia elétrica, transportes etc); para tanto até contribuem

com materiais de construção. Com o estabelecimento desses novos moradores, eles têm poder de pressão sobre o poder público (prefeito, vereadores, deputados), obrigando-o à implantação das melhorias. Essas, além de beneficiarem os moradores, vão beneficiar (e muito mais) aos incorporadores imobiliários, que poderão vender os lotes restantes a preços muito superiores àqueles praticados junto aos primeiros compradores (VETTER & MASSENA, 1982).

RIBEIRO (1982) condena esses procedimentos: "a terra é um bem não-produzido que, portanto, não tem valor, mas que adquire um preço; (...) um bem não-produzido não pode ter preço regulado pela lei da oferta e da procura, pois não há lei regulando a sua oferta". Compartilha, também, deste pensamento, RODRIGUES (1991).

Uma grande valorização dos terrenos urbanos tem ocorrido nos últimos 30 anos. Houve um aumento real nos preços médios dos terrenos em torno de 300%. O preço do terreno no custo da habitação, no início da década de 70, correspondia de 10 a 15%. No início da década de 80 correspondia entre 30 e 40% do preço da habitação (CNBB, 1982). Assim, devido ao elevado valor do solo urbano, os indivíduos de baixa renda vão sendo deslocados para a periferia, onde se instalam, não porque gostam, mas porque lhes faltam alternativas (NOVAES, 1982).

LAMADRID (1992) diz que o advento do automóvel provocou uma mudança significativa no esquema de ocupação de terras periféricas ao diminuir os tempos de viagem. BARAT (1990) afirma que a presença do automóvel e também do transporte coletivo por ônibus, tornaram possível a ocupação de grandes áreas nas periferias das cidades. Também FERRAZ (1990a) atribui ao automóvel uma parcela na ampliação da área urbana e com a formação de bolsões rarefeitos, com sérias implicações no aumento dos custos de infra-estrutura urbana. CAMPOS FILHO (1989), no entanto, afirma que as cidades serão mais densas quanto maior for o uso do transporte coletivo e menos densas quando prevalecer o uso do automóvel. O processo irracional de

ocupação do solo é também atribuído, em parte, ao automóvel, por DUNIN (1980). Para SCARLATO (1989), "a nova filosofia do urbanismo nasceu preocupada com o automóvel [...] que redimensionou não só o espaço físico, mas também o espaço social."

O automóvel, no Brasil, tem uma contribuição relativamente pequena; a taxa de motorização brasileira de 11,3 habitantes/automóvel (em 1992), ocupou a 18ª. posição entre as maiores taxas mundiais. Os Estados Unidos vem em primeiro lugar com 1,3 habitantes/automóvel (ANFAVEA, 1994).

Algumas políticas públicas também são responsáveis pela presença dos vazios urbanos (BRITO, 1981; ASSIS JUNIOR 1987; FERRAZ & SILVA, 1990; BARROS JUNIOR et al., 1991 e RAIA JUNIOR & ULBANERE, 1992). Os programas governamentais para construção de habitações populares adquirem terras longe do centro da cidade, com o propósito de construir casas populares, devido ao preço ser bem menor. É uma economia ilusória.

2.4 AS CONSEQUÊNCIAS DOS VAZIOS URBANOS

OLIVEIRA et al. (1989) demonstraram uma visão muito clara das consequências dos vazios urbanos:

"Os vazios urbanos, elementos constitutivos do processo de valorização do solo, contribuem para acentuar o ônus que recai sobre essa faixa [mais baixa]¹ da população, na medida em que eles mantêm em ociosidade uma infra-estrutura que teve os custos

¹anotação do autor

socializados, porque foram financiados pelos recursos públicos, em grande parte provenientes do pagamento de tributos".

Com a mercantilização do espaço urbano, a qual provoca o fenômeno da segregação, as classes sociais de menor renda já pagam um preço muito elevado para se utilizar do meio ambiente urbano, dado que a acessibilidade aos locais de concentração de empregos e os melhores equipamentos públicos são dificultados pela distância.

A gravidade da presença dos vazios é reforçada por FERRAZ (1990b), que cita a diminuição (em até cinco vezes) dos custos dos serviços públicos, tais como redes de água, esgoto, energia elétrica, transporte coletivo e pavimentação, quando se eleva a densidade urbana de 50 habitantes/hectare (próxima da média brasileira) para 200 habitantes/hectare.

A passagem do transporte coletivo poderia ser reduzida à metade, com a ocupação plena e contínua das cidades (FERRAZ et al., 1990). Justamente a classe mais pobre da população, que cada vez menos se utiliza do ônibus, pela impossibilidade de pagar a tarifa, seria beneficiada. Para se ter uma idéia dos números, uma pesquisa feita por METRÔ (1989) apontou que 36% das viagens realizadas na Região Metropolitana de São Paulo, são feitas a pé. As pessoas com renda familiar de até 4 salários mínimos realizavam quase 54% de suas viagens pelo modo a pé. O tempo médio de viagem pelo modo ônibus, para a faixa de até 4 salários mínimos, era de mais de 60 minutos.

Assim, o aumento das distâncias urbanas faz crescer o tempo e o valor gasto no transporte, em detrimento da produção e do lazer.

Uma outra consequência da presença destes loteamentos distantes dos centros das cidades é, via de regra, a carência de infra-estrutura. É pequena a cobertura dada pelas redes de abastecimento de água e de esgoto sanitário nas áreas periféricas das cidades. Também fazem parte deste elenco de problemas a coleta do lixo e a

drenagem de águas pluviais. Com menor intensidade aparecem os casos de atendimento deficiente de energia elétrica para iluminação pública, bem como os serviços de telefonia, de pavimentação de vias e de transportes coletivos (BREMAEKER, 1992b).

Na verdade, não é racional expulsar uma parcela significativa da população urbana para áreas distantes, sem infra-estrutura básica, e condenando-a a realizar eternamente deslocamentos caros e cansativos, enquanto existem no interior das cidades muitos terrenos ociosos que já dispõem de infra-estrutura (FERRAZ & SILVA, 1990).

2.5 UMA FORMA DE MINIMIZAR OS PROBLEMAS PROVOCADOS PELOS TERRENOS OCIOSOS

Para conter o espalhamento urbano, sugerem alguns autores, que o mercado de terras urbanas seja capaz de se auto-regulamentar sem a interferência do poder público. Outros autores, no entanto, pensam o contrário, como é o caso de CAMPOS FILHO (1989), que não acredita numa mudança de consciência dos especuladores brasileiros, pelo menos a curto prazo.

XAIDES (1994), defende o adensamento, com a construção de moradias populares verticais, como forma de barateamento da rede de serviços públicos e o preenchimento de cerca de 60% da área urbana de Bauru, ainda hoje desocupada.

Urge, portanto, que se aplique um instrumento capaz de corrigir esta distorção, que pode ser, por exemplo, a taxação de terras ociosas nas cidades brasileiras. A Constituição Federal de 1988 prevê, em seu artigo 182, a taxação progressiva para solo urbano não edificado, entre outras providências, inclusive a própria desapropriação.

Estudos sobre a estratégia de taxao justa das propriedades urbanas ociosas foram feitos por vrios autores: FERRAZ (1990b); FERRAZ & SILVA (1990); FERRAZ et al. (1990); FERRAZ & SILVA (1992); SILVA & FERRAZ (1993a, b) e SILVA (1993).

A obteno de recursos, a serem utilizados no financiamento da implementao e melhoria da qualidade dos transportes e redes de infra-estrutura bsica nas reas perifricas, seria possvel atravs da taxao de terras urbanas ociosas.

SILVA (1993) e SILVA & FERRAZ (1993a, b) propem uma nova sistemtica de tributao atravs do uso de modelos (META e INFRA) para avaliao dos custos de transportes e infra-estrutura em cidades mdias brasileiras. A avaliao dos custos de transportes (automveis e nibus) feita com a utilizao do modelo matemtico META, para diversas situaes. Os custos de infra-estrutura urbana so obtidos atravs do modelo INFRA, que leva em conta os custos obtidos apresentados por MASCAR (1979).

Com os dois modelos possvel simular diferentes cenrios de cidades, podendo-se avaliar o impacto das alteraes realizadas. Esse procedimento demonstra, de forma inequvoca, os custos adicionais impostos pelos terrenos ociosos s cidades brasileiras (SILVA & FERRAZ, 1993b). Em vista disso, reconhece-se a necessidade de taxaes severas aos terrenos ociosos, para que se pratique um pouco mais de justia social.

3. O CRESCIMENTO, A URBANIZAÇÃO E OS VAZIOS URBANOS EM ARARAQUARA/SP

Neste capítulo é apresentado um breve histórico do município de Araraquara, estudo de caso deste trabalho, desde sua criação no final do século passado até os tempos atuais. São abordados: o seu crescimento físico e demográfico, o espalhamento urbano e, como consequência, o aparecimento de vazios urbanos, tal como tem acontecido na maioria das cidades brasileiras.

3.1 ARARAQUARA: SUA CRIAÇÃO E CRESCIMENTO

Localizada à noroeste do estado de São Paulo, à 273 km da capital (ver Figura 3.1), Araraquara teve suas origens por volta do começo do século XIX (1807), associadas à tentativa de implantação da lavoura de cana-de-açúcar e da atividade pecuária nos *Sertões de Araraquara*, por Pedro José Netto, oriundo de Minas Gerais.

Pedro José Netto requereu, em 1809, a posse de uma sesmaria; sendo que em seguida novos exploradores também solicitaram. As respectivas demarcações foram feitas pelo Juiz de Demarcações de Porto Feliz, entre 1812 e 1819.

Em 1817 foi criada a *Freguesia de São Bento de Araraquara*, com aproximadamente 300 habitantes, através de um despacho de D. João VI. Decorridos 15 anos (em 1832), quando a *Freguesia* já contava com 2.700 habitantes, foi elevada

à categoria de Vila. Essa Vila foi então administrada, inicialmente, por uma Câmara Municipal, cujo presidente acumulava os poderes Legislativo e Executivo.

FIGURA 3.1 - Localização de Araraquara no estado de São Paulo.

O núcleo inicial do povoado era constituído por um rancho de palha, que servia como capela, construído defronte a um córrego, que era utilizado para higiene pessoal e para o abastecimento de água, e de residências que ficavam no pátio da igreja. Em 1834 os valos que haviam sido abertos para delimitar a Vila foram fechados, pois, estrangulavam seu crescimento. Em 1838 foi proibida qualquer nova construção de casas de capim, sendo que suas caiações e atelhamentos passaram a ser regulamentados por meio de uma Postura, em 1855. Porém, o pequeno número de operários da construção civil existentes na época, fez com que a Postura fosse relaxada.

Era difícil estabelecer um limite entre as área urbana e rural, levando-se em consideração a estrutura urbana e doméstica da Vila. O arruamento não era bem

definido e os leitos das vias, irregulares, tornavam-se intransitáveis na época das chuvas.

O núcleo urbano inicial estruturou-se, tendo como orientação o pátio da igreja, local onde havia um maior adensamento de casas, e dois riachos existentes, que serviam como barreiras para o crescimento da Vila. Um dos córregos (Rego D'agua), que cortava o pátio da igreja ao meio, abastecia os moradores e o outro (córrego da Servidão) recebia o esgoto do povoado (Figura 3.2). Com o intuito de modernizar a estrutura urbana da Vila, a Câmara, por volta de 1850, determinou que os quintais, que antes seguiam até o córrego da Servidão, fossem cercados. Em 1849, uma Postura da Câmara Municipal disciplinou o arruamento do lugarejo, que passou a obedecer a direção dos córregos e com ruas ortogonais se estendendo de um córrego ao outro, como mostra a Figura 3.3. Essa orientação prevalece até o presente.

A segunda etapa de ocupação da cidade ficou marcada, por volta de 1850, com a implantação da lavoura cafeeira, quando a produção agrícola de subsistência era já um tanto diversificada. Com o decorrer do tempo, o café foi ganhando importância no contexto agrícola local. Em 1885, com a solução dos problemas de transporte e mão-de-obra da região, com a chegada da ferrovia (ramal que ligava São Carlos à Araraquara e posteriormente com a chegada da Estrada de Ferro Araraquarense) e de imigrantes europeus, o café se transformou na mais importante atividade econômica da cidade.

Com o crescente aumento da população e com o desenvolvimento político e econômico, Araraquara passou à categoria de Comarca, pela Lei Provincial nº. 61, em 1866.

A antiga igreja, foi demolida em 1865, uma vez que já se tornara obsoleta e cuja estética não mais agradava aos moradores. O Rego D'agua, cuja importância maior residia na potabilidade de sua água, com o aumento da população da Comarca,

foi tendo seu volume substancialmente diminuído, formando, então, poças d'água que provocaram o surgimento de mosquitos. Para minimizar o problema iniciou-se, em 1870, a canalização do córrego que perdurou por vários anos.

FIGURA 3.2 - O primeiro núcleo de Araraquara em 1860.

Fonte: CORREA (1967)

Araraquara deixou de ser Vila (sede do distrito) para se tornar Cidade (sede de município) através da Lei Provincial nº. 7 de 1889. Três anos antes, o Poder Executivo, já havia se separado do Poder Legislativo, com a criação do cargo de Intendente Geral, que passou a ser responsável pelo Executivo. O novo dirigente do Executivo teve a duração do seu mandato estabelecida em um ano e sua escolha era feita pelos vereadores.

De 1886 a 1910, ocorreu um período de grande expansão na atividade cafeeira na cidade, muito embora marcado por crises ocasionadas pelas flutuações de preço do café no mercado internacional, que levou ao desenvolvimento de outras

atividades a ela relacionadas. Assim, diversificaram-se as atividades agrícolas locais e as atividades urbanas, tais como bancos, comércio, infra-estrutura etc. Um grande desenvolvimento e consolidação ocorreram nas atividades industriais na cidade, a partir de 1907, com o aumento na disponibilidade de energia elétrica.

A primeira parte de uma Postura Municipal de 1890 era dedicada ao planejamento urbano e regulamentava entre outras coisas, o alinhamento de ruas, altura de portas e janelas, muros rebocados e caiados, proibição de escrever em paredes, geometria de ruas e passeios. A iluminação pública da cidade chegou em 1886, produzida por querosene. Vinte e três anos depois foi implantada a iluminação gerada pela eletricidade. A implantação da coleta pública de lixo domiciliar ocorreu somente em 1890 e era feita quinzenalmente, em ruas de terra, uma vez que o calçamento das ruas centrais só ocorreu por volta de 1908.

FIGURA 3.3 - A cidade de Araraquara em 1877.

Fonte: CORREA (1967)

A formação dos núcleos urbanos da região, inclusive Araraquara, foi concomitante ao ciclo de expansão capitalista, que culminou com a abolição da escravidão e a Proclamação da República. O setor urbano que surgia, num primeiro estágio, estava relacionado de forma íntima à economia cafeeira. Em seguida, a cidade se transformou em um pólo central, que passou a atrair atividades econômicas diversificadas.

Entre 1930 e 1935 ocorreu uma fase de acomodação, onde o principal produto agrícola, o café, declinou. Isto tornou possível que outras culturas passassem a ser experimentadas. A cana de açúcar e o algodão passaram a ter um papel de destaque na economia regional, muito embora não tivessem grandes áreas de plantio.

Em meados dos anos 70, a industrialização teve um grande desenvolvimento, principalmente na área de bens de capital.

A partir de 1947, as eleições para os poderes Executivo e Legislativo passaram a ser diretas nos municípios, isso contribuiu para aliviar as tensões entre as famílias que disputavam o poder econômico na cidade.

Araraquara conhece, a partir da década de 40, um significativo crescimento da população urbana, com o decréscimo da população rural, padrão este que o estado de São Paulo viria a conhecer nos anos 60, com o encerramento da expansão da fronteira agrícola do Oeste Paulista.

O decréscimo mais importante da população rural de Araraquara ocorreu entre os anos 70/80, quando as transformações capitalistas no campo se completaram, dinamizadas pela agro-indústria exportadora de laranja e da cana-de-açúcar, incentivada pelo programa federal denominado *Pró-Alcool*.

Nos anos 70, quando a economia paulista passou por uma fase de descentralização industrial, Araraquara se consolidou no processo de implantação de

novas indústrias, como por exemplo as Indústrias Villares, voltadas à produção de bens de capital.

A de cana-de-açúcar teve sua produção ampliada significativamente a partir de 1975, quando teve uma queda na produção de gêneros alimentícios destinados ao mercado interno. Paralelamente à expansão da cana de açúcar, outras culturas tiveram suas áreas de plantio ampliadas: pode-se citar como exemplo a citricultura, que somente entre 75 e 80, teve sua área de plantio duplicada.

As culturas de cana e laranja provocaram um aumento considerável por demandas de terras, fazendo com que o preço da terra subisse substancialmente e resultando numa maior concentração na propriedade de áreas rurais.

Em 1982, Araraquara passou a ser sede da 12ª. Região Administrativa do Estado de São Paulo, que compreende 16 municípios.

3.2 A URBANIZAÇÃO, O ESPALHAMENTO E OS VAZIOS URBANOS EM ARARAQUARA

Uma das características mais importantes da dinâmica demográfica brasileira, nos últimos quarenta anos, é o processo de urbanização acelerado. No Quadro 3.1, tem-se uma comparação entre os índices de urbanização, populações totais e seus crescimentos, para o Brasil e Araraquara.

Araraquara apresenta uma taxa de urbanização altíssima, quando comparada com a brasileira. Em 1940, a taxa de urbanização do país era de 26,4%, no entanto a de Araraquara já atingia 49,0%. Essa disparidade se manteve, quando em 1991, a taxa brasileira apontava, aproximadamente, 75% e a araraquarense chegava a próximo de 94%. Isto pode ser explicado pelo tipo de mão-de-obra agrícola utilizada na cidade,

ou seja, parte dos trabalhadores rurais mora na cidade e é transportada diariamente ao campo, por veículos das agro-indústrias prevaescentes na região.

QUADRO 3.1 - Populações total, urbana e os crescimentos do Brasil e de Araraquara.

	População total		Índice de urbanização		Variação da população urbana no período	
	Brasil	Araraq.	Brasil	Araraq.	Brasil	Araraq.
Ano	(milhões hab)	(mil hab)	(%)	(%)	(%)	(%)
1940	41,3	67,7	26,4	49,0	-	-
1950	51,9	62,7	36,2	58,2	45,7	10,0
1960	70,2	82,9	45,5	70,2	66,5	66,1
1970	93,1	100,5	56,0	84,2	65,3	40,0
1980	119,0	128,1	68,9	92,7	55,0	40,4
1991	146,2	166,2	75,0	93,8	18,7	31,7

Fonte: FIBGE - Censos Demográficos; SANTOS (1993)

O crescimento demográfico da cidade, tanto urbano quanto rural, pode ser verificado no Quadro 3.2.

QUADRO 3.2 - População urbana e rural de Araraquara.

Anos	Urbana	Rural	Total
1940	33.172	34.552	67.724
1950	36.476	26.212	62.688
1960	60.591	22.307	82.898
1970	84.582	15.884	100.466
1980	118.778	9.331	128.109
1991	156.462	10.270	166.732

Fonte: FIBGE - Censos Demográficos de 1940 a 1991.

BIZELLI (1990) afirma que o alto preço do solo urbano e da habitação popular, proporcionado pela especulação imobiliária, obriga a população a procurar locais de vida mais barata para morar. Pequenas cidades da região tiveram índices de crescimento populacional muito acima da média, comparados os anos 1970 e 1980. Américo Brasiliense teve índice de crescimento populacional de 86%; Matão, 50% e Dobrada 40%.

Araraquara não sofreu uma explosão urbana acentuada, porém a sua malha urbana sofreu transformação semelhante à maioria das cidades médias brasileiras. Seus problemas urbanos foram agravados pela lógica que conduziu o crescimento das cidades.

O processo de loteamentos começou a ser significativo a partir da década de 50, quando a expansão da malha urbana ocorreu em áreas contíguas à área anteriormente existente e de forma relativamente organizada. Nos anos 60, o número de loteamentos aprovados continuou crescendo rapidamente, apresentando-se 42% a mais que na década anterior.

Na década de 70, tornou-se evidente uma expansão mais rápida da malha urbana, revelando-se 75% superior ao dos anos 60. No entanto, isto ocorreu de forma desordenada e os loteamentos localizavam-se cada vez mais distantes da ZCN (Zona Central de Negócios). Somente na década de 70 foram aprovados 34% de todos os loteamentos até hoje existentes (215) na zona urbana. Pode-se acompanhar a evolução da aprovação dos loteamentos, por parte da Prefeitura Municipal, pelo Quadro 3.3 e pela Figura 3.4.

QUADRO 3.3 - Evolução da aprovação de loteamentos em Araraquara.

até 1950	51 $\Rightarrow$ 60	61 $\Rightarrow$ 70	71 $\Rightarrow$ 80	81 $\Rightarrow$ 90	91 $\Rightarrow$ 93
20	31	44	74	36	10

Fonte: Prefeitura Municipal de Araraquara

FIGURA 3.4 - A expansão dos loteamentos em Araraquara

A evolução do número de imóveis do núcleo urbano de 1975 a 1980 demonstra que, em 76 e 77, a evolução da oferta de lotes se comportou de acordo com o número de novas construções. Porém, em 1978 e 1979, a quantidade de lotes disponíveis cresceu respectivamente 32,4% e 37,4%, enquanto que o número de novas construções se elevou a taxas de 6,2% e 4,9%, respectivamente. Em 80, ocorreu uma queda na oferta de lotes (6,3%) com relação às novas construções, que, por sua vez, cresceram 17,1%. Estes dados constam do Quadro 3.4.

"O processo de loteamento do solo foi mais rápido do que sua ocupação efetiva, criando vazios a espera de valorização imobiliária" (BIZELLI, 1990).

Esta variação descompassada de oferta de lotes e novas construções sugere fatores externos ao mercado imobiliário. Isto pode ser explicado por vários fatores: o *primeiro* e principal, a ampliação do perímetro urbano em 1977/78 (ARARAQUARA, 1977 e 1978), passando a ter 168,13 km². "O perímetro urbano não deve ser muito grande, pois, acaba por estimular a dispersão" (SANTOS, 1988).

QUADRO 3.4 - Histórico de novas construções e lotes em Araraquara.

Ano	Construções	Variação (%)	Novos Lotes	Variação (%)
75	21.244	-	15.040	-
76	22.177	4.4	15.721	4.5
77	22.728	2.5	16.060	2.2
78	24.135	6.2	21.258	32.4
79	25.307	4.9	29.197	37.4
80	29.646	17.1	31.040	6.3

Fonte: Prefeitura Municipal de Araraquara apud BIZELLI (1990)

A lei 1794, vigente desde 1971 (ARARAQUARA, 1971), elaborada no contexto do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado (PDDI), disciplinava a aprovação de loteamentos fora do perímetro urbano e previa somente chácaras recreacionais. No entanto, a lei não era respeitada e muitos loteamentos aprovados como chácaras, se constituíram, na verdade, em residenciais, com características urbanas. Isto teria motivado a Prefeitura Municipal a ampliar o perímetro urbano, em 1977/78.

Essa mesma lei obrigava o loteador à execução de arruamento e de pelo menos dois tipos de infra-estrutura, no prazo de 24 meses, sob a pena de perda da área caucionada, quando da aprovação do loteamento. Muitos dos lotes, no entanto, foram entregues aos adquirentes sem o cumprimento da lei. Desse modo, a valorização do capital imobiliário se dava envolvendo investimentos mínimos.

"Constitui um ponto de honra e símbolo de esperteza burlar a lei quando possível. A voracidade pelo proveito imediato impede de pensar que o bem estar coletivo é moldura imprescindível para a realização pessoal" (DA MATTA, apud SANTOS, 1988).

A valorização de áreas até então rurais, transformadas em lotes urbanos, foi evidente. Um exemplo disso, foi a transformação de parte da Fazenda Três Irmãs, localizada na zona norte do município. Uma parcela deu origem ao loteamento chamado *Selmi Dei* e a outra, a um conjunto de chácaras denominado *Chácara Flora Araraquara*. A consequência foi a supervalorização da imensa parcela remanescente da Fazenda, localizada entre os dois loteamentos.

O *segundo fator* que provocou o espalhamento foi o processo de inflação galopante, tal como aquele ocorrido a partir de 1974 e que evoluiu para um pico em 1978, que favorecia a compra de imóveis com a função de reserva de valor.

O *terceiro* e último fator pode ser atribuído à expansão das áreas loteadas como consequência da implantação dos Distritos Industriais I e II, na região sul, os quais arrastaram para junto de si, loteamentos para classe operária. Atribui-se, também, à implantação de uma unidade industrial do Grupo Villares, em 1976, certa contribuição para a expansão da malha urbana.

"Os ventos do progresso estariam passando por Araraquara e deveriam promover o crescimento da cidade; a especulação imobiliária cuidaria, ao pé da letra, de preparar-lhe terreno" (TARTAGLIA, apud BIZELLI, 1990).

Conjuntamente, todos os fatores relacionados devem ter contribuído para o marcante processo de espalhamento da malha urbana de Araraquara. Não há dúvidas de que o favorecimento legal e a inflação, que provocou um aquecimento na demanda por imóveis, que por sua vez, sempre representou forma segura de investimento, foram os mais significativos.

O favorecimento legal surgiu como o mais marcante dos fatores; basta verificar a evidente diminuição na aprovação de loteamentos junto à Prefeitura Municipal, ocorrida na década de 80 e início dos anos 90, provavelmente fruto da aprovação de lei com restrições, em junho de 1979. No entanto, grande parte dos projetos aprovados após a vigência da lei 2467/79, deu entrada ainda antes da aprovação da mesma. Portanto, prevalecendo as condições anteriores à nova lei. Isto pode ser comprovado no Quadro 3.4, com o crescimento do número de lotes em 1980 representando apenas 6,3% contra 37,4% em 1979, ainda com a vigência da antiga lei.

Poucas foram as solicitações de aprovação de loteamentos após junho de 1979, deixando claro que a interferência legal pode ser um instrumento capaz de conter o espalhamento urbano desordenado e especulativo, que não é privativo de Araraquara, mas da maioria das cidades grandes e médias do Brasil.

Visando corrigir a exagerada ampliação do perímetro urbano provocada pela lei 2394/78 (ARARAQUARA, 1978), a lei 3265/86 (ARARAQUARA, 1986) estabeleceu um novo perímetro urbano, cuja área foi diminuída para 75,84 km². A área resultante entre a diferença do perímetro de 86 e 71, ficou considerada como *zona de expansão urbana*. Uma nova lei foi promulgada em 1987 e impôs restrições à *zona de expansão urbana*: o parcelamento do solo para fins urbanos só será permitido em gleba situada até 500 metros do sistema de transporte coletivo urbano e onde existirem água e esgoto ligados à rede pública e energia elétrica (ARARAQUARA, 1987a).

Para se ter uma idéia exata da gravidade do espalhamento, as áreas já loteadas e não ocupadas apontam um total de 13,26 km², sendo que a área loteada ocupada atinge 21,96 km². Apenas 40% a mais do que a área desocupada. O Quadro 3.5 apresenta as áreas delimitadas pelo atual perímetro urbano e suas sub-áreas.

Tomando-se a área loteada não ocupada (13,26 km²) e, hipoteticamente, subdividindo-a em lotes de 300 m², seria possível assentar quase 200 mil pessoas (média de 4,5 pessoas por lote). Indo-se além, e também dividindo-se em lotes a área do perímetro urbano não loteada (7,96 km²), da qual já foi subtraída 40% do total, destinados à circulação de veículos, áreas verdes e institucionais (ARARAQUARA, 1987a), acomodar-se-ia mais de 70 mil habitantes. Ao todo poderiam ser assentadas 320 mil pessoas nas áreas desocupadas.

QUADRO 3.5 - Área do perímetro urbano de Araraquara e suas sub-áreas.

Área	(km ²)	(%)
Perímetro urbano	75,84	100,0
Não loteada*	7,96	10,5
Loteada ocupada*	21,96	29,0
Loteada não ocupada*	13,26	17,5
De lazer, ruas e verdes	32,66	43,0

Fonte: Prefeitura de Araraquara apud BIZELLI, (1990)

(*)já descontadas as parcelas destinadas à áreas institucionais, lazer e arruamento.

Adicionalmente, é interessante observar-se a tendência para diminuição nas taxas de crescimento das populações total e urbana brasileira (SERRA, 1991). O crescimento da população urbana se dará à taxas bem menores do que as verificadas nos últimos trinta anos. O Quadro 3.6 mostra as taxas médias geométricas anuais para o Brasil.

Segundo MARTINE (1989), a população brasileira deverá se estabilizar por volta do ano 2050, com uma população estimada entre 240 e 250 milhões de habitantes. Dessa forma, aplicando-se a mesma taxa de crescimento do Brasil para Araraquara, ela poderia atingir algo próximo de 264 mil habitantes. No entanto, a

taxa de crescimento de Araraquara tem sido, ao longo das últimas décadas, inferior à média brasileira.

QUADRO 3.6 - Taxas médias geométricas brasileiras anuais

Anos	Taxas médias geométricas anuais (%)		
	Total	Urbana	Rural
40-50	2,39	3,91	1,60
50-60	2,99	5,15	1,55
60-70	2,89	5,22	0,57
70-80	2,48	4,44	-0,62
80-90*	2,37	3,44	-0,35
90-2000*	1,78	3,07	-3,29

Fonte: FIBGE - Censos Demográficos e (*) projeções segundo SERRA (1991)

Como calculado anteriormente, nos vazios urbanos (já loteados ou não), seria possível assentar cerca de 320 mil pessoas, que somados à população urbana atual (157 mil), totalizariam 477 mil pessoas. Desta forma, sobrariam vazios urbanos capazes de acomodar 213 mil pessoas, que, hipoteticamente, jamais seriam ocupados.

4. O USO DE MODELOS EM TRANSPORTES

Neste capítulo é feita uma rápida abordagem sobre o uso de modelos em transportes, e a conveniência do uso de modelos simplificados ao invés do uso de modelos complexos convencionais. Além disso, faz-se uma revisão dos modelos simplificados desenvolvidos por autores brasileiros, nos últimos 15 anos e, posteriormente, apresenta-se o modelo META, alvo de estudo no presente trabalho.

4.1 MODELOS SIMPLIFICADOS EM TRANSPORTES

Muitos dos fatores que influenciam os transportes variam, significativamente, de uma cidade para outra. Isto torna praticamente impossível avaliar a influência de diversas características das cidades sobre os transportes e, para se fazer um estudo da relação dos transportes com as características mais relevantes das cidades, torna-se imprescindível o uso de modelos teóricos.

"Um modelo é a representação de um sistema ou de um de seus componentes. Tal representação pode ser realizada através de vários tipos de linguagem: matemática, lógica, gráfica, física etc." (NOVAES, 1982). ORTÚZAR & WILLUMSEN (1990) complementam dizendo que um modelo pode ser a representação simplificada de uma parcela do mundo real - o sistema em questão -

que se concentra em certos elementos considerados importantes para a análise, sob um ponto de vista particular.

O uso de modelos matemáticos em transportes está muito difundido, não restando dúvidas da sua importância como ferramenta de análise e de avaliação de alternativas de uso do solo/transporte, com o objetivo de fornecer insumos para a tomada de decisões (KAGAN et al., 1992).

Há uma grande diferença entre desenvolver um modelo convencional de transporte e aplicá-lo em órgãos de planejamento público ou privado de transporte, tais como secretarias de transportes e empresas, em países em desenvolvimento (SILVA, 1993).

As mais relevantes críticas ao uso de modelos convencionais de transportes, em países em desenvolvimento, segundo WILLUMSEN (1990) são: exigem grande quantidade de dados; requerem o uso de computadores sempre mais poderosos; há dúvidas sobre a base teórica de muitos desses modelos; necessitam grande quantidade de recursos, que são escassos nos países em desenvolvimento; assumem que as condições futuras das cidades não serão tão diferentes das anteriores etc.

DIMITRIOU (1990a) também apontou vários problemas para o uso do planejamento convencional do transporte para as cidades do Terceiro Mundo:

- a) as técnicas tradicionais demandam muitos dados, técnicos experientes, recursos computacionais e de tempo;
- b) dados confiáveis e disponíveis são raros;
- c) os problemas enfrentados por estas cidades são, muitas vezes, bem diferentes daqueles enfrentados por cidades industrializadas; e
- d) escassez de recursos técnicos.

WILLUMSEN (1990) aponta, como sendo um dos maiores problemas do transporte nos países do Terceiro Mundo, a tentativa de usar as mais avançadas e sofisticadas ferramentas e modelos disponíveis, que nem sempre são apropriados e podem conduzir aos seguintes tipos de erros: *erros de especificação*, que são decorrentes, geralmente, do fato do modelo não representar fielmente a realidade; *erros nos dados*, que ocorrem no processo de atribuição de valores para variáveis chave do modelo, principalmente quando são coletados dados para população, empregos, distribuição de renda, taxas de geração de viagens etc. O processo de calibração do modelo também poderá introduzir *erros de calibração*, quando os métodos são pouco consistentes.

Esses erros podem ser minimizados:

- a) usando amostragens maiores e com maior número de observações;
- b) selecionando modelos que usam dados mais eficientes;
- c) selecionando técnicas de calibração mais consistentes, e
- d) usando modelos que necessitam de dados que são mais facilmente obtidos e verificados.

No entanto, reconhece WILLUMSEN (1990), se algumas dessas recomendações forem adotadas, pode significar a necessidade de técnicos mais experientes e maiores recursos, o que não são comuns nos países de Terceiro Mundo.

ULYSSEÁ NETO (1992) faz um diagnóstico dos problemas que os países em desenvolvimento enfrentam e cita como sendo os principais: a falta de pessoal qualificado, ausência de recursos financeiros e falta de tecnologia adequada. Acrescenta, ainda, ULYSSÉA NETO, que os países em desenvolvimento apresentam, muitas vezes, sistemas sócioeconômicos com mutações muito rápidas e frequentes. E traça um paradoxo: se por uma lado é desejável o uso de modelos simplificados, que exigem dados de baixo custo, de outra parte, torna-se necessário o uso de modelos

mais causais, que possam representar significativamente o sistema em constante mutação. Em vista disso, sugere ULYSSÉA NETO (1992), para conciliar as duas situações, que sejam utilizados modelos simplificados, porém, com curtos períodos de tempo entre sucessivas reavaliações.

A falta de qualificação abordada por ULYSSÉA NETO (1992) é confirmada através de pesquisa feita por ANTP (1993) em setembro de 1993, sobre a capacitação técnica dos órgãos municipais de gerência do transporte coletivo urbano, em 73 municípios brasileiros. A pesquisa apontou que, de um total de 1.030 técnicos de transporte que trabalham nestas cidades, apenas 27% possuem nível superior de escolaridade e com mais de 5 anos de experiência na área. A gravidade da situação aumenta quando a pesquisa constata que do total de técnicos, 32% são de nível médio e com menos de 5 anos de experiência.

Numa abordagem sobre técnicas simplificadas de planejamento de transportes em países em desenvolvimento, ELANGO VAN & CROUCH (1992) puderam identificar dois modos distintos em que os modelos simplificados de transportes têm sido estudados:

- a) no processo de refinamento, simplificação ou generalização do modelo convencional de quatro etapas e;
- b) no desenvolvimento de novas famílias de modelos com o uso de reputados conceitos matemáticos, econômicos e comportamentais.

Segundo BARROS JUNIOR (1994), inúmeros modelos que se utilizam de técnicas simplificadas já foram desenvolvidos e se encontram em uso em muitos países do mundo. ELANGO VAN & CROUCH (1992), conseguiram identificar e avaliar 22 modelos simplificados de previsão de demanda de viagens. Esses modelos foram desenvolvidos entre 1969 e 1984 e utilizam as mais variadas técnicas: métodos sintéticos, técnicas baseadas no modelo gravitacional entre outras técnicas.

LEIBBRAND (1983) critica alguns modelos utilizados em transportes como sendo de alto custo, muito complicados e com resultados, muitas vezes, não muito bons. No entanto, alerta para "simplificações inadmissíveis".

MATOS et al. (1983) dizem ser viável desenvolver, no Brasil, modelos específicos com base em experiências feitas no exterior sem, no entanto, incorrer em riscos de cópias metodológicas que não sejam adaptáveis às situações locais. Para ULYSSÉA NETO (1990), "sempre que os modelos existentes não se adequem ao contexto no qual serão usados, seja por razões de ordem teórica ou prática, novos modelos terão que ser desenvolvidos e testados". ITE (1986) e SILVA (1993) alertam, sobre a utilização de modelos importados de países desenvolvidos, que podem não ser adequados para a realidade de países em desenvolvimento.

WILLUMSEN (1990), diante deste quadro, admite que é melhor usar modelos mais simples, que oferecem respostas rápidas, em vez de se tentar adaptar modelos complexos com dados básicos não confiáveis. Este ponto de vista é corroborado por ITE (1986), em um artigo sobre a necessidade de pesquisas em metodologia de planejamento de transporte em países em desenvolvimento.

Uma recomendação é dada por Douglas Lee, citado por KLOSTERMAN (1994), para que os planejadores construam modelos muito simples, uma vez que, modelos complicados, geralmente, não trabalham bem e, em alguns casos, não são usados porque não são entendidos.

Para que os modelos urbanos possam ser utilizados como ferramenta segura, é necessário que seja conhecida a precisão dos resultados fornecidos por estes modelos (RODRIGUES & OLIVEIRA, 1983). A qualidade das variáveis, em qualquer tipo de modelo, é fundamental para se produzir resultados confiáveis (SANTA CRUZ, 1983). No entanto, esta precisão parece difícil de ser atingida, considerando as dificuldades na obtenção de dados, como já citado anteriormente.

Em vista dessas considerações, optou-se por uma revisão sobre os modelos simplificados de transportes, desenvolvidos por autores brasileiros.

4.2 MODELOS SIMPLIFICADOS DE TRANSPORTES NO BRASIL

Uma modelação muito simples foi proposta por RODRIGUES & DI PIERRO (1983) para se avaliar o consumo energético em transportes, em cidades médias brasileiras, a partir de diferentes estruturas, padrões de distribuição de atividades e redes de transportes. Os autores concluem, levando em consideração os modos ônibus e automóvel, que a cidade com estrutura quadrada (dentre as de formatos retangular e quadrada, ambas monocêntricas, além de cidades polinucleadas) é a mais econômica.

Com o intuito de criar uma metodologia genérica para análise de sistemas de transporte coletivo, que fosse simplificada e que pudesse utilizar dados que estivessem facilmente disponíveis, SANCHES (1988) elaborou modelos sintéticos agregados. Esses modelos resultam de pesquisas de campo realizadas por GEIPOT (1985) em algumas cidades *típicas*, para posterior uso na estimativa de demanda de transporte em cidades de porte médio similares.

Um modelo analítico que permite a avaliação da influência do porte da cidade no custo de transporte coletivo foi proposto por FERRAZ & FELEX (1989), os quais admitiram cidades hipotéticas de formato circular, ocupação homogênea e uma grande concentração de atividades (comerciais e de serviços) na zona central. Uma demanda constante por transporte coletivo foi adotada, utilizando veículos padronizados, circulando em rede constituída de rotas radiais, atendendo zonas

específicas. A forma de atendimento e a configuração da rede formam um sistema ótimo de transporte coletivo.

SILVA (1990) apresentou um modelo capaz de avaliar a influência das densidades populacionais no custo dos transportes de passageiros. Esse modelo é derivado daquele apresentado por FERRAZ & FELEX (1989) e se aplica à cidades médias (menores que 500 mil habitantes). O modelo prevê, ainda, que as cidades tenham formatos circulares e suas zonas centrais de negócios (ZCN) estejam localizadas nos seus centros geométricos, para onde convergem as linhas de ônibus (todas radiais).

Utilizando o processo tradicional de quatro etapas e incorporando um módulo que proporciona uma avaliação econômica integrado ao modelo de transportes, LOGIT (1990) desenvolveu o *modelo de análise e planejamento multimodal de transportes* (MANTRA). Este modelo pode ser utilizado para a análise e o planejamento do transporte regional e urbano.

Um outro modelo agregado para cálculo de custos de transporte coletivo em cidades médias foi apresentado por FERRAZ (1990a), que também considera, por hipótese, que a cidade tenha formato circular, embora possa ser adaptada a outros formatos: setor circular (aqui se enquadram as formas semicirculares e duplo setor circular) e linear. Este modelo foi inicialmente denominado TRANSCOL, sendo posteriormente chamado de TRANSCO.

As hipóteses do modelo TRANSCO são: ocupação contínua e homogênea do solo urbano; grande concentração de atividades e de serviços na área central (ZCN); transporte coletivo operando com veículos padronizados e uma rede constituída de rotas radiais, cada uma delas atendendo regiões específicas de igual área. A ZCN está localizada no centro geométrico da cidade; a demanda é constante no tempo e o sistema viário das cidades é constituído de vias radiais e circunferenciais. Ao contrário

de SILVA (1990), FERRAZ (1990a) não estabelece, *a priori*, o diâmetro da região circular central e a largura máxima de cada setor circular, que ficam condicionados à distância máxima de caminhada que se pretenda estabelecer.

MACEDO (1991) desenvolveu o modelo denominado TEMCO, a partir do modelo TRANSCO, incorporando a este o fator tempo de viagem, permitindo, assim, que se avalie o tempo gasto em viagens por transporte coletivo urbano, tendo em vista as características das cidades e da oferta de transporte.

AGUIAR & NOVAES (1993) desenvolveram um modelo para se avaliar o impacto de características relevantes de cidades de pequeno e médio porte e do serviço de coleta no custo do transporte de lixo urbano.

Uma versão derivada do modelo TRANSCO foi desenvolvida por BARROS JUNIOR et al. (1991), que permite a localização da zona central de negócios em qualquer ponto geométrico da cidade e a ocupação do solo não mais necessita ser uniforme em todo o espaço urbano. O modelo aprimorado permite variar a densidade da população de quaisquer zonas da cidade, sendo que estas zonas deverão ter densidades homogêneas isoladamente.

O modelo de BARROS JUNIOR et al. (1991) admite que, ao invés de formato circular, setor circular e linear, seja utilizada qualquer forma para a cidade a ser analisada, aproximada por retângulos. Além disso, incorpora o traçado ortogonal para o sistema viário, existente na maioria das cidades médias brasileiras. BARROS JUNIOR (1994) aperfeiçoou ainda mais o modelo TRANSCO.

Em 1993, SILVA desenvolveu um modelo chamado META para se calcular os custos de transportes produzidos por ônibus e automóveis com o objetivo de, a partir desses custos, tributar terrenos urbanos ociosos. Esse modelo será alvo deste estudo, pois, após a sua criação, ele não chegou a ser aplicado em nenhuma cidade real, com exceção do exemplo apresentado por SILVA (1993), para a cidade de São

Carlos. Esse exemplo, no entanto, foi feito com dados estimados pelo autor, apenas para apresentar uma virtual aplicação do modelo¹, o que não assegura que a sua utilização seja viável.

4.3 O MODELO META

O modelo META (Modelo para Estimativa de custos de Transportes em Áreas urbanas) foi desenvolvido com o objetivo principal de avaliar os custos de transportes em cidades com diferentes características, tais como: tamanho, forma, adensamento populacional etc. A maior parte das hipóteses adotadas na formulação do modelo são características específicas das cidades brasileiras de pequeno e médio porte, assim, a sua utilização, a princípio, deve se restringir a este padrão de cidades.

Os modelos normalmente utilizados em planejamento de transportes apresentam quatro etapas: geração de viagens, distribuição de viagens, escolha modal e alocação em rotas. O modelo META se utiliza de duas dessas etapas: as primeiras, e apresenta quatro passos a serem seguidos para sua aplicação: (1) caracterização da cidade; (2) geração de viagens (produzidas e atraídas); (3) distribuição de viagens, e (4) cálculo dos custos de transportes. As etapas utilizadas pelo modelo META estão descritas e analisadas a seguir.

4.3.1 Caracterização da Cidade

Para se avaliar o tráfego urbano, a cidade em estudo deve ser subdividida em pequenas áreas (zonas de tráfego), de modo a permitir o estabelecimento de taxas

¹Conforme comunicação pessoal do autor.

confiáveis de geração de viagens. As barreiras topográficas, tais como rios, ferrovias, canais etc., em conjunto com áreas naturais de convergência de tráfego, devem ser consideradas para delinear os limites das áreas. O fator limitante do número de zonas de tráfego a serem usadas é, geralmente, a capacidade do computador disponível na análise de dados (BRUTON, 1979).

Na aplicação do modelo META, feita por SILVA (1993), a cidade de São Carlos foi dividida inicialmente (cenário real atual) em 34 zonas de tráfego, considerando todas as barreiras geográficas, sendo que uma das zonas foi a ZCN - zona central de negócios - local para onde convergem todas as linhas de transporte coletivo na cidade e se concentra a maior parte dos negócios públicos ou privados. FIPAI (1987) obteve, em um estudo sobre Araraquara, que a ZCN atrai 67% das viagens; dado semelhante foi conseguido por PROTRAN (1985), apud FERRAZ (1990a), para a cidade de São José do Rio Preto, cuja ZCN atrai cerca de 66,3% da viagens. Também foram locadas, no exemplo de aplicação do modelo, três áreas industriais, duas áreas institucionais (universidades) e o terminal rodoviário.

O modelo prevê que as zonas terão formatos retangulares; que o centróide de cada zona esteja situado no centro geométrico da área retangular e que as ligações entre zonas seguirão o padrão em grelha. O sistema viário em grelha, também conhecido como *ortogonal*, do tipo *tabuleiro de xadrez*, é o traçado mais comum nas cidades brasileiras, principalmente nas cidades pequenas e médias.

Segundo SILVA (1993), a aproximação de zonas com formatos os mais variados em zonas com formatos retangularizados não apresentou mudança significativa no resultado final. Esta simplificação deverá ser verificada comparando os valores aproximados e valores obtidos por computador (depende da definição das zonas de tráfego). A divisão da cidade em zonas de tráfego com formato retangular foi posteriormente também adotada por BARROS JUNIOR (1994), no modelo MACBUS.

As densidades populacionais de cada zona de tráfego foram apresentadas em habitantes por hectare, enquanto que os níveis de renda foram classificados em: baixo, médio e alto. Essa classificação, no exemplo de SILVA (1993), foi obtida a partir do conhecimento pessoal do autor e dados preliminares do Plano Diretor do Município².

4.3.2 Geração de Viagens

Este passo representa a primeira fase de cálculos do modelo META e compõe-se de duas partes: (1) cálculo das viagens produzidas por cada zona de tráfego e (2) cálculo das viagens atraídas por cada zona de tráfego.

Os cálculos de produção e atração de viagens em cada uma das zonas de tráfego em que fora dividida a cidade são, geralmente, feitos mediante análises de regressão, que permitem expressar a produção ou atração em função de determinadas variáveis, com as quais guardam uma relação mais ou menos estreita. Outros modelos de geração, embora pouco usados, são aqueles baseados em funções probabilísticas (CALVETE, 1970).

Os principais motivos de viagens são: trabalho, estudos, compras, sociais e recreacionais, e outros. As duas primeiras são usualmente chamadas *viagens obrigatórias* e as outras, são chamadas *opcionais* (ORTÚZAR & WILLUMSEN, 1990).

4.3.2.1 Produção de Viagens

Sabe-se que uma quantidade muito grande de fatores pode influenciar a produção de viagens: densidade populacional, número de pessoas que compõem a

²De acordo com informações pessoais do autor.

família, índice de motorização, renda familiar, disponibilidade, qualidade e natureza do transporte público, padrão de uso do solo, distância à ZCN (zona central de negócios), acessibilidade, valor da terra etc. (CALVETE, 1970; SOSSLAU et al., 1978; BRUTON, 1979; ORTÚZAR & WILLUMSEN, 1990).

O aumento do número de automóveis faz com que aumente o número de viagens produzidas e as variáveis que influenciam o número de automóveis em uma zona são: densidade de população, nível de renda, tamanho da família e estrutura da família. Existe uma estreita relação entre o nível de renda da família e o número de veículos que esta família possui. É evidente que a população é essencial na determinação da produção de viagens e quanto maior o nível de renda familiar da população da zona, maior é o número de viagens.

Já o aumento da distância da zona à ZCN provoca um aumento nas viagens motorizadas até um determinado limite, decaindo o número de viagens ao se continuar aumentando a distância. No entanto, esse aspecto deve ser tomado com cuidado, devido à variação no tamanho das cidades e aos diferentes comportamentos que existem em diferentes cidades.

O uso do solo é um fator decisivo para a produção de viagens. No entanto, diferentemente dos outros fatores, não pode ser introduzido quantitativamente em nenhuma fórmula de correlação. Sua importância reside em que, a partir de seu conhecimento, se pode determinar algumas características básicas para que seja conhecida a produção de viagens.

Afirma SILVA (1993), que esses dados nas cidades brasileiras são "poucos e precários", ao contrário dos países desenvolvidos, onde as informações sobre viagens atraídas e produzidas por diferentes usos do solo estão disponíveis em quantidades muito maiores. Devido à ausência ou precariedade de informações, SILVA (1993) apresenta um modelo extremamente simples.

O modelo META utiliza taxas de produção de viagens para três níveis de renda (pobre, médio e rico) e para a Rodoviária.

As taxas de produção de viagens utilizadas pelo modelo META levam em consideração a densidade populacional e o nível de renda familiar, que, segundo CALVETE (1970), são as variáveis independentes que produzem resultados mais satisfatórios. Essas taxas são multiplicadas pela população da zona de tráfego ou pelas áreas de cada uso do solo nela contida, se for o caso. Os resultados são, então, somados para obtenção do total de viagens atraídas e produzidas em cada zona de tráfego.

O modelo para o cálculo de viagens produzidas é dado por:

$$VP_{Z_i} = PV_{NR}(PopZ_i) + F_i \cdot PV_{TR}(PopC) \quad (4.1)$$

Onde:

VP_{Z_i} = viagens produzidas pela zona [viagens/dia];

PV_{NR} = taxa de produção de viagens de acordo com o nível de renda da zona [viagens/dia/habitante];

$PopZ_i$ = população da zona [habitantes];

F_i = fator que indica a presença da rodoviária na zona - deve ser 0 ou 1;

PV_{TR} = taxa de produção de viagens para a rodoviária [viagens/dia/habitante];

$PopC$ = população da cidade [habitantes].

4.3.2.2 Atração de Viagens

Existe uma estreita relação entre o uso do solo no ponto de destino e a quantidade de viagens que uma determinada zona de tráfego atrai. Viagens com destino ao domicílio representam, em geral, pouco menos que 50% (CALVETE,

1970); as viagens com destino ao trabalho são, depois do destino domicílio, as mais importantes. Outros destinos normalmente considerados, são: compras, estudos, lazer, negócios e outros.

No modelo META foram considerados os destinos: trabalho (comércio e indústria), estudo, domicílio e terminal rodoviário, sendo que, no destino comércio, estão englobadas também as atividades de serviços. O destino terminal rodoviário foi previsto no modelo, uma vez que ele pode ser significativo nas cidades médias, conforme estudos feitos por FIPAI (1987) e PROTRAN (1985), apud FERRAZ (1990a). Também BARROS JUNIOR (1994) prevê a consideração de pólos secundários significativos.

O modelo META adotou, para efeito de levantamentos das taxas de atração de viagens, a área ocupada pelo comércio, indústria, escolas e universidades. Mas, são muito utilizados em outros estudos de atração de viagens, o número de empregos dessas zonas e o número de vagas nas escolas. Há ainda a possibilidade, embora pouco utilizada, de se adotar o nível de vendas expresso em dinheiro (CALVETE, 1970), o que, obviamente, torna quase impossível sua utilização devido a grande dificuldade em se obter os dados sobre as vendas.

O cálculo das viagens atraídas por qualquer zona de tráfego, adotado pelo modelo META, é dado por:

$$VAZ_i = AV_{com}(A_{com}) + AV_{ind}(A_{ind}) + AV_{edu}(A_{edu}) + AV_{res}(PopZ_i) + F_t AV_{TR}(PopC) \quad (4.2)$$

Onde:

VAZ_i = viagens atraídas por cada zona [viagens/dia];

AV_{com} = taxa de atração de viagens para atividades comerciais [viagens/dia/km²];

A_{com} = área com atividades comerciais na zona [km²];

AV_{ind} = taxa de atração de viagens para atividades industriais [viagens/dia/km²];

A_{ind} = área com atividades industriais na zona [km²];

AV_{edu} = taxa de atração de viagens para atividades educacionais [viagens/dia/km²];

A_{edu} = área com atividades educacionais na zona [km²];

AV_{res} = taxa de atração de viagens para atividades residenciais [viagens/dia/habitante];

P_{opZ_i} = população da zona [habitantes];

F_i = fator que indica a presença da rodoviária na zona - deve ser 0 ou 1;

AV_{TR} = taxa de atração de viagens para a rodoviária [viagens/dia/habitante];

P_{opC} = população da cidade [habitantes].

Dado que, tanto os fatores de produção, quanto os de atração de viagens não são exatos, o modelo META prevê que se faça um balanceamento das viagens, uma vez que os resultados obtidos, geralmente, não coincidem. O balanceamento pode ser feito mantendo-se inalterado o número de viagens produzidas e alterando-se de forma proporcional as viagens atraídas, ou vice-versa. A escolha deve ser feita levando-se em consideração o conhecimento que se tem da cidade.

4.3.3 Distribuição de Viagens

A etapa de distribuição de viagens não trata, necessariamente, dos meios de transporte usados na realização das mesmas, nem das rotas utilizadas, mas sim, do estabelecimento de viagens entre várias zonas de tráfego.

Os procedimentos matemáticos mais utilizados nas últimas décadas para o cálculo da distribuição de viagens estão divididos, segundo CALVETE (1970), em dois grupos principais:

- a) métodos dos fatores de crescimento, e
- b) métodos sintéticos.

O modelo gravitacional é, sem dúvida, o modelo agregado de distribuição de viagens mais comumente usado. Entretanto o modelo gravitacional não exaure todas as possibilidades teóricas. Podem ser mencionadas outras abordagens que, embora sejam menos usadas, oferecem alternativas reais ao modelo gravitacional: o *modelo de oportunidades intervenientes*, *de maximização da entropia* e a família de *modelos de demanda direta* (ORTÚZAR & WILLUMSEN, 1990). Além desses métodos, BRUTON (1979) aponta, também, outros métodos que podem ser utilizados, para estimar as transferências interzonais: o *modelo eletrostático*, as técnicas de *regressão linear múltipla* e a *programação linear*.

WRIGHT & ASHFORD (1989), apud SILVA (1993), definem o modelo gravitacional como sendo "uma das técnicas mais amplamente usadas no planejamento de transportes". SOSSLAU et al. (1978) afirmam que o modelo gravitacional é a técnica "mais facilmente explicada e entendida por técnicos, administradores e cidadãos em geral". BRUTON (1979) afirma que o modelo gravitacional é o mais utilizado porque "ele é fácil de se entender e de se explicar, além de estar bem documentado".

A expressão básica do modelo gravitacional é, segundo WRIGHT & ASHFORD (1989), a seguinte:

$$I_{ij} = \frac{K \cdot Pop_i \cdot Pop_j}{d_{ij}^n} \quad (4.3)$$

Onde:

I_{ij} = interação entre as zonas i e j ;

K = constante qualquer;

Pop_i = população da zona de tráfego i ;

Pop_j = população da zona de tráfego j ;

d_{ij} = distância entre as zonas de tráfego i e j ;

n = expoente qualquer.

De acordo com SILVA (1993), a equação utilizada no modelo META para calcular as viagens entre as zonas de tráfego inclui dois elementos básicos (A_i e B_j) que substituem o fator " K ". PUTMAN (1983) apresentara a mesma expressão básica incluindo os dois novos elementos, com nomenclatura alterada:

$$V_{ij} = A_i \cdot B_j \cdot O_i \cdot D_j \cdot C_{ij}^{-\alpha} \quad (4.4)$$

Onde:

V_{ij} = número de viagens da zona de tráfego i para a zona de tráfego j [viagens/dia];

O_i = número de viagens originadas na zona de tráfego i [viagens/dia];

D_j = número de viagens com destino na zona de tráfego j [viagens/dia];

C_{ij} = "custo" da viagem entre as zonas de tráfego i e j ;

α = expoente qualquer.

A_i, B_j = fatores de equilíbrio.

Sendo que:

$$A_i = \left(\sum_j B_j \cdot D_j \cdot C_{ij}^{-\alpha} \right)^{-1} \quad (4.5)$$

$$B_j = \left(\sum_i A_i \cdot O_i \cdot C_{ij}^{-\alpha} \right)^{-1} \quad (4.6)$$

Os fatores de equilíbrio A_i e B_j são incorporados ao modelo para assegurar que ele seja duplamente restringido, isto é, que o número total de viagens deixando a zona seja igual ao número total de viagens produzidas pela zona e o número total de viagens entrando na zona seja igual ao número de viagens atraídas pela zona.

Ainda são desconhecidos dois fatores, que são o expoente α e o "custo" C_{ij} . Diversas formas do modelo gravitacional substituem C_{ij} por $F(C_{ij})$, chamado convencionalmente de *fator de fricção*. Este fator pode ser descrito por várias funções matemáticas, dentre elas: exponencial, potência e geométrica. O modelo META permite que sejam utilizadas as duas primeiras, potência $[F(C_{ij}) = C_{ij}^{-\alpha}]$ e exponencial $[F(C_{ij}) = \exp(-\alpha.C_{ij})]$, em função das características da cidade a ser analisada.

O *custo generalizado* C_{ij} é função dos seguintes elementos, tidos como principais: tempo associado à viagem; distância da viagem; tempo de viagem excedente, ou seja, o tempo gasto esperando ou caminhando para um meio de transporte; custo de estacionamento no destino da viagem; valor que o viajante associa ao tempo, à distância e ao tempo de viagem excedente.

É improvável que os elementos componentes do *custo generalizado* permaneçam estáveis no tempo, isto é, quando cresce o nível de renda, por exemplo, supõe-se que o viajante possa atribuir um valor maior ao seu tempo. Portanto, é de se esperar diferentes percepções quanto aos valores do custo generalizado para diferentes tipos de países, cidades etc.

O expoente α reflete a importância do custo generalizado na distribuição de viagens.

O modelo META utiliza o "custo" C_{ij} da viagem levando em consideração a distância percorrida entre os centróides das zonas de tráfego, seguindo um traçado tipo grelha. Já para o sistema de transporte coletivo considerado nestas cidades,

assume-se que, qualquer pessoa vá de uma zona à outra, realizando no máximo uma transferência, sendo que todas as linhas passam pela zona central (forma de operação típica das cidades médias brasileiras).

Para o caso específico de viagens intra-zonais, o modelo assume a formulação de SMEED, citado por SILVA (1993) - que fora também utilizada por SANCHES (1988) -, tanto para automóveis quanto para o ônibus, para o cálculo das distâncias, na forma como se segue:

$$d_{iz} = 0,87 \cdot \sqrt{A_i} \quad (4.7)$$

onde:

d_{iz} = distância média das viagens intra-zonais em i ;

A_i = área da zona i .

4.3.4 Cálculo dos Custos de Transportes

É muito simples o cálculo dos custos de transportes, necessitando-se apenas de dois dados complementares, para automóveis e ônibus: o custo por quilômetro e o número de passageiros por veículo.

Os valores adotados por SILVA (1993), de 1,2 passageiros por automóvel e de 40 passageiros por ônibus, bem como os custos de 0,2 U\$/km, para automóvel e 1,0 U\$/km, para ônibus, foram apenas estimativas feitas para apresentação do modelo META³. Carecem, portanto, de estudos mais detalhados para a sua aplicação em uma situação real.

Para automóveis, o modelo META calcula a distância total percorrida :

³Conforme comunicação verbal do autor.

$$D_{TA} = \sum_i \sum_j \frac{(2.V_{Aij})}{Pass_A} \cdot D_{ij} \quad (4.8)$$

onde:

D_{TA} = distância total viajada pelo modo automóvel [km];

V_{Aij} = número de viagens de automóvel da zona i para a zona j [viagens/dia];

$Pass_A$ = número médio de passageiros por automóvel [passageiros/automóvel];

D_{ij} = distância entre as zonas i e j [km].

O resultado da equação 4.8 é, então, multiplicado pelo custo médio por quilômetro percorrido, para se obter o custo total para o modo automóvel (equação 4.9).

$$C_{TA} = (D_{TA}) \cdot (C_{QA}) \quad (4.9)$$

onde:

C_{TA} = custo total produzido pelo modo automóvel;

D_{TA} = distância total viajada pelo automóvel;

C_{QA} = custo médio do quilômetro percorrido pelo automóvel.

No caso do transporte coletivo, os totais de viagens atraídas e produzidas em cada zona i devem ser comparados, escolhendo-se aquele de maior valor. A distância total viajada pelo modo ônibus é dada por:

$$D_{TO} = \sum_i \frac{(2.V_{Oic})}{Pass_O} \cdot (2.D_{ic}) \quad (4.10)$$

onde:

D_{TO} = distância total viajada pelo modo ônibus [km];

V_{Oic} = número de viagens por ônibus entre a zona de tráfego i e o ponto central

[viagens/dia];

Pass = número médio de passageiros por ônibus [passageiros/ônibus];

D_{ic} = distância entre a zona de tráfego i e o ponto central de ônibus [km].

A distância total viajada pelo ônibus multiplicada pelo custo médio por quilômetro percorrido aponta o custo total de uso de transporte coletivo por ônibus (equação 4.11) e é dado por:

$$C_{TO} = (D_{TO}) \cdot (C_{QO}) \quad (4.11)$$

onde:

C_{TO} = custos totais produzidos pelo modo ônibus;

D_{TO} = distância total percorrida pelo modo ônibus;

C_{QO} = custo médio do quilômetro percorrido por ônibus.

SILVA (1993) apresentou em seu estudo, apenas um exemplo de aplicação do modelo, com dados estimados. Será necessário, portanto, que se faça uma verificação do modelo proposto, utilizando dados reais, através de um estudo de caso. Este estudo será apresentado no próximo capítulo.

5. UMA VERIFICAÇÃO DO MODELO META E SUA APLICAÇÃO PARA UM CASO REAL

Neste capítulo, inicialmente é apresentada uma breve reflexão sobre o uso dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) em transportes, uma vez que esta tecnologia teve grande importância neste estudo, na verificação de áreas, cálculo de adensamento, trajetos etc. Em seguida, faz-se uma verificação de dados, parâmetros, hipóteses e metodologias utilizadas pelo modelo META, além de sua aplicação para um estudo de caso: a cidade de Araraquara.

Para que se tenha, *a priori*, uma noção mais clara das diversas abordagens, pesquisas e levantamentos que serão conduzidas neste capítulo, serão relacionadas todas as tarefas e dados que o modelo META requer para o cálculo dos custos de transportes, tanto para automóvel como para ônibus:

☐ Etapa de caracterização da cidade:

- ▷ divisão da cidade em zonas de tráfego;
- ▷ coordenadas dos vértices das áreas retangularizadas;
- ▷ nível de renda de cada zona de tráfego; e
- ▷ densidade populacional de cada zona de tráfego.
- ▷ zonas de tráfego homogêneas de mesma densidade e nível de renda

☐ Etapa de geração de viagens:

◦ Produção de viagens

- ▷ taxas de produção de viagens, por ônibus e automóveis, para os três níveis de renda e para o terminal rodoviário.

◦ Atração de viagens

- ▷ taxas de atração de viagens para as atividades comerciais/de serviços/industriais, educacionais, residenciais e do terminal rodoviário, para automóveis e ônibus, separadamente;
- ▷ número de empregos existentes em cada zona de tráfego; e
- ▷ número de vagas escolares ocupadas em cada zona de tráfego.

□ Etapa de distribuição de viagens:

- ▷ escolha da função *fator de fricção* (custo generalizado da viagem) que melhor se adapta ao estudo de caso (potência ou exponencial);
- ▷ calibração do modelo gravitacional, obtendo-se o valor do expoente α , que reflete o impacto das distâncias nas viagens; e
- ▷ comparação da primeira opção do modelo para a distribuição das viagens (o modelo calcula as viagens sem a interferência do usuário) com a segunda opção, onde é necessário fornecer ao modelo todas as distâncias entre as 38 zonas de tráfego. Neste estudo de caso, uma matriz de distância de 38 x 38.

□ Cálculo dos custos de transportes

- ▷ determinação do custo por quilômetro para ônibus e automóvel; e
- ▷ levantamento do número médio de passageiros por automóvel e ônibus.

5.1 O USO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

Sistemas de Informações Geográficas (SIG), resumidamente, correspondem a uma tecnologia com o intuito de tratar e manipular informações alfanuméricas associadas à referências geográficas e têm como principais elementos: bases de dados, *hardware* e *software* (SILVA et al., 1994).

Os *softwares* de Sistemas de Informações Geográficas, que foram desenvolvidos como instrumento de armazenagem e processamento de dados espaciais, quase sempre relacionados com usos específicos, atendem, de maneira bastante satisfatória, às necessidades do processo de planejamento de transportes, apesar de serem, ainda, não muito utilizados.

As principais vantagens na utilização de Sistemas de Informações Geográficas, segundo KAGAN et al. (1992), em conjunto com os modelos de transportes, são:

- ▷ integridade dos dados, proporcionada pelo SIG que, se uma vez integrado aos modelos, permite maior clareza de aspectos físicos dos dados para o usuário;
- ▷ operações pré-incorporadas aos SIG's eliminam ou simplificam tarefas realizadas normalmente por processos manuais e módulos computacionais isolados e não muito bem integrados;
- ▷ facilidade de edição e representação gráfica;
- ▷ tratamento topológico, que facilita operações de edição da base geográfica;
- ▷ armazenamento e edição de menor custo; e
- ▷ realização de certos tipos de análises e representações antes praticamente inviáveis nos processos tradicionais.

Para PIMENTEL & SALGADO (1994), Sistemas de Informações Geográficas, podem ser considerados, hoje, como uma das mais importantes tecnologias para uma série de áreas, dentre elas a engenharia. No entanto, apontam como sendo um sério problema no seu uso, o baixo grau de integração de conhecimentos entre os usuários e os *developers*¹. Esses autores recomendam que, apesar da complexidade dos SIG, isto não deve ser visto como um fator limitante, mas deve-se ir à busca de conhecimentos mais aprofundados sobre o assunto.

¹Entende-se por *developers* toda a equipe que desenvolve o *software*.

PRASTACOS (1991) afirma que os SIG's têm sido uma revolução no campo de sistema de gerenciamento de base de dados computadorizados, nos últimos quatro anos. Ele afirma, ainda, que somente recentemente, planejadores e pesquisadores de transportes iniciaram a exploração dos benefícios advindos da implantação de sistemas baseados em SIG, para a análise de demanda e infra-estrutura de transportes.

Procurando-se incorporar esta nova tecnologia neste trabalho, adotou-se o uso de um *software* para Sistemas de Informações Geográficas, desenvolvido nos Estados Unidos, denominado TransCAD², com aplicações em transportes. Esse software foi muito útil na determinação de áreas, representação de mapas temáticos, cálculo de distâncias etc.

5.2 CARACTERIZAÇÃO DA CIDADE

A Prefeitura de Araraquara, a exemplo do que acontece na maioria das cidades brasileiras, não dispunha de dados necessários para a caracterização da cidade. Estes dados, que estão normalmente disponíveis em países desenvolvidos, exigem muito trabalho dos pesquisadores brasileiros, para o seu levantamento.

A caracterização da cidade, segundo o modelo META, deve apresentar, sempre que possível, zonas de tráfego com características de homogeneidade quanto ao adensamento populacional e nível de renda familiar. A caracterização da cidade constou de quatro etapas.

A primeira etapa consistiu na elaboração de um mapa temático³ de adensamento populacional urbano; a segunda etapa, além de criar um mapa temático

²O software TransCAD foi desenvolvido pela Caliper Corporation, 1172 Beacon Street, Newton, Massachusetts - 02161, USA.

³São mapas que contêm informações (qualitativas ou quantitativas) sobre temas únicos, tais como: adensamento populacional, uso do solo, nível de renda etc. (CALIJURI et al., 1993).

de nível de renda, propõe uma metodologia para a sua determinação; a terceira, consiste na obtenção das zonas de tráfego e, na última etapa, são levantados os demais dados necessários para a caracterização da cidade.

5.2.1 Levantamento de Dados Sobre o Adensamento Populacional Urbano

O *primeiro passo* dessa etapa consta na digitalização, com o auxílio de uma mesa digitalizadora e utilizando o TransCAD, do mapa do sistema viário urbano de Araraquara. O *segundo passo* resulta no levantamento do mapa temático de adensamento populacional.

Uma forma simplificada, prática e rápida, com um custo muito baixo, para a determinação do adensamento populacional urbano, é a utilização de fotografias aéreas. Essa técnica já fora utilizada anteriormente por SILVA (1993)⁴ e SILVA et al. (1994).

Um *mosaico* foi confeccionado, a partir de fotografias aéreas, tiradas a bordo de um avião tipo Piper, a uma altitude de aproximadamente 1.500 metros. Através da análise deste *mosaico*, com o auxílio de um dispositivo de ampliação, pode-se representar, em um mapa em escala 1:10.000, o adensamento populacional. Esse adensamento foi traduzido por seis padrões: áreas não habitáveis, áreas com raro adensamento, áreas pouco adensadas, áreas medianamente adensadas, áreas relativamente adensadas, e áreas totalmente adensadas. Cada área está associada a um determinado número de quadras, e a uma população que nela habita, conforme apresentado no Quadro 5.1.

⁴De acordo com informações pessoais do autor.

QUADRO 5.1 - Adensamento, número de quadras e população por área.

Ocupação (%)	Quadras	População
0 - 5	442	1.050
5 - 25	460	6.556
25 - 50	180	6.414
50 - 75	243	14.431
75 - 100	1.582	131.536
Áreas não habitáveis	-	-

A partir destas informações, digitalizou-se um mapa temático de adensamento populacional (ver Figura 5.1).

FIGURA 5.1 - Mapa de níveis de adensamento populacional em Araraquara

5.2.2 Levantamento de Dados Sobre Níveis de Renda da População

Embora estivesse disponível no Departamento de Planejamento da Prefeitura de Araraquara um mapa contendo as regiões de diferentes níveis de renda, essas apresentavam uma grande agregação. Em vista disso, optou-se pelo desenvolvimento de uma nova metodologia para a determinação de níveis de renda que viesse atender às necessidades deste estudo e que também pudesse servir de ferramenta para outros estudos.

No censo brasileiro de 1991, pela primeira vez foram levantados dados sobre os níveis de renda que, no entanto, decorridos mais de três anos após a realização da pesquisa, ainda não estão disponíveis.

Uma nova metodologia é proposta, para a obtenção do mapa de nível de renda familiar, a partir de dados de consumo de energia elétrica residencial. A obtenção do nível de renda familiar, a partir de consumo de energia elétrica residencial, não representa nenhuma novidade. GEIPOT (1985) estimou níveis de renda por meio de *Análise de Regressão* entre *consumo médio mensal domiciliar de energia elétrica* e a *renda média mensal familiar*, através de um ajustamento do tipo *Cross-Section*, aproveitando dados levantados através de pesquisa domiciliar realizada em diversas cidades.

Em um estudo anterior, denominado TRANSCOL, realizado na Região Metropolitana de Belém, GEIPOT (1980) já havia usado o consumo de energia elétrica como indicador de renda familiar. O consumo de energia elétrica foi também obtido através de pesquisa domiciliar.

No entanto, a realização de pesquisas domiciliares requer uma grande quantidade de recursos, tanto humanos quanto financeiros, o que na maioria das

vezes, inviabiliza a sua elaboração (WILLUMSEN, 1990; ORTÚZAR & WILLUMSEN, 1990).

Procurou-se, então, encontrar uma forma alternativa de se obter os dados de consumo médio de energia elétrica residencial, sem a necessidade de realização das onerosas pesquisas domiciliares.

O caminho encontrado, foi o levantamento de dados de consumo residencial mensal de energia elétrica, junto aos arquivos da Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL). A Companhia elabora levantamentos periódicos de consumo de energia elétrica, tanto residencial quanto não-residencial, por transformadores de energia elétrica instalados em toda a cidade, mantendo esses dados arquivados em microfilmes. Esse procedimento é comum em todas as Regionais da CPFL.

O microfilme de consumo de cada um dos transformadores dispõe, dentre outros dados, do consumo médio das residências ligadas ao referido transformador. Em média, vinte e quatro residências estão ligadas a um determinado transformador.

De um total de 1.564 transformadores residenciais instalados na zona urbana de Araraquara, foram pesquisados 845, escolhidos aleatoriamente em toda a extensão da mancha urbana. Esta amostra corresponde a 54% do universo de transformadores.

Os transformadores pesquisados foram alocados no mapa do sistema viário de Araraquara, anteriormente digitalizado, e associados a cada transformador os valores de consumo médio por residência correspondente (ver Figura 5.2).

Confrontando o mapa com os valores médios de cada transformador com o mapa de níveis de renda elaborado pelo Departamento de Planejamento da Prefeitura, com o auxílio do *software* TransCAD, foram obtidas faixas de consumo, correspondentes aos níveis de renda. Os níveis de renda e suas faixas de consumos, estão mostrado no Quadro 5.2.

FIGURA 5.2 - Localização espacial dos transformadores de energia elétrica.

QUADRO 5.2 - Faixas de consumo de energia elétrica e nível de renda.

Consumo mensal kWh/mês	Nível de renda
até 165	baixo
de 165 a 240	médio
acima de 240	alto

Esta classificação de consumo relacionada com o nível de renda pode ser considerada aceitável, para o grau de agregação utilizado, uma vez que 86,8% dos transformadores localizados nas zonas de renda baixa registram consumo abaixo de 165 kWh; 74,2% dos transformadores localizados nas zonas de renda média apresentam consumo entre 165 a 240 kWh; e 89,7% dos transformadores localizados nas zonas de alta renda registram consumo acima de 240 kWh.

É necessário utilizar esta classificação com certa cautela, uma vez que, em residências com consumos próximos aos limites das faixas, a definição dos níveis de renda não é muito clara.

A metodologia, no entanto, permite que se trabalhe com diferentes níveis de agregação das zonas, dependendo da precisão desejada e dos recursos humanos e de informática disponíveis.

Eventualmente, os níveis de renda aqui considerados (baixo, médio e alto) podem ser subdivididos em um número maior. A grande agregação feita por SILVA (1993) e adotada neste estudo, faz com que, por exemplo, regiões muito pobres sejam classificadas em igualdade de condições com outras regiões consideradas de baixa renda, mas que, no entanto, apresentam características muito próximas às regiões de média renda.

5.2.3 O Levantamento das Áreas das Zonas de Tráfego

No modelo proposto por SILVA (1993), as áreas de cada zona de tráfego foram retangularizadas e obtidas através de processo manual, o que representou rapidez na obtenção dos resultados e necessitando recursos de informática sem grande sofisticação. A afirmação feita por SILVA (1993) de que "esta simplificação não compromete, em absoluto, os resultados" pode ser comprovada. Esta forma simplificada de obtenção de áreas retangularizadas foi utilizada neste estudo de caso, com resultados animadores e que são apontados a seguir.

O resultado global do levantamento das áreas das zonas de tráfego com a utilização do método simplificado apontou uma variação de apenas 1,15% quando comparado com o levantamento global das áreas obtido com o *software* TransCAD. Considerando individualmente cada uma das 38 zonas de tráfego, o valor das áreas variou de 0,18% a 6,02%, sendo que as maiores distorções ocorreram nas menores

áreas, onde a própria espessura do traço do grafite (0,5 mm) que delimitava as áreas desenhadas em papel milimetrado, era suficiente para gerar alguma distorção. Ainda assim, 0,5 mm é um valor geralmente aceito para erros planimétricos sobre mapas (d'ALGE & GOODCHILD, 1993).

Para se avaliar a precisão no valor das áreas obtidas com o uso do TransCAD, procedeu-se um levantamento alternativo das mesmas, utilizando-se um planímetro, instrumento destinado a medição de áreas de figuras planas.

Sabe-se que nos dois modos (TransCAD e planímetro), que utilizaram como fonte de informações, mapas em cópias heliográficas, estão associados erros devido a deformabilidade do papel. Utilizando-se o TransCAD, além destes erros, pode-se incorrer em erros na operação de seguir linhas ou localizar pontos, relacionados à habilidade e treino do operador, além de erro da mesa digitalizadora (distorção construtiva) etc. (MELLO & CINTRA, 1993).

No *primeiro caso* (TransCAD) a obtenção é rápida, porém existe a imprecisão resultante da digitalização, que segundo d'ALGE & GOODCHILD (1993), "representa uma fonte de erros considerável num SIG".

Essa digitalização consiste em um traçado manual realizado através da varredura do cursor da mesa digitalizadora sobre o sistema viário reproduzido na cópia heliográfica do mapa (escala 1:10.000), colocado sobre a mesa digitalizadora.

O sistema viário digitalizado no computador foi representado, tão somente, pelos eixos das ruas (ver Figura 5.3). Isto faz com que as zonas da cidade sejam delimitadas por estes eixos. Nas regiões urbanas não periféricas, as áreas de cada via ficam divididas: metade da área da via passa a pertencer a cada uma das zonas adjacentes à via. Porém, nas zonas junto às linhas delimitatórias do perímetro urbano, a metade externa da via pode ficar fora da zona demarcada pelo eixo da rua e não ser considerada no cálculo da área.

FIGURA 5.3 - Sistema viário de Araraquara.

No *segundo caso* (planímetro), as medições foram feitas, também, utilizando cópia heliográfica do mapa da cidade, percorrendo o *ponto traçador* do planímetro, manualmente, sobre a linha demarcatória de cada zona de tráfego. Apesar dos cuidados, raramente se consegue percorrer o *ponto traçador* sempre sobre a linha demarcatória, havendo desvios para um lado ou outro da linha. Pode-se, porém, reduzir o efeito dos desvios, realizando diversas medições em cada zona (neste estudo foram feitas dez medições por zona) e eliminando as primeiras medições, quando o operador não tem muita prática, porque a possibilidade de erro é maior. Também eventuais medições, onde o valor obtido esteja muito fora da média, devem ser eliminadas.

As cópias heliográficas sofrem em seu processo de impressão variações de até 1,25% no comprimento e de 2,5% na largura. As cópias já manuseadas, como as que foram utilizadas neste estudo, sofrem, além das deformações de impressão, deformações provenientes da umidade do ar e do manuseio, que podem chegar a 1 milímetro (MELLO & CINTRA, 1993).

O Quadro 5.3 mostra a comparação das áreas obtidas pelo TransCAD e pelo planímetro, sendo que, para as áreas analisadas, a diferença na medição das áreas variou entre 1,6 a 6,6%.

QUADRO 5.3 - Comparação de áreas obtidas através do *software* TransCAD e com um planímetro.

Área analisada	Área através do TransCAD (m ²)	Área através de planímetro (m ²)	Variação (%)
Jd. Universal	493.013	528.000	6.6
Pq. Vale do Sol	986.556	1.046.500	5.3
Jd. Hortênsias	593.767	603.300	1.6

O planímetro é um instrumento de boa precisão; considerando o caso de aplicação em pequenas superfícies (como é o caso de medições em mapas em escala de 1:10.000), a sua precisão é de 1% (DAVIS et al., 1972). Isto comprova a viabilidade do uso do TransCAD para o cálculo de áreas, visto que a variação de medições obtidas por este *software* e aquelas obtidas pelo planímetro foi muito pequena.

5.3 GERAÇÃO DE VIAGENS

A etapa de geração de viagens está intimamente relacionada com o levantamento dos tipos de viagens de pessoas e veículos em zonas de tráfego. Como parte do trabalho de geração de viagens, levantou-se o número de viagens que se origina em cada zona de tráfego (produção de viagens) e o número de viagens destinadas a cada zona (atração de viagens).

5.3.1 Produção de Viagens

Nesta etapa do presente estudo, procurou-se obter taxas de produção de viagens a partir de pesquisas de campo, utilizando a técnica de contagem de tráfego (veículos e passageiros) através de uma seção.

Devido ao reduzido número de pesquisadores disponíveis (quatro) para a contagem de tráfego, foi necessário selecionar bairros, que apresentassem características de acesso com relativo controle, ou seja, no máximo duas vias de acesso.

Para a obtenção das taxas de produção de viagens foram pesquisados quatro bairros: Jardim das Hortênsias (baixa renda), com apenas uma via de acesso; Parque Vale do Sol (baixa renda) e Jardim Universal (renda média), com acessos realizados por duas vias; e Parque Sabará (alta renda), um condomínio fechado com apenas um acesso. Os três primeiros bairros estão localizados em Araraquara e o último, pertence à cidade de São Carlos.

De acordo com a metodologia proposta no item 5.2.2, foram identificadas duas regiões de renda alta em Araraquara, uma delas foi a região do bairro Fonte Luminosa e a segunda região, entre o bairro da Fonte Luminosa e a área central da

cidade. No entanto, o sistema viário existente nas regiões à quais pertencem estes bairros, apresentou uma elevada permeabilidade, ou seja, um grande número de vias de acesso aos bairros. Considerando o pequeno número de pesquisadores, ficou inviável isolar todos os acessos aos bairros para a se realizar contagem de tráfego.

Diante desse obstáculo, optou-se pela realização de uma pesquisa domiciliar para se conhecer o número de viagens produzidas no bairro da Fonte Luminosa, que se apresentou com a delimitação mais nítida para efeito da pesquisa.

Os pesquisadores percorreram cerca de 50 residências do bairro, de um total de aproximadamente 300 domicílios, perguntando aos moradores dados sobre as viagens diárias por eles realizadas. Embora os pesquisadores portassem crachás de identificação da CTA - Companhia Tróleibus Araraquara, empresa que colaborou nas várias etapas de pesquisa deste estudo, inclusive na cessão de pesquisadores, estes não conseguiram preencher um só questionário. Ficou claramente demonstrado o temor da população desta classe em se expor, por motivos de segurança pessoal (seqüestros, roubos etc.). Em determinadas residências contatadas, os pesquisadores foram até ameaçados pelos guardas de segurança que nelas prestavam serviço.

Em virtude da grande dificuldade de se conhecer estes dados através da pesquisa domiciliar, optou-se em realizar a pesquisa no Parque Sabará, em São Carlos, uma vez que este bairro, além de conter uma população de alta renda, possui a forma de condomínio fechado, com um só local de entrada e saída de moradores e funcionários.

A hipótese de que os dados levantados em São Carlos possam ser aplicados em Araraquara, vem ao encontro da metodologia utilizada por GEIPOT (1985), que prevê a utilização de dados e modelos conhecidos de *cidades tipo*, para outras cidades de características e tamanhos semelhantes, e que não disponham dos dados necessários.

A transferibilidade de dados e modelos entre cidades de até 250.000 habitantes foi admitida por GOODE & HEIMBACH (1983), em estudos realizados em cidades da Carolina do Norte, USA.

As taxas obtidas, para os três níveis de renda, a partir de pesquisas realizadas em Araraquara e São Carlos estão dispostas no Quadro 5.4. As taxas apresentadas nesse Quadro guardam uma relação que se poderia prever: as classes mais pobres viajam pouco de automóvel e muito de ônibus. A estratégia para a obtenção dessas taxas nesse estudo, no entanto, ainda é questionável, do ponto de vista estatístico. É, apesar disso, o máximo que se poderia esperar hoje de uma prefeitura, no sentido de implantar a estratégia de tributação proposta por SILVA (1993).

A presença do terminal rodoviário, prevista pelo modelo META, foi considerada neste estudo, uma vez que FIPAI (1987) levantou dados de demanda, em Araraquara, que apontaram que cerca de 5% da demanda total na cidade, era relativa ao terminal rodoviário. PROTRAN (1985), apud FERRAZ (1990), obteve um dado bastante próximo, 4,3%, para a demanda ao terminal rodoviário, em estudo feito para outra cidade de porte médio, São José do Rio Preto (SP).

QUADRO 5.4 - Taxas de produção de viagens para Araraquara.

Taxa de produção de viagens (viagens/dia/pessoa)			
Nível de renda	Automóvel	Ônibus	Total
Baixo	0,796	1,809	2,605
Médio	1,692	0,895	2,587
Alto	2,806	0,100	2,906
Rodoviária	0,0052	0,023	0,0282

Como já comentado em 5.2.1, uma classificação em mais níveis de renda poderia apresentar taxas de produção de viagens mais compatíveis; no entanto, isto

provocaria uma maior complexidade nos cálculos, o que contraria o objetivo do modelo de SILVA (1993), que é justamente propor uma metodologia simples para se obter os custos de transportes.

5.3.2 Atração de Viagens

Esta etapa consiste, basicamente, de dois passos: o levantamento do número de empregos existentes no comércio/indústria/serviços, o número de vagas nas escolas e, posteriormente, a determinação das taxas de atração de viagens.

Para a obtenção do número de empregos oferecidos pelas indústrias, comércio e serviços, bem como a localização dos mesmos, procedeu-se a um levantamento das empresas (individuais e coletivas) cadastradas junto ao Departamento de Finanças da Prefeitura. Após a verificação do cadastro de aproximadamente 1.100 empresas registradas naquele órgão, constatou-se a existência da oferta de 14.392 empregos, considerando-se, inicialmente, como oferta de uma vaga a empresa individual. É evidente, que esta quantidade obtida não corresponde ao total de empregos oferecidos pela cidade.

Em pesquisa publicada por SEADE (1993), o número total de pessoas ocupadas em atividades do comércio, indústria e serviços, na cidade, em 1990, foi de 39.555. Portanto, 2,75 vezes maior que o número de empregos registrado na Prefeitura, o que demonstra a falta de atualização dos dados disponíveis. O Quadro 5.5 apresenta os dados pesquisados por SEADE (1993).

Os dados de SEADE (1993) apontam para uma certa estabilidade no número de empregos na cidade, nos últimos anos da década de 80 e início da década de 90. Em 1988 a quantidade de vagas foi de 39.098; em 89 foi de 40.271.

Tendo em conta que, de 1990 até o presente, houve pouca variação nas atividades econômicas do país, considerar-se-á que o número de empregos se manteve no patamar apresentado em 1990.

Diante disso, admitir-se-á, por hipótese, que o número de empregos não computados pela Prefeitura (25.163), estejam distribuídos proporcionalmente à aquelas vagas registradas na pesquisa, atingindo-se, assim, o total de 39.555 empregos no município. Dessa forma, o número de empregos obtido em cada zona de tráfego foi multiplicado por 2,75.

QUADRO 5.5 - Número de pessoas ocupadas em diversas áreas produtivas.

Área empregadora	Número de empregos
Indústria	15.692
Comércio	7.188
Serviços	16.675
TOTAL	39.555

O número de vagas oferecidas nas escolas de Araraquara (todos os níveis, menos pré-escola) foi de 43.499 (Quadro 5.6), que foram obtidas através de levantamentos junto às Secretarias Municipal e Estadual de Educação, Universidades e escolas de ensino superior da cidade. SEADE (1993) aponta o número de matrículas em 1991, para o ensino de primeiro e segundo graus, muito próximo dos dados pesquisados neste estudo.

As taxas de atração de viagens pelos motivos estudo e trabalho, para modos automóvel e ônibus, evidentemente não existiam no município de Araraquara, e nem foi possível determiná-las com os recursos disponíveis neste estudo. Em vista disso, os dados aqui apresentados foram obtidos de GEIPOT (1985), em pesquisa elaborada na *cidade tipo* Bauru.

QUADRO 5.6 - Vagas oferecidas em estabelecimentos de ensino na cidade de Araraquara.

Níveis de educação	Vagas existentes (1994)	SEADE (1993)
Supletivo (1º./2º. graus)	1.706	-
Educação especial	122	-
1º. grau público	25.133	26.590
2º. grau público	4.819	4.460
Particular (1º./2º. graus)	7.648	6.357
Superior (público/particular)	4.071	-
TOTAL	43.499	-

Fonte: Secretarias Estadual, Municipal, Escolas Particulares e SEADE (1993)

Os dados aqui utilizados foram obtidos por GEIPOT (1985) através de projeções para o ano de 1990, de dados: socioeconômicos, tais como população da cidade, população estudantil, população economicamente ativa etc., assim como demanda de viagens diárias por vários motivos e modos. Essa metodologia denominada, naquele estudo, *alternativa I*, manteve a composição percentual das viagens pelos diversos motivos, tendo-se como composição de referência a composição do ano-base 1978, data das pesquisas domiciliares efetuadas por GEIPOT (1985).

Extrapolando-se as taxas de atração de viagens de Bauru, para as atividades de trabalho e estudo, pode-se então obter as taxas de atração de viagens hipotéticas para Araraquara, e que constam do Quadro 5.7, que mostra também as taxas para atividades residencial e terminal rodoviário.

As taxas de atração de viagens para atividades residenciais foram obtidas por meio de pesquisas em seções de controle nos acessos dos bairros citados em 5.3.1. A

taxa de atração para o terminal rodoviário resulta do estudo feito por FIPAI (1987), adaptado para os valores atuais de demanda de viagens.

QUADRO 5.7 - Taxas de atração de viagens para a cidade de Araraquara.

Taxa de atração de viagens (viagens/dia/pessoa)		
Atividade	Automóvel	Ônibus
Com./Ind./Serv.	1,7858	1,2668
Educacional	1,0456	0,7418
Residencial	1,559	0,300
Rodoviária	0,0054	0,023

5.4 DISTRIBUIÇÃO DE VIAGENS

Para a utilização do modelo gravitacional de distribuição de viagens proposto por SILVA (1993), é necessário que se obtenha a calibração do mesmo, com a escolha da função do fator de fricção (custo generalizado) e da determinação do expoente α , tanto para o ônibus quanto para o automóvel. Para efeito deste estudo, considerar-se-á que o fator de fricção representa, tão somente, a distância, tal como em SILVA (1993).

A calibração do modelo gravitacional foi feita através do *método de ajuste à curva* de distribuição de viagens em função do comprimento, apresentada pelo modelo para diferentes valores de α e curvas das funções potência e exponencial, sendo que os pontos da curva construída através de dados reais de viagens foram obtidos através de pesquisa de campo.

A pesquisa para se conhecer o perfil das viagens realizadas em Araraquara foi realizada em vários locais da cidade: área central, campus universitário, bairros. Aos entrevistados perguntou-se os seus endereços de origem e destino e o modo de transporte utilizado (ônibus ou automóvel). As respostas que não se enquadravam entre estes dois modos foram desprezadas. Foram pesquisadas 104 pessoas que se deslocaram por automóvel e 118 pessoas por ônibus.

A partir dos endereços fornecidos, as viagens realizadas foram consideradas com sendo iniciadas e terminadas nos centróides das zonas de tráfego que contém os respectivas endereços de origem e destino.

As distâncias percorridas em cada viagem por automóvel correspondem às distâncias entre centróides, calculadas pelo *software* TransCAD e procurando-se obedecer o método do caminho mínimo entre os centróides. Esses caminhos foram identificados visualmente na tela do computador, utilizando-se o mapa do sistema viário anteriormente digitalizado no *software* TransCAD (Figura 5.4) e percorrendo-se com o cursor as vias que compunham o trajeto hipoteticamente mínimo.

As viagens por ônibus, de acordo com a hipótese prevista no modelo META, foram consideradas como passando sempre pela área central (em Araraquara, zona 38) ou se dirigindo a esta ou dela partindo. Assim, por exemplo, se a viagem é feita da zona 1 à zona 10, o trajeto seria iniciando no centróide da zona 1, passando pelo centróide da zona 38 e terminando no centróide da zona 10.

Os resultados da pesquisa, tabulados separadamente - automóveis e ônibus - foram multiplicados por um fator de correção (F_c), para garantir uma ponderação relacionada à população residente em cada zona de tráfego i . O fator F_c foi obtido da seguinte forma:

$$k_1 = \frac{PopZ_i}{PopC} \quad (5.1)$$

$$k_2 = \frac{OrigZ_i}{OrigC} \quad (5.2)$$

$$F_c = \frac{k_1}{k_2} \quad (5.3)$$

onde:

k_1 = fator proporcional da população da zona i em relação à população total;

$PopZ_i$ = população da zona i ;

$PopC$ = população da cidade;

k_2 = fator proporcional das viagens pesquisadas originadas na zona i e o total de viagens pesquisadas;

$OrigZ_i$ = viagens pesquisadas originadas na zona i ;

$OrigC$ = total de viagens pesquisadas; e

F_c = fator de correção.

Após a aplicação dos fatores de correção para as viagens originadas nas i zonas, estas viagens, devidamente corrigidas e transformadas em porcentagens, foram agrupadas em intervalos de comprimentos de viagens, variando de: 0 a 0,49 km, 0,5 a 1,49 km; 1,5 a 2,5 km e assim sucessivamente, tanto para automóvel como para ônibus. Esses resultados foram plotados em gráficos (comprimento de viagem x porcentagem de viagens).

Uma vez conhecidas as *curvas reais de viagem*, resultantes dos valores pesquisados em campo, rodou-se no computador o modelo META para diferentes valores de α , tanto para a função potência como para a função exponencial, tal como apresentadas em 4.3.3. Com isso, buscou-se uma calibração do modelo gravitacional através de uma curva que mais se aproximasse da curva real.

Para o automóvel, as curvas da função potência foram as que melhor representaram a curva real, sendo que a curva com um expoente α igual zero foi a

que mais se aproximou da situação real (Figura 5.4). As maiores concentrações de viagens ocorreram na faixa de 2,5 a 5,5 km, que é um comportamento previsível para o porte da cidade.

O modelo não representou bem a realidade para o modo ônibus, tanto com a utilização da função potência como com a função exponencial. As curvas que visualmente mais se aproximaram da curva real, foram aquelas geradas pela função exponencial (Figura 5.5). Com a utilização de α igual a zero, tal como ocorrera com o automóvel, houve, ao menos, uma maior aproximação entre a curva do modelo e a curva real.

Devido à dificuldade visual para se definir a curva que mais se aproximou da curva real, utilizou-se do *método da soma das diferenças absolutas* entre os valores das curvas, devidamente ponderadas pelo número de observações em cada intervalo de comprimento de viagens. O resultado apontou que o valor de α deveria ser igual a zero, para minimizar as diferenças entre os valores reais e estimados.

ROSALEN & KAWAMOTO (1991) e ROSALEN (1994) apontaram como resultado de suas pesquisas, a não influência da distância na escolha do local de trabalho para as cidades pequenas e médias, ou seja, o valor de α , para esses casos, seria zero.

Os resultados de α obtidos neste estudo vieram, portanto, corroborar o resultado obtido pelos pesquisadores citados acima.

As curvas advindas da aplicação do modelo META para o modo ônibus apresentaram algumas fortes discrepâncias em relação à curva real. A primeira delas ocorreu no intervalo de comprimento de viagens de 10,5 a 13,5 km, onde ocorre um pico considerável e deslocado para a direita do gráfico em relação à curva real.

FIGURA 5.4 - Variação nos valores de α para a função potência para autos.

FIGURA 5.5 - Variação nos valores de α para a função exponencial para ônibus.

Esse pico apresentado pelo modelo sugere uma situação que não é verdadeira, ou seja, ele aponta que uma grande quantidade de viagens com comprimentos variando no intervalo acima, ocorre em Araraquara. Isto significaria que grande parte das viagens ocorrem entre bairros periféricos, muitos deles diametralmente opostos. FIPAI (1987) já apontava que em Araraquara, como acontece na maioria das cidades pequenas e médias, a maior parte das viagens tem destino ou origem na área central da cidade, portanto, o comprimento médio entre bairros periféricos e a área central está entre 7 e 8 km.

A segunda grande discrepância entre as curvas real e a do modelo ocorre no intervalo de 2,5 a 3,5 km, principalmente para o valor de α igual a 0,5, esse pico se acentua a medida que aumenta o valor de α .

Essa falha ocorre, provavelmente, devido à hipótese adotada pelo modelo de que todas as viagens por ônibus passam pela área central. Esta suposição nem sempre é verdadeira, como pode ser visto na Figura 5.6. Essa Figura apresenta os trajetos das linhas noturnas (diesel), chamadas de *corujão*, os trajetos das linhas de trolebus e ônibus diesel.

Para se ter uma idéia da distorção provocada pelo modelo, pode-se citar um exemplo: se uma pessoa deseja ir da zona de tráfego 24 para a 31 (ver Figura 5.7), ela deve fazer inicialmente uma viagem até a área central (zona 38) e desta, então, se dirigir à zona 31. A distância entre as zonas 24 e 31 é de 2,41 km e a distância da viagem por ônibus, passando pela área central, é de 15,3 km. Na prática, o cidadão prefere fazer a viagem à pé (2,41 km) em vez de pagar uma passagem e ter que ficar pelo menos 40 minutos dentro de um ônibus, além do tempo de espera no ponto. Nesse exemplo, sequer existe uma opção desse tipo, pois a mesma linha atende aos dois bairros (ver Figura 5.6b)

FIGURA 5.6 - Trajetos de linhas trolebus, regulares de ônibus diesel e corujão.

É necessário que seja corrigido esse problema no modelo META, provavelmente, criando condições para que ele possa fazer uma realocação dessas viagens entre bairros adjacentes mais próximos, ou seja, se os comprimentos das viagens forem, por exemplo, menores que 3 km, elas seriam evidentemente realizadas, no entanto não mais pelo modo ônibus, mas sim a pé. Isso faria com as viagens concentradas no intervalo de 2,5 a 3,5 km pudessem ficar melhor distribuídas e as curvas do modelo teriam maior probabilidade de se ajustarem à curva real.

Uma última verificação deveria ser levada a efeito, ou seja, a comparação dos resultados obtidos pela matriz construída, pelo modelo, calculando-se as distâncias entre centróides utilizando um sistema viário do tipo grelha e pela matriz que também o modelo calcula, mas, no entanto deve-se fornecer as distâncias reais entre os centróides.

FIGURA 5.7 - Localização das zonas de tráfego.

Embora as distâncias entre centróides estivessem devidamente calculadas anteriormente, não foi possível fazer a verificação. O programa de computador disponível no modelo solicita todas as distâncias das zonas i às zonas j , e vice versa. Assim, numa matriz de com 1.444 números e aproximadamente 10.000 toques em teclas do computador, fica quase impossível que não se cometa algum erro de digitação. Quando isso acontece, o programa aborta e perde-se todos os números até então digitados. Várias tentativas foram feitas e muito trabalho foi perdido. Além

disso, o programa original não dispõe de comandos que procedam a gravação da matriz. Embora seja um problema de fácil solução, não é objetivo deste trabalho.

Para que essa avaliação possa vir a ser feita, necessita-se que melhorias sejam implantadas no programa, como por exemplo, que a matriz possa ser digitada em uma planilha eletrônica, que permite correções a qualquer tempo e que podem ser salvas a qualquer momento.

5.5 CUSTOS DE TRANSPORTES

A verificação do item custos dos transportes, constou de duas partes: a primeira, consistiu no levantamento do número médio de passageiros por automóvel e ônibus; e, na segunda parte, foram pesquisados os custos médios por quilômetro para ônibus e automóvel.

5.5.1 Levantamento do Número Médio de Passageiros

Para o levantamento no número médio de passageiros em automóveis, foram utilizados os dados obtidos nas pesquisas de contagem de veículos e passageiros, realizadas nos bairros: Jardim Universal, Jardim Hortênsias, Parque Vale do Sol e Parque Sabará, que representam moradores enquadrados nos três padrões de nível de renda utilizados neste estudo, já especificados anteriormente.

As pesquisas realizadas nos três primeiros bairros aconteceram nos períodos das 6:00 às 9:00 horas e das 16:00 às 19:00 horas, enquanto que no Parque Sabará, o período da pesquisa foi das 6:00 às 20:00 horas. O levantamento foi executado em quatro dias diferentes da semana, um dia em cada bairro.

Foram pesquisados 3.032 veículos (automóveis, motos e caminhões), que transportaram um total de 5.658 passageiros, apresentando uma média de 1,87 passageiros por veículo. Dentre os veículos pesquisados, 2.480 foram automóveis (81,79%); 399 foram motos (13,16%) e o restante, 153, composto de caminhões (5,05%). A contagem levou em consideração tanto os veículos que entraram nos bairros, quanto os que deles saíram.

O número médio obtido, de 1,87 passageiros por veículo, é relativamente alto, se comparado com os dados normalmente adotados nos estudos de transportes, próximos de 1,4 passageiros/veículo. FERRAZ (1990a) utilizou o valor 1,5 passageiros/veículo e SILVA (1993) adotou 1,2 passageiros/veículo.

Uma possível explicação para a alta média de passageiros transportados por veículo, encontrada neste estudo, poderia ser o fato de que as pesquisas, realizadas em bairros de menor renda (baixa e média), foram feitas nos horários de pico, onde se poderia supor que as pessoas pudessem ir ao (e voltar do) trabalho transportando amigos ou parentes que trabalham nos mesmos horários. No entanto, os moradores de alta renda que, teoricamente, não teriam costume ou necessidade de se utilizar de caronas, usam os veículos de forma mais coletiva. Para essa classe, o número médio de passageiros por veículo se manteve acima dos valores adotados pelos dois autores citados anteriormente, ou seja, 1,69 passageiros/veículo, ainda que a pesquisa tenha sido realizada das 6:00 às 20:00 horas. As médias ponderadas pelas populações de cada bairro, obtidas para cada um dos três níveis de renda, podem ser vistas no Quadro 5.8, bem como a média final da cidade, ponderada pelas populações existentes nos três níveis de renda.

**QUADRO 5.8 - Número médio de passageiros por veículo
para diferentes níveis de renda.**

Bairro	Nível de renda	Passageiro/veículo
Jardim Hortênsias	baixo	2,03
Jardim Universal	médio	1,85
Parque Vale Sol	médio	2,00
Parque Sabará	alto	1,67
MÉDIA		1,87

Os números relativos à operação do sistema de transporte coletivo por ônibus foram obtidos através de um levantamento realizado junto aos arquivos da Companhia Tróleibus Araraquara, que apontou uma quantidade transportada, em 1994, de 18.075.038 passageiros, o que corresponde a 1.506.253 passageiros transportados por mês. Isto resultou numa média de 38 passageiros por ônibus.

5.5.2 Levantamento do Custo Médio por Quilômetro

O custo médio por quilômetro para automóveis é um dado praticamente inexistente, a não ser em determinadas empresas que operam com frotas de automóveis. Dessa forma, como essas empresas geralmente são privadas, não há interesse em tornar os dados públicos.

Em vista disso, optou-se por utilizar dados pesquisados, mensalmente, pela revista especializada CUSTOS & FRETES (1994), que considera o veículo Gol CL 1.6, à álcool, como veículo padrão. Os dados obtidos pela revista representam o resultado de pesquisas junto a frotistas.

Para comprovar que o veículo Gol à álcool, utilizado no levantamento de custos feitos por CUSTOS & FRETES (1994), é uma boa indicação de que este veículo é representativo da frota nacional, utilizou-se os resultados de pesquisas realizadas por ANTP et al. (1994b), que indicaram ser o respectivo automóvel o mais utilizado pelos taxistas das cidades brasileiras, e o combustível álcool é o mais utilizado em frotas de táxi de cidades de portes médio e grande.

Para se obter um consumo médio mensal, que fosse significativo, levou-se em consideração os custos (variáveis) de seis levantamentos mensais, publicados durante o ano de 1994, por CUSTOS & FRETES (1994). Os valores médios apontaram: 0,0885 US\$/km. Os dados publicados levaram em consideração os levantamentos realizados até o dia 20 de cada mês, razão pela qual, os valores médios mensais foram convertidos de cruzeiros reais ou reais para dólares americanos⁵, com a taxa de câmbio vigente na data.

Os componentes considerados nos custos variáveis foram: peças de reposição, material de oficina, rodagem, combustíveis, óleos lubrificantes e lavagens.

O custo médio por quilômetro, para o transporte coletivo, foi obtido a partir do Boletim Estatístico da ANTP (1994a). Esta publicação é mensal e divulga, dentre outros dados, o custo por quilômetro contabilizado em 26 capitais brasileiras e mais 33 cidades de porte médio, de diversos estados. Estes dados são pesquisados, mensalmente, junto a órgãos gerenciadores municipais ou empresas operadoras públicas, que além dos dados operacionais, fornecem a data em que foram calculados os custos. A cidade de Araraquara não consta na relação de cidades pesquisadas.

Foram utilizados os dados mensais das 33 cidades médias, durante 5 meses, representando um total de 144 valores de custo por quilômetro levantados. O valor médio obtido foi de 1,1338 US\$/km.

⁵Valor do dólar comercial para compra.

Os valores publicados na pesquisa ANTP (1994a) foram convertidos de cruzeiros reais ou reais para dólares americanos nas datas de cálculo divulgadas no Boletim Estatístico.

O valor médio de custo por quilômetro, para o sistema de transporte coletivo por ônibus, é um valor representativo para cidades médias brasileiras. Os 33 municípios pesquisados representam 18,9% de um total de 175 cidades de porte médio (de 100 a 499 mil habitantes) existentes no país, de acordo com FIBGE (1992).

Com esses dados obtidos, pode-se, então, calcular os custos de transportes e infra-estrutura para a cidade de Araraquara.

6. OS CUSTOS DE TRANSPORTES E INFRA-ESTRUTURA PARA A CIDADE DE ARARAQUARA

O objetivo deste capítulo é efetuar os cálculos dos custos das redes de transportes e da infra-estrutura (pavimentação, água pluvial, esgoto sanitário, energia elétrica) existentes na cidade de Araraquara, utilizando a metodologia proposta por SILVA (1993). Esses valores serão posteriormente tomados como referência para a tributação de terrenos ociosos naquela cidade.

Uma pequena introdução é feita sobre alguns tipos de infra-estrutura, normalmente encontradas na maioria das cidades médias brasileiras.

6.1 INTRODUÇÃO

Os tipos de infra-estrutura, segundo URDANETA (1974), que foi um dos primeiros autores que abordou os custos do desenvolvimento urbano na literatura nacional, são:

- a) Pontuais - são aquelas localizadas em pontos isolados no espaço urbano, fazendo com que a população tenha que se deslocar até as mesmas para que possam se utilizar de seus serviços, como por exemplo: hospitais, cemitérios, escolas, delegacias etc; e
- b) Redes - são aquelas que devem, ao menos teoricamente, atender a todos os habitantes de uma cidade, em qualquer ponto em que eles se

localizem. Esses serviços são considerados indispensáveis e de uso praticamente constante.

Os serviços em rede, de acordo com MASCARÓ (1989), podem ser classificados em quatro categorias:

- a) Sistema viário - vias de circulação e drenagem;
- b) Sistema de comunicações - telefonia e televisão a cabo;
- c) Sistema sanitário - água potável e esgoto sanitário; e
- d) Sistema energético - energia elétrica e gás.

No caso do presente estudo, tal como fora considerado por SILVA (1993), serão levados em conta somente a infra-estrutura em rede, mais precisamente pavimentação, águas pluviais, água potável, esgoto sanitário e energia elétrica. Estes custos podem ser calculados pelo modelo denominado INFRA. Embora o modelo INFRA também preveja o cálculo dos custos da rede de gás encanado, o mesmo não será aqui utilizado, uma vez que Araraquara não dispõe desse benefício.

SILVA (1993) ainda considera os custos da rede de transportes, calculados pelo modelo META, como já foi detalhado nos capítulos 4 e 5 deste estudo.

O modelo INFRA leva em consideração os estudos feitos por MASCARÓ (1979), que foram desenvolvidos exclusivamente para as cidades médias brasileiras. Uma das conclusões de MASCARÓ (1979) e SILVA (1993), foi a de que o custos de infra-estrutura por hectare, em função do adensamento urbano, crescem muito pouco, conforme mostra a Figura 6.1. Com exceção dos custos para as redes de energia elétrica e pavimentação, que têm uma elevação maior, os custos das demais redes (água pluvial, água potável, esgoto e gás canalizado) permanecem quase que constantes, com a elevação da densidade urbana. Quando se considera os custos de infra-estrutura por domicílio, eles diminuem quando se promove um maior adensamento populacional (ver Figura 6.2). A rede de pavimentação tem custo, para baixas densidades (75 hab/ha), relativamente alto quando comparado com as demais

redes. No entanto, diminui rapidamente com a elevação do adensamento de 75 para 600 hab/ha. As redes de esgoto, água pluvial e gás canalizado apresentam uma diminuição relativamente pequena nos custos, com o aumento da densidade de 75 para 300 hab/ha, sendo que, os custos permanecem praticamente constantes na faixa de 300 a 600 hab/ha. As curvas das redes de energia elétrica e água potável têm uma pequena inclinação, demonstrando pouca variação nos custos para a faixa de 75 a 600 hab/ha.

FIGURA 6.1 - Variação do custo de infra-estrutura, por hectare, em função da densidade populacional, para cidades médias brasileiras
Fonte: SILVA (1993)

6.2 O MODELO INFRA

SILVA (1993) construiu, a partir dos valores obtidos por MASCARÓ (1979), uma série de equações de retas, que vieram a compor o modelo INFRA, o qual pode

ser utilizado para o cálculo dos custos de infra-estrutura de cidades médias brasileiras. Estas equações, que SILVA (1993) apresenta em seu estudo, representam com razoável fidelidade os valores originais obtidos por MASCARÓ (1979).

As curvas mostradas nas Figuras 6.1 e 6.2 mostram os custos de infra-estrutura para adensamentos do intervalo entre 75 e 600 habitantes por hectare. De zero a 75 hab/ha, SILVA (1993) considera que o custo é constante e igual ao custo levantado para a densidade de 75 hab/ha. Para adensamentos acima de 600 hab/ha, o autor do modelo INFRA, alega que os custos não são conhecidos.

FIGURA 6.2 - Variação do custo de infra-estrutura, por habitação, em função da densidade populacional, para cidades médias brasileiras
Fonte: SILVA (1993)

6.2.1 As equações do modelo INFRA

As equações de retas para o cálculo individual de redes de infra-estrutura, disponíveis em Araraquara, são apresentadas a seguir:

⇒ Pavimentação:

$$y = 4,879311x + 16396,7 \quad (6.1)$$

⇒ Águas pluviais:

$$y = 0,952116x + 6007,218 \quad (6.2)$$

⇒ Água potável:

$$y = 2,03629x + 1143,044 \quad (6.3)$$

⇒ Esgoto sanitário:

$$y = 0,5903768x + 7323,957 \quad (6.4)$$

⇒ Energia elétrica:

$$y = 9,492289x + 2278,044 \quad (6.5)$$

Além dessas equações, que foram utilizadas neste estudo de caso, o modelo INFRA ainda dispõe de uma sexta equação que fornece os custos de gás encanado:

⇒ Gás encanado:

$$y = 2,607304x + 3167,695 \quad (6.6)$$

Onde:

y = custo de construção da rede de infra-estrutura, em US\$/ha; e

x = densidade populacional bruta, em hab/ha.

O modelo INFRA, que considera todas as redes em conjunto, adotou para todas elas uma vida útil de 30 anos e um valor residual nulo. Dessa forma, conhecidos os custos para a densidade a ser estudada, através das equações de reta acima (Eq.

6.1 a 6.6), o valor correspondente anual de cada uma das redes pode ser calculado através da Equação 6.7, transcrita dos compêndios de engenharia econômica:

$$A = P \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] \quad (6.7)$$

Onde:

P = valor presente total da obra da rede;

A = valor anual da obra, em parcelas uniformes;

i = taxa de juros; e

n = intervalo de tempo (vida útil da obra).

Como a vida útil da obra, considerada pelo modelo INFRA, é de 30 anos e a taxa de juros adotada pelo modelo foi a *oficial* brasileira, 12% ao ano, pode-se substituir esses valores na Eq. 6.7. O resultado será:

$$A = P(0,124143657) \quad (6.8)$$

O coeficiente obtido (0,124143657) será utilizado no cálculo dos custos anuais de capital de todas as redes de infra-estrutura. Além dos custos de capital, devem ser considerados os custos de operação e manutenção das redes de infra-estrutura.

O modelo INFRA leva em conta os estudos feitos por MASCARÓ, em 1977, que considera que as despesas de manutenção para pavimentos são diferentes na primeira e segunda metades da vida útil da rede. Na primeira metade da vida da rede, considera-se uma área reparada igual a 10% do total; na segunda metade, considera-se como 40% da área total. Dessa forma, os cálculos das despesas anuais de manutenção são feitos pelas seguintes equações:

$$D = \frac{0,1.K.C}{V/2} = \frac{0,2.K.C}{V} \quad (6.9)$$

$$D = \frac{0,4.K.C}{V/2} = \frac{0,8.K.C}{V} \quad (6.10)$$

Onde:

D = despesa anual de manutenção, por m^2 ;

K = relação entre o custo de reparo e de construção (varia entre 0,73 a 0,80);

C = custo de construção do pavimento, por m^2 ; e

V = vida útil do pavimento.

SILVA (1993) considerou, para o caso de água potável, que os custos anuais de operação e manutenção devem ser em torno de 8% do custo de construção, e para os demais serviços, 10% do custo de capital.

Feitas estas considerações sobre o modelo INFRA, pode-se calcular, através do programa de computador desenvolvido por SILVA (1993), os custos de transportes (através do modelo META) e de infra-estrutura (através do modelo INFRA), para a cidade de Araraquara.

6.2.2 Cálculo dos custos de transportes e infra-estrutura

Muitos são os fatores que podem interferir nas condições de transporte e infra-estrutura das cidades, modificando os seus custos de forma significativa. A forma, o porte, o adensamento são, dentre outras, características que podem produzir efeitos nos custos urbanos. FERRAZ (1990a) detalhou estas variações nos custos dos transportes públicos.

Nesta seção, são avaliados os custos de transporte e infra-estrutura para diferentes configurações (a *Configuração Real* e quatro outras hipotéticas) de ocupação e uso do solo para a cidade de Araraquara.

6.2.2.1 Custos de transportes

A primeira configuração analisada corresponde à situação real da cidade, levando-se em conta as barreiras geográficas e terrenos vazios, nos locais onde hoje eles existem. As *Configurações 2 e 4* são variações da primeira (Real), assumindo que as áreas próximas à Zona Central de Negócios (ZCN) teriam densidades mais altas, produzindo uma densidade global maior que a da primeira situação. Nestes casos, as localizações das zonas originais próximas ao centro foram mantidas e os tamanhos ajustados ao novo adensamento.

Nas *Configurações 3 e 5*, cidades praticamente quadradas foram construídas, totalmente compactas, sem, no entanto, preservar as condições das zonas iniciais da *Configuração Real*.

Através da comparação dos custos totais da primeira configuração e das outras configurações mais compactas, é possível fazer uma avaliação dos custos resultantes do espalhamento da cidade.

A Figura 6.3 mostra um esquema da cidade de Araraquara, usado para a confecção da *Configuração Real*, que foi dividida em 38 zonas para a aplicação dos modelos META e INFRA. As Zonas 1, 10, 16, 17, 19, 20 e 22, na Figura 6.3, são apresentadas com destaque, para indicar que são áreas com características de maiores geradoras de viagens. As Zonas 26 a 36 são áreas institucionais, sendo que algumas delas têm alguns moradores, representando um adensamento mínimo. Nas *Configurações 2 a 5*, os moradores existentes nas áreas institucionais foram alocadas em zonas residenciais. A Zona 27 representa o campus universitário (UNESP). A

ZCN está localizada em 3 diferentes zonas: a 16, a 17 e 38, sendo que nesta última, ocorre, teoricamente, a intersecção das linhas de ônibus na área central. O Terminal Interurbano de Passageiros encontra-se na Zona 17.

Os níveis de renda de cada zona, estão identificados nos Quadros 6.1 a 6.5, pelas letras A (alto), B (baixo) e M (médio). As áreas institucionais estão identificadas com a letra I. Estes mesmos Quadros, também dispõem de dados detalhados para todas as regiões, da mesma forma como estão dispostos na tela, pelo programa, após a fase de geração de viagens. Para as demais configurações, que são mais simples, a identificação dos níveis de renda podem ser vistos nas próprias Figuras em que aparecem representadas as configurações. Também nas *Configurações 2 a 5*, as áreas de maior geração de viagens estão apresentadas com destaque nas Figuras 6.4 a 6.7, bem como o local onde, hipoteticamente, convergem as linhas do transporte coletivo (identificado como TC).

Observando-se o Quadro 6.1, é possível identificar as zonas (não institucionais) onde existem terrenos ociosos, devido às baixas densidades. De uma maneira geral, a cidade de Araraquara apresenta uma densidade bruta das mais baixas, 25 hab/ha, comparada com a densidade bruta das cidades médias brasileiras, encontrada por SANCHES (1988), 40 hab/ha. Em parte, este baixo adensamento se deve a grande quantidade de áreas institucionais (campus universitário, parque ecológico, cemitérios, pátios ferroviários etc.) existentes na cidade, totalizando 916 ha (14% da área da cidade). Porém, a maior contribuição para a baixa densidade é proporcionada pelos vazios urbanos.

A zona mais adensada é a 2, com 84 hab/ha, mesmo sendo uma zona de nível alto de renda; a Zona 1, que também é de renda alta, apresenta uma densidade relativamente alta, 47 hab/ha, considerando a densidade bruta da cidade. As zonas de baixa renda são aquelas que apresentam as menores densidades, justamente aquelas mais distantes da área central.

FIGURA 6.3 - Esquema mostrando as zonas da cidade atual - Configuração Real.

Na *Configuração 2*, as zonas que estavam mais próximas da área central da cidade tiveram suas densidades elevadas até atingir o nível de 100 habitantes por hectare, que é um valor acima do maior valor encontrado em uma zona da cidade de Araraquara (84 hab/ha), no entanto, ainda é menor que o nível adotado por SILVA (1993) para esta configuração, que foi de 118 habitantes por hectare. Como consequência deste adensamento, algumas zonas periféricas foram eliminadas. Este procedimento foi adotado para cada um dos três níveis de renda de forma isolada. A configuração resultante é mostrada na Figura 6.4, sendo que os dados globais de geração de viagens estão apresentados no Quadro 6.2.

Ainda com a densidade de 100 habitantes por hectare, foi construída uma nova configuração (3), agora uma cidade totalmente regular, de formato aproximadamente quadrado. Nesta configuração, as zonas de mesma atividade foram agrupadas em blocos. A *Configuração 3* é mostrada na Figura 6.5 e os dados a ela relacionados são mostrados no Quadro 6.3.

Seguindo com a simulação de novas configurações, duas novas são propostas, que são mostradas nas Figuras 6.6 e 6.7, cujos dados estão nos Quadros 6.4 e 6.5, respectivamente. Nestas novas configurações, as densidades das zonas não institucionais foram elevadas até o nível de 150 habitantes por hectare, tal como proposto por SILVA (1993).

Os resultados finais dos custos de transporte, correspondentes às cinco configurações, foram plotados em um gráfico na Figura 6.8. Neste gráfico, foram colocados os custos diários por habitante, para automóveis e ônibus, e o custo total, todos em função das densidades médias globais.

Vê-se, claramente no gráfico da Figura 6.8, a queda nos custos tanto para automóvel quanto para ônibus, quando se eleva o nível de adensamento e se promove uma compactação da cidade. Comparando a *Configuração 5* com a *Configuração Real*, os custos da primeira, em geral, diminuíram em aproximadamente 50% em relação à segunda.

QUADRO 6.1 - Resultados da fase de geração de viagens - Configuração Real.

Z	Área (km ²)	Popu- lação (hab)	Nível Renda	Densi- dade (hab/ha)	Produzidas		Atraídas	
					Auto	Ônibus (viagens/dia)	Auto	Ônibus
1	2,27	10661	A	47	42159	864	18586	4592
2	0,32	2729	A	84	10792	221	8750	4008
3	1,65	3133	B	19	4287	4481	4926	969
4	1,37	3151	B	23	4312	4507	7126	2515
5	1,02	4094	B	40	5601	5855	8363	2633
6	1,15	1038	B	9	1420	1484	1624	315
7	0,60	898	B	15	1228	1284	1400	269
8	0,22	238	B	11	325	340	370	71
9	1,42	3396	B	24	4647	4857	6632	1968
10	3,77	10943	B	29	14971	15650	29980	12449
11	0,53	898	B	17	1229	1285	2349	943
12	0,43	2305	B	54	3153	3296	3634	721
13	0,24	428	B	18	585	612	667	128
14	0,47	2736	B	58	3743	3913	5891	1974
15	0,38	189	B	5	451	138	370	110
16	7,50	28517	M	38	67995	20785	78075	32408
17	6,68	21383	M	32	52132	18504	47009	19098
18	3,07	1226	M	4	2924	894	8492	5036
19	6,85	35622	M	52	84944	25966	75735	25015
20	5,07	6587	M	13	15705	4801	10880	2410
21	2,34	3043	M	13	7256	2218	6301	2018
22	1,52	10171	M	67	24251	7413	20478	6330
23	0,94	94	M	1	223	68	146	28
24	0,94	377	M	4	900	275	5373	3507
25	3,75	375	M	1	895	273	655	162
26	0,16	177	B (I)	11	243	254	276	53
27	0,47	0	(I)	0	0	0	177	125
28	1,63	0	(I)	0	0	0	0	0
29	0,07	75	B(I)	10	102	107	117	22
30	0,16	63	B(I)	4	87	91	99	19
31	0,70	420	B(I)	6	574	600	654	126
32	3,13	0	(I)	0	0	0	277	196
33	1,49	297	B(I)	2	407	425	464	89
34	0,08	0	(I)	0	0	0	0	0
35	0,93	93	B(I)	1	128	133	201	67
36	0,17	0	(I)	0	0	0	0	0
37	0,19	58	B	3	79	83	569	357
38	0,13	1047	M	83	2494	762	3596	1708
Total	63,81	156462		25	360242	132439	360242	132439

FIGURA 6.5 - Esquema mostrando as zonas da Configuração 3.

QUADRO 6.3 - Resultados da fase de geração de viagens - Configuração 3.

Z	Área (km ²)	Popu- lação (hab)	Nível Renda	Densi- dade (hab/ha)	Produzidas		Atraídas	
					Auto	Ônibus (viagens/dia)	Auto	Ônibus
1	1,31	13227	A	100	51840	1076	26914	8520
2	7,48	75226	M	100	177773	55023	176458	65055
3	3,48	34983	M	100	83810	28517	81667	32936
4	3,28	33026	B	100	44783	47401	72658	25145
5	1,66	0	(I)	0	0	0	55	39
6	2,31	0	(I)	0	0	0	176	125
7	6,31	0	(I)	0	0	0	277	196
Total	25,83	156462		61	358206	132017	358205	132016

FIGURA 6.7 - Esquema mostrando as zonas da Configuração 5.

QUADRO 6.5 - Resultados da fase de geração de viagens - Configuração 5.

Z	Área (km ²)	Popu- lação (hab)	Nível Renda	Densi- dade (hab/ha)	Produzidas		Atraídas	
					Auto	Ônibus (viagens/dia)	Auto	Ônibus
1	0,89	13305	A	150	52070	1084	27086	8571
2	2,18	32650	B	150	44211	46973	72187	25102
3	3,99	58893	M	150	141345	43914	140817	52026
4	3,37	50615	M	150	120582	40046	118115	46317
5	5,87	0	(I)	0	0	0	0	0
6	2,02	0	(I)	0	0	0	0	0
7	0,57	0	(I)	0	0	0	0	0
Total	18,90	156463		83	358208	132017	358205	132016

FIGURA 6.8 - Custos de transportes para as diferentes configurações

A distância média percorrida por automóveis e ônibus, para a *Configuração Real*, foi de 4,37 e 6,47 km, respectivamente. Para o último cenário simulado (5), as reduções nas distâncias foram de 51,3 e 44,7%, respectivamente. As distâncias médias para cada configuração e as variações destas em relação às distâncias médias da *Configuração Real* estão apresentadas no Quadro 6.6.

QUADRO 6.6 - As distâncias médias de cada configuração e suas variações em relação à Configuração Real.

Configuração da cidade	Distância média, em km		Variação em relação a Real (%)	
	Automóvel	Ônibus	Automóvel	Ônibus
Real	4,37	6,47	-	-
2	3,52	4,80	21,2	25,8
3	2,71	3,77	38,0	41,7
4	3,02	4,25	30,9	34,3
5	2,13	3,58	51,3	44,7

Uma vez levantados os custos de transportes para as várias configurações simuladas, é necessário ainda calcular os custos de infra-estrutura.

6.2.2.2 Custos de infra-estrutura

As mesmas configurações usadas no cálculo dos custos de transportes serão agora utilizadas, aplicando-se o modelo INFRA, para se conhecer os custos de infra-estrutura. As configurações são, portanto, as mesmas apresentadas nas Figuras 6.3, 6.4, 6.5, 6.6 e 6.7 e nos Quadros 6.1, 6.2, 6.3, 6.4 e 6.5, respectivamente.

O Quadro 6.7 mostra os custos de infra-estrutura para cada uma das zonas calculadas pelo modelo, bem como para o custo total, para a *Configuração Real*. Os Quadros 6.8, 6.9, 6.10 e 6.11 mostram os resultados para as demais configurações (2, 3, 4, e 5).

Um resumo dos resultados é apresentado no Quadro 6.12 e na Figura 6.9. Fazendo-se uma comparação entre os custos de transporte e infra-estrutura, por exemplo, o custo de infra-estrutura diário por habitante é apenas 30,7% do custo de transportes, para a *Configuração Real*. No caso extremo, de cidade totalmente compactada e com adensamento de 150 hab/ha nas zonas residenciais, os custos diários de infra-estrutura chegam a ser tão somente 11,2% em relação aos custos de transportes.

Os custos de transportes são afetados em menor intensidade que os custos de infra-estrutura. Por exemplo, comparando-se a *Configuração Real* com a *Configuração 5*, os custos desta última chegam a valores que correspondem a 19% dos custos de infra-estrutura e a 52% dos custos de transportes da *Configuração Real*.

**QUADRO 6.7 - Resumo da fase de avaliação dos custos de infra-estrutura da
Configuração Real**

Z	Área km ²	Pop. hab	Ren- da	Dens. hab/ha	Pav.	AgPl.	Agu. (US\$ x 1.000.000)	Esg.	Elet.	Total	Valor/ano	
											Cap.	Op. e Man
1	2.27	10661	A	47	3.74	1.36	0.30	1.66	0.57	7.63	0.95	0.09
2	0.32	2729	A	84	0.53	0.19	0.04	0.23	0.10	1.09	0.14	0.01
3	1.65	3133	B	19	2.72	0.99	0.22	1.21	0.42	5.55	0.69	0.07
4	1.37	3151	B	23	2.26	0.82	0.18	1.00	0.35	4.61	0.57	0.06
5	1.02	4094	B	40	1.69	0.61	0.13	0.75	0.26	3.44	0.43	0.04
6	1.15	1038	B	9	1.90	0.69	0.15	0.85	0.29	3.88	0.48	0.05
7	0.60	898	B	15	0.99	0.36	0.08	0.44	0.15	2.01	0.25	0.02
8	0.22	238	B	11	0.36	0.13	0.03	0.16	0.05	0.73	0.09	0.01
9	1.42	3396	B	24	2.33	0.85	0.18	1.04	0.36	4.76	0.59	0.06
10	3.77	10943	B	29	6.22	2.25	0.49	2.77	0.96	12.69	1.58	0.16
11	0.53	898	B	17	0.87	0.32	0.07	0.39	0.13	1.78	0.22	0.02
12	0.43	2305	B	54	0.70	0.26	0.06	0.31	0.11	1.44	0.18	0.02
13	0.24	428	B	18	0.39	0.14	0.03	0.17	0.06	0.80	0.10	0.01
14	0.47	2736	B	58	0.78	0.28	0.06	0.35	0.12	1.59	0.20	0.02
15	0.38	189	M	5	0.62	0.23	0.05	0.28	0.10	1.27	0.16	0.02
16	7.50	28517	M	38	12.38	4.48	0.98	5.50	1.90	25.25	3.13	0.31
17	6.68	21383	M	32	11.02	3.99	0.87	4.90	1.69	22.48	2.79	0.28
18	3.07	1226	M	4	5.06	1.83	0.40	2.25	0.78	10.31	1.28	0.13
19	6.85	35625	M	52	11.30	4.09	0.90	5.02	1.74	23.05	2.86	0.29
20	5.07	6587	M	13	8.36	3.03	0.66	3.71	1.28	17.05	2.12	0.21
21	2.34	3043	M	13	3.86	1.40	0.31	1.72	0.59	7.87	0.98	0.10
22	1.52	10171	M	67	2.50	0.91	0.20	1.11	0.38	5.11	0.63	0.06
23	0.94	94	M	1	1.54	0.56	0.12	0.69	0.24	3.15	0.39	0.04
24	0.94	377	M	4	1.56	0.56	0.12	0.69	0.24	3.17	0.39	0.04
25	3.75	375	M	1	6.19	2.24	0.49	2.75	0.95	12.62	1.57	0.16
26	0.16	177	B	11	0.27	0.10	0.02	0.12	0.04	0.54	0.07	0.01
27	0.47	0	I	0				Não foram considerados				
28	1.63	0	I	0				Não foram considerados				
29	0.07	75	B	10	0.12	0.04	0.01	0.05	0.02	0.25	0.03	0.00
30	0.16	63	B	4	0.26	0.09	0.02	0.12	0.04	0.53	0.07	0.01
31	0.70	420	B	6	1.15	0.42	0.09	0.51	0.18	2.35	0.29	0.03
32	3.13	0	I	0				Não foram considerados				
33	1.49	297	B	2	2.45	0.89	0.19	1.09	0.38	5.00	0.62	0.06
34	0.08	0	I	0				Não foram considerados				
35	0.93	93	B	1	1.54	0.56	0.12	0.68	0.24	3.14	0.39	0.04
36	0.17	0	I	0				Não foram considerados				
37	0.19	58	B	3	0.32	0.12	0.03	0.14	0.05	0.65	0.08	0.01
38	0.09	1046	M	83	0.15	0.06	0.01	0.07	0.03	0.32	0.04	0.00
Σ	63.8	156,5		25	95.15	34.84	7.62	42.73	14.8	196.1	24.35	2.43

**QUADRO 6.8 - Resumo da fase de avaliação dos custos de infra-estrutura da
Configuração 2**

Z	Área km ²	Pop. hab	Ren- da	Dens. hab/ha	Pav.	AgPl.	Agu.	Esg. (US\$ x 1.000.000)	Elet.	Total	Valor/ano	
											Cap.	Op. Man
1	1.03	10373	A	100	1.74	0.63	0.14	0.76	0.33	3.59	0.45	0.04
2	0.31	3106	A	100	0.52	0.19	0.04	0.23	0.10	1.08	0.13	0.01
3	3.02	30435	B	100	5.10	1.84	0.41	2.23	0.97	10.55	1.31	0.13
4	0.43	4348	B	100	0.73	0.26	0.06	0.32	0.14	1.51	0.19	0.02
5	7.50	75667	M	100	12.67	4.58	1.01	5.54	2.42	26.22	3.26	0.33
6	3.23	32533	M	100	5.45	1.97	0.43	2.38	1.04	11.28	1.40	0.14
7	0.17	0	I	0				Não foram considerados				
8	0.47	0	I	0				Não foram considerados				
9	1.66	0	I	0				Não foram considerados				
10	0.08	0	I	0				Não foram considerados				
11	0.15	0	I	0				Não foram considerados				
12	0.70	0	I	0				Não foram considerados				
13	3.13	0	I	0				Não foram considerados				
14	1.40	0	I	0				Não foram considerados				
15	0.07	0	I	0				Não foram considerados				
16	0.94	0	I	0				Não foram considerados				
17	0.16	0	I	0				Não foram considerados				
Σ	24.5	156.5		63	26.20	9.47	2.09	11.46	5.01	54.22	6.73	0.67

**QUADRO 6.9 - Resumo da fase de avaliação dos custos de infra-estrutura da
Configuração 3**

Z	Área km ²	Pop. hab	Ren- da	Dens. hab/ha	Pav.	AgPl.	Agu.	Esg.	Elet.	Total	Valor/ano	
											Cap.	Op. Man
1	1.31	13227	A	100	2.22	0.80	0.18	0.97	0.42	4.59	0.57	0.06
2	7.48	75226	M	100	12.62	4.56	1.01	5.52	2.41	26.12	3.24	0.32
3	3.48	34983	M	100	5.45	1.97	0.43	2.38	1.04	11.28	1.40	0.14
4	3.28	33026	B	100	5.93	2.14	0.47	2.59	1.13	12.28	1.52	0.15
5	1.66	0	I	0				Não foram considerados				
6	2.31	0	I	0				Não foram considerados				
7	6.31	0	I	0				Não foram considerados				
Σ	25.83	156,5		61	26.22	9.48	2.09	11.47	5.01	54.27	6.74	0.67

**QUADRO 6.10 - Resumo da fase de avaliação dos custos de infra-estrutura da
Configuração 4**

Z	Área km ²	Pop. hab	Ren da	Dens hab/ha	Pav.	AgPl.	Agu.	Esg.	Elet.	Total	Valor/ano	
											Cap.	Op. Man
1	0,57	8546	A	150	0.98	0.35	0.08	0.42	0.21	2.05	0.25	0.03
2	0,31	4686	A	150	0.54	0.19	0.05	0.23	0.12	1.12	0.14	0.01
3	1,82	27269	B	150	3.19	1.15	0.27	1.38	0.69	6.67	0.83	0.08
4	0,43	6468	B	150	0.74	0.27	0.06	0.32	0.16	1.55	0.19	0.02
5	3,99	59904	M	150	6.84	2.46	0.58	2.96	1.48	14.31	1.78	0.18
6	3,30	49559	M	150	5.53	1.98	0.47	2.39	1.19	11.56	1.44	0.14
7	0,17	0	I	0				Não foram considerados				
8	0,47	0	I	0				Não foram considerados				
9	1,66	0	I	0				Não foram considerados				
10	0,08	0	I	0				Não foram considerados				
11	0,15	0	I	0				Não foram considerados				
12	0,70	0	I	0				Não foram considerados				
13	3,13	0	I	0				Não foram considerados				
14	1,40	0	I	0				Não foram considerados				
15	0,07	0	I	0				Não foram considerados				
16	0,94	0	I	0				Não foram considerados				
17	0,16	0	I	0				Não foram considerados				
Σ	19,38	156,5		81	17.81	6.39	1.51	7.71	3.85	37.27	4.63	0.46

**QUADRO 6.11 - Resumo da fase de avaliação dos custos de infra-estrutura da
Configuração 5**

Z	Área km ²	Pop. hab	Ren da	Dens hab/ha	Pav.	AgPl.	Agu.	Esg.	Elet.	Total	Valor/ano	
											Cap.	Op. Man
							(US\$ x 1.000.000)					
1	0.89	13305	A	150	1.52	0.55	0.13	0.66	0.33	3.18	0.39	0.04
2	2.18	32650	B	150	3.93	1.41	0.33	1.70	0.85	8.23	1.02	0.10
3	3.99	58893	M	150	6.84	2.46	0.58	2.96	1.48	14.31	1.78	0.18
4	3.37	50615	M	150	5.53	1.99	0.47	2.39	1.20	11.58	1.44	0.14
5	5.87	0	-	0				Não foram considerados				
6	2.02	0	-	0				Não foram considerados				
7	0.57	0	-	0				Não foram considerados				
Σ	18.9	156,5		83	17.82	6.40	1.51	7.71	3.85	37.30	4.63	0.46

QUADRO 6.12 - Custos das redes de transporte e infra-estrutura das Configurações Real, 2, 3, 4 e 5, calculados com os modelos META e INFRA.

Confi- guração	Área (km ²)	População (habitantes)	Densidade total bruta (hab/ha)	Custo infra- estrutura (US\$/hab/dia)	Custo transporte (US\$/hab/dia)	Custo total habitante (US\$/dia)
R	63,81	156465	25	0,427	1,389	1,816
2	24,50	156462	63	0,119	1,136	1,255
3	25,83	156462	61	0,119	0,862	0,981
4	19,38	156462	81	0,081	0,972	1,053
5	18,90	156463	83	0,081	0,723	0,804

FIGURA 6.9 - Custos de transporte e infra-estrutura para diferentes as configurações

Após a obtenção dos custos de transportes e infra-estrutura, pode-se, finalmente, propor uma tributação aos terrenos vazios na cidade de Araraquara.

7. TRIBUTAÇÃO DE TERRENOS URBANOS

Este capítulo apresenta, inicialmente, uma breve abordagem a respeito da tributação da propriedade urbana, o IPTU - imposto predial e territorial urbano. Em seguida é feita a aplicação da nova sistemática de tributação, proposta por SILVA (1993), para a cidade de Araraquara.

A sistemática proposta prevê a utilização dos modelos META e INFRA para o cálculo dos custos de transportes e infra-estrutura, respectivamente, e estes custos serão utilizados para o cálculo do novo IPTU.

7.1 UMA ABORDAGEM SOBRE O IPTU

O imposto sobre a propriedade predial e territorial urbana é atribuído, em geral, a todos os proprietários de imóveis localizados no perímetro urbano de um município. Para efeito de análise e cálculo, este imposto é dividido em duas parcelas: uma que incide exclusivamente sobre o terreno, não levando em consideração as benfeitorias (construções), porventura nele existentes, as quais serão consideradas na segunda parcela, tomando como base a idade, a área construída, nível da construção etc.

As leis municipais podem estabelecer que determinados bairros sejam considerados zonas urbanas em razão dos equipamentos urbanos neles existentes, ou em face aos melhoramentos urbanos de que são os respectivos bairros servidos. A

base de cálculo do IPTU é o valor venal da propriedade, ou seja, o valor que o imóvel alcança nas transações normais de mercado (VASQUES, 1979).

Como o valor da propriedade urbana varia de acordo com uma grande quantidade de fatores, tais como acessibilidade, tamanho, topografia etc., e considerando-se que alguns destes fatores são subjetivos e as condições urbanas variam de forma acelerada e intensa, torna-se difícil o estabelecimento de um valor venal atualizado e justo para o imóvel (SILVA, 1993). Em verdade, o valor venal dos imóveis segue as leis de mercado, uma vez que é extremamente difícil o estabelecimento de critérios que quantifiquem toda a gama de fatores envolvidos. Na prática, o poder público municipal elabora as chamadas *Plantas Genéricas de Valores*, que se constituem num cadastro onde estão contidas informações dos valores das propriedades, em cada zona da área urbana.

Muitas têm sido as tentativas de atualização dos valores venais, se utilizando de reavaliações feitas por pessoas especializadas. Em geral, a *atualização* dos valores venais dos imóveis ocorre através de reajustes, que incidem sobre avaliações anteriores. Isto faz com que não se considere particularidades em cada região, resultando em valores inadequados atribuídos às propriedades urbanas. Isto poderia ser minimizado através de uma constante verificação individual de cada imóvel, o que, na prática, seria totalmente inviável.

DOWBOR (1992) considera, que apesar das dificuldades hoje existentes na aplicação do IPTU, esse é "um imposto socialmente útil, de aplicação clara e justa, e facilmente corrigível nas suas eventuais distorções".

7.2 A FUNÇÃO EXTRAFISCAL DO IPTU

A extrafiscalidade é a utilização de instrumentos de tributação com finalidades sociais, políticas e econômicas, além dos objetivos almejados pelo fisco. Esta função

extrafiscal é muito pouco utilizada em nosso país, com raras exceções de incentivos à hotéis, indústrias etc. (GONÇALVES, 1988). Esse autor apresenta uma proposta de IPTU progressivo, diferenciando o tratamento para os imóveis urbanos. A Constituição Federal, em seu artigo 182, prevê a possibilidade de aplicação de imposto sobre a propriedade predial e territorial urbana de forma progressiva no tempo, o que, para RABI (1991), é um princípio promissor para o restabelecimento da função social da propriedade e o ordenamento espacial da cidade.

MARASCHIN & BENTES (1990) apontam que a extrafiscalidade deve ser utilizada pelos municípios para se obter justiça social. RABI (1991) observa ainda, que as medidas que induzem a ocupação do solo devem se superpor ao zoneamento da cidade, mas entretanto, não deve substituí-lo.

A estratégia de tributação apresentada por SILVA (1993) "tem por objetivo induzir a uma ocupação mais racional das cidades, trazendo maior justiça social às comunidades urbanas. É, diferentemente do IPTU na sua forma tradicional, baseada em um rateio dos principais custos da cidade".

7.3 UMA SISTEMÁTICA ALTERNATIVA DE TRIBUTAÇÃO

A nova estratégia de tributação consiste no seguinte: deve-se avaliar os custos de capital e operação/manutenção de cada uma das redes de infra-estrutura e transporte público, para duas diferentes situações, com a utilização dos modelos META e INFRA. A primeira situação corresponde à *configuração real* da cidade, ou seja, reflete os custos da cidade hoje existente. A seguir, ainda fazendo uso dos modelos acima, deve-se avaliar os custos de uma *cidade hipotética*, obtida a partir da *Configuração Real*, porém, procedendo a eliminação de lotes e áreas desocupadas. Esta cidade hipotética recebe o nome de *cidade de referência ou ideal*, sob a

perspectiva dos custos das redes de infra-estrutura e do transporte público. A Figura 7.1 ilustra de maneira esquemática as duas cidades previstas por SILVA (1993).

FIGURA 7.1 - Esquema dos contornos das cidades *real* e de *referência*.

Fonte: SILVA (1993)

Após serem calculados os custos relacionados à *cidade real* e à *cidade de referência*, deve ser obtida a área dos terrenos existentes na cidade, identificando-se quais os que não estão sendo utilizados.

A primeira parte dos custos está associada aos custos de capital da infra-estrutura e do transporte público da *cidade de referência* e deve ser atribuída a todos os proprietários de terrenos que têm o serviço público à disposição, de forma proporcional a área de seus lotes. Para os edifícios, um uso maior do lote será compensado pela consideração da quantidade de pavimentos do prédio, pela qual a área do terreno deve ser multiplicada. Assim, o imposto a ser pago pelos proprietários de todos os terrenos é obtido pela Equação 7.1.

$$I^t = \frac{CC_i}{\sum A_r^t} \cdot A_r^t \cdot NP \quad (7.1)$$

Onde:

I^t = imposto a ser pago pelos proprietários de todos os terrenos;

A_r^t = área de terreno qualquer *da cidade real*;

CC_i = custos de capital da *cidade de referência*; e

NP = número de pavimentos da edificação, quando houver.

O custo relacionado à operação/manutenção correspondente à *cidade de referência* deve ser cobrado, sob a forma de taxa, de forma proporcional ao consumo; no caso do transporte público, esta taxa deve ser cobrada quando da utilização do ônibus sob a forma de tarifa. A taxa a ser paga pelos proprietários de todos os terrenos que utilizam os serviços urbanos é calculada pela Equação 7.2.

$$T = \frac{CO_i}{C_o T} \cdot C_o U \quad (7.2)$$

Onde:

T = taxa a ser paga pelos proprietários de todos os terrenos que utilizam os serviços urbanos;

CO_i = custos totais de operação da *cidade de referência*;

$C_o T$ = consumo total de qualquer dos serviços públicos (pode ser a área total de terrenos atendidos pelo serviço, no caso de serviço cuja medição de consumo não é possível - transporte público (se for o caso), pavimentação, águas pluviais etc.); e

$C_o U$ = consumo unitário (por terreno) de qualquer dos serviços públicos (ou área de terreno atendido pelo serviço, se não se pode medir o consumo).

A diferença entre os custos totais (de capital e de operação) da *cidade de referência* e da *cidade real*, deve ser também rateada, mas somente entre os proprietários dos terrenos ociosos, "uma vez que estes são os únicos responsáveis pelo acréscimo de custos" (SILVA, 1993). O imposto a ser pagos pelos proprietários de terrenos ociosos é calculado pela Equação 7.3.

$$I^{to} = \frac{(CC_r - CC_i) + (CO_r - CO_i)}{\sum A_r^{to}} \cdot A_r^{to} \quad (7.3)$$

Onde:

I^{to} = imposto a ser pago pelos proprietários de todos os terrenos ociosos;

CC_r = custos totais de capital da *cidade de real*; e

CC_i = custos totais de capital da *cidade de referência*;

CO_r = custos totais de operação da *cidade real*;

CO_i = custos totais de operação da *cidade de referência*; e

A_r^{to} = área de terreno ocioso qualquer da *cidade real*.

A partir das equações apresentadas nesta seção, pode-se, então, calcular os valores de impostos para a cidade de Araraquara.

7.4 APLICAÇÃO PARA A CIDADE DE ARARAQUARA

O cálculo do imposto a ser pago pelos diversos proprietários de terrenos na cidade de Araraquara será feito em três etapas: imposto a ser pago pelos proprietários de todos os terrenos, taxa a ser paga pelos proprietários de terrenos que utilizam os serviços urbanos e imposto pago pelos proprietários de terrenos ociosos.

7.4.1 Cálculo do imposto a ser pago pelos proprietários de todos os terrenos

A *etapa inicial* de cálculo, ou seja, o imposto a ser pago pelos proprietários de todos os terrenos, em Araraquara, foi feita utilizando-se a Equação 7.1. O denominador da equação é a somatória de todas as áreas de terrenos destinados a fins comerciais e residenciais da cidade [A_r^f]. Este dado é obtido a partir do Quadro 6.1 (área total menos áreas institucionais), ou seja, 5463 hectares (ou $5463 \times 10^4 \text{ m}^2$). No denominador da equação, tem-se os custos totais de capital da *cidade de referência*

$[CC_i]$, que será fracionado em duas parcelas: a primeira está relacionada aos custos de infra-estrutura e a segunda aos custos de transporte público.

A *Configuração 3* (que se supõe corresponder à *cidade de referência*), apresentada no Capítulo 6, tem os resultados da simulação sintetizados no Quadro 7.1, juntamente com os dados da *Configuração Real*.

QUADRO 7.1 - Custos de capital e operação dos transportes e infra-estrutura para as diferentes configurações.

Confi- guração	Área (km ²)	Densidade total bruta (hab/ha)	Custo infra-estrutura (US\$ x 10 ⁶ /ano)		Custo do transporte público (US\$/dia)	
			Capital	Operação	Capital	Operação
Real	63,81	25	24,35	2,43	13673,90	54695,59
2	24,45	63	6,73	0,67	11443,13	45772,53
3	25,83	61	6,74	0,67	8431,99	33727,98
4	19,38	81	4,63	0,46	9826,94	39307,76
5	18,90	83	4,63	0,46	8103,94	32415,76

Os custos diários dos transportes devem ser multiplicados por 365, para se obter os custos anuais. No caso da *Configuração 3*, os custos anuais de transporte público atingem a quantia de US\$ 15.388.389,05. No entanto, são considerados somente os custos de capital (custos de depreciação e remuneração), adotados por SILVA (1993) como sendo iguais a 20% dos custos totais. Os custos de capital correspondem, para este caso, a US\$ 3.077.677,81 anuais. Substituindo-se os valores obtidos na Equação 7.1, têm-se:

$$I^t = \frac{6,74 \times 10^6 + 3,08 \times 10^6}{5,463 \times 10^6} \cdot A_r^t \cdot NP = 1,80847 \cdot A_r^t \cdot NP$$

Onde:

I^t = imposto a ser pago pelo proprietário de um terreno qualquer;

A_r^t = área de um terreno qualquer da cidade, em m²; e

NP = número de pavimentos da edificação, quando houver.

7.4.2 Cálculo das taxas a serem pagas pelos proprietários dos terrenos servidos pelas redes de infra-estrutura

A *segunda etapa* do cálculo se refere aos custos operacionais e devem ser cobrados, sob a forma de taxa, de maneira proporcional à quantidade consumida, a ser demonstrada a seguir.

No caso do transporte público, a parcela relacionada à operação, estimada por SILVA (1993) (80% do custo total - US\$ 33.727,98/dia ou US\$ 12.310.712,70/ano), seria cobrada diretamente nos ônibus, na forma de tarifa. O número de passageiros por ano, em Araraquara (de acordo com o modelo), é de 48 milhões. Portanto, a tarifa a ser paga por passageiro é de US\$ 0,25, abaixo do valor cobrado atualmente, que é de US\$ 0,40.

Para as redes de infra-estrutura, esta taxa pode ser cobrada de cada terreno atendido pelo serviço público, procurando observar que para essas redes, o custo operacional representa apenas 10% do custo para a sua implantação. A parcela relacionada à pavimentação e drenagem de águas pluviais é calculada a seguir, uma vez que a área atendida por estas redes públicas corresponde a 97% da área total. As porcentagens de áreas atendidas pelas redes públicas foram obtidas de ARARAQUARA (1994).

O custo total de operação deve ser repartido igualitariamente entre terrenos atendidos nas áreas residenciais e comerciais, ou seja, 1508 hectares (97% de 1550 ha de áreas comerciais e residenciais da cidade).

$$T^{pavagp} = \frac{(26,22 + 9,48) \times 10^6 \times K \times 0,10}{1550 \times 10^4 \times 0,97} \cdot A_r^{pavagp} = 0,29477 \times A_r^{pavagp}$$

Onde:

T^{pavagp} = taxa a ser paga pelos proprietários de todos os terrenos que sejam diretamente servidos por redes de pavimentação e drenagem, em US\$;

A_r^{pavagp} = área de terreno qualquer da cidade, atendido pelas redes de pavimentação e drenagem, em m²; e

K = fator obtido na Equação 6.8, igual a 0,124143657 (para juros de 12%a.a.).

Para as outras redes de infra-estrutura pode ser utilizado um raciocínio análogo ao anterior.

$$T^{agu} = \frac{2,09 \times 10^6 \times K \times 0,10}{1550 \times 10^4 \times 0,98} \cdot A_r^{agu} = 0,01708 \cdot A_r^{agu}$$

$$T^{esg} = \frac{11,47 \times 10^6 \times K \times 0,10}{1550 \times 10^4 \times 0,997} \cdot A_r^{esg} = 0,09214 \cdot A_r^{esg}$$

$$T^{ele} = \frac{5,01 \times 10^6 \times K \times 0,10}{1550 \times 10^4} \cdot A_r^{ele} = 0,04013 \cdot A_r^{ele}$$

Onde:

T^{agu} = taxa a ser paga pelos proprietários de todos os terrenos que sejam diretamente servidos pela rede de água potável, em US\$;

T^{esg} = taxa a ser paga pelos proprietários de todos os terrenos que sejam diretamente servidos pela rede de esgoto sanitário, em US\$;

T^{ele} = taxa a ser paga pelos proprietários de todos os terrenos que sejam diretamente servidos pela rede de energia elétrica, em US\$;

A_r^{agu} = área de terreno qualquer da cidade, atendido pela rede de água potável, em m²;

A_r^{esg} = área de terreno qualquer da cidade, atendido pela rede de esgoto sanitário, em m²; e

A_r^{ele} = área de terreno qualquer da cidade, atendido pela rede de energia elétrica, em m².

A primeira parcela calculada deve ser paga por todos os proprietários de terrenos da cidade, enquanto que, no caso da segunda parcela, somente pagam os proprietários de terrenos que dispõem do serviço. A terceira parcela deverá ser paga pelos proprietários de terrenos ociosos.

7.4.3 Cálculo do imposto a ser pago pelos proprietários dos terrenos ociosos

Os terrenos ociosos (ou vazios) deverão pagar uma terceira parcela, relativa à diferença entre os custos de capital e de operação, da cidade de *referência* e da cidade *real*, como mostrado em 7.3.

Para a cidade *real* (*Configuração Real*), tem-se os seguintes dados:

- custo de capital para infra-estrutura: US\$ 24,35 x 10⁶/ano.
- custo de operação para infra-estrutura: US\$ 2,43 x 10⁶/ano.
- custo de capital para transportes: US\$ 68369,49/dia x 365 dias x 20% = US\$ 19,96 x 10⁶/ano.
- custo de operação para transportes: US\$ 68369,49/dia x 365 dias x 80% = US\$ 3,99 x 10⁶/ano.
- custo total de capital (transporte + infra-estrutura): US\$ 29,34 x 10⁶/ano.
- custo total de operação (transporte + infra-estrutura): US\$ 22,39 x 10⁶/ano.

Para a cidade de *referência* (*Configuração 3*), tem-se os seguintes dados:

- custo de capital para infra-estrutura: US\$ 6,74 x 10⁶/ano.
- custo de operação para infra-estrutura: US\$ 0,67 x 10⁶/ano.
- custo de capital para transportes: US\$ 42159,97/dia x 365 dias x 20% = US\$ 3,08 x 10⁶/ano.
- custo de operação para transportes: US\$ 42159,97/dia x 365 dias x 80% = US\$ 12,31 x 10⁶/ano.
- custo total de capital (transporte + infra-estrutura): US\$ 9,82 x 10⁶/ano.
- custo total de operação (transporte + infra-estrutura): US\$ 12,98 x 10⁶/ano.

Os terrenos ociosos na cidade de Araraquara constituem aproximadamente 45% da área total. NOMINO (apud LONGO, s.d.), aponta que muitos municípios do estado de São Paulo têm índices de terrenos vazios próximos a 50%. FRANÇO SO et al. (1992) encontraram um índice de 46% para a cidade de São Carlos e XAIDES (1994) diz ser de 60% o índice em Bauru.

Considerando que a área urbana de Araraquara, considerada neste estudo, é de 6381 ha, a área ociosa corresponde, portanto, a 2872 ha. Assim,

$$I^{to} = \frac{(29,34 - 9,82) \times 10^6 + (22,39 - 12,98) \times 10^6}{2872 \times 10^4} \cdot A_r^{to}$$

$$I^{to} = 1,00731 \cdot A_r^{to}$$

Onde:

I^{to} = imposto a ser pago pelos proprietários de todos os terrenos ociosos; e

A_r^{to} = área de terreno ocioso qualquer da cidade, em m².

7.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS

Os dados calculados permitem avaliar o que poderá ocorrer com o Imposto Predial e Territorial Urbano - IPTU de um imóvel, da forma como é feita atualmente e com o acréscimo da parcela prevista pela tributação alternativa proposta por SILVA (1993).

Tomando-se como exemplo um terreno com 300 m² de área, contendo uma edificação de apenas um pavimento, seu imposto pode ser calculado em aproximadamente US\$ 100 anuais. Este mesmo terreno, se fosse atendido por redes de pavimentação, energia elétrica, drenagem, água e esgoto, teria US\$ 133,24 acrescentados aos US\$ 100 iniciais, totalizando US\$ 233,24 de impostos anuais.

No entanto, se o mesmo terreno estivesse vazio e fosse considerado ocioso pela legislação municipal, teria uma parcela adicional de US\$ 302,19 anuais, devido aos custos adicionais que este terreno provoca na cidade, levando-se em consideração os valores aqui adotados nos cálculos.

A estratégia proposta por SILVA (1993) pode até ser considerada de simples aplicação. Entretanto, algumas de suas definições podem ser difíceis de serem obtidas, como por exemplo, qual terreno deve ser considerado ocioso?

A situação econômica de grande parte dos brasileiros impõe a estes a compra de terrenos à prazo, para posterior construção de suas residências. Outras vezes, os cidadãos fazem poupanças para comprar os próprios terrenos e, posteriormente, novas poupanças devem ser feitas para que suas moradias sejam construídas. Este período entre a compra do lote e a construção da casa pode demorar anos. Dessa forma, nem todo terreno vazio é especulativo.

A definição de terreno ocioso deve ser aprofundada, com debates sérios entre o Poder Executivo e o Legislativo, para que injustiças sejam evitadas.

Experiências de algumas cidades sobre este assunto, são conhecidas. O Plano Diretor do Município de Uberaba-MG propõe isenção da taxa adicional aos proprietários que se disponham a utilizar suas áreas com equipamentos ou programas sociais de interesse do município (RABI, 1991). A definição de lotes subutilizados também precisam ser discutida.

O Município de Angra dos Reis-RJ apresentou um anteprojeto de lei para que o lote subutilizado fosse regulamentado. Lote subutilizado foi considerado aquele cujas edificações ocupem área inferior a 10% do terreno; edificações constituídas por barracões provisórios e sem utilização a mais de 90 dias e, estacionamento de veículos, descobertos e sem equipamentos (RABI, 1991).

A aplicação de isenções é polêmica, afirma SILVA (1993), uma vez que, aparentemente, não é justo cobrar taxa do cidadão proprietário de um único lote vazio, tal como de um especulador.

RABI (1991) acrescenta, que quaisquer que sejam os critérios adotados para a isenção, é importante que eles se tornem leis aprovadas pela Câmara Municipal, para que se inibam as tentativas de favorecimentos.

8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Há debates que colocam a sociedade, de certa maneira, frente a frente a um espelho, obrigando-a a definir as suas opções. É o caso do debate em torno do IPTU (Imposto Predial e Territorial Urbano) que, inicialmente, apareceu como simples reação a um aumento de impostos, como por exemplo, o caso recente de São Paulo (DOWBOR, 1992). Nada mais útil do que aprofundar este debate e irradiar essa idéia ao maior número possível de cidades.

É sobejamente conhecido o escândalo que representa a concentração de renda no Brasil. Os números auxiliam a uma compreensão mais clara: 1% das famílias (1,5 milhões de pessoas) recebem cerca de 17% da renda produzida no País, enquanto que os 50% mais pobres (75 milhões de pessoas) recebem 12%. O fato de 1% das famílias ganharem mais que 50% das famílias brasileiras é social e moralmente insustentável.

O caso da concentração de equipamentos públicos e redes de infra-estrutura urbana, dentre elas a rede de transporte público, nas áreas centrais das cidades, é um reflexo do processo acima.

Os recursos para investimentos públicos no Brasil são cada vez mais reduzidos, enquanto que continua a crescer a dívida externa do País.

O espalhamento urbano, que ocorre na maioria das cidades brasileiras, contribui para o aumento dessa dívida, ao menos na questão da importação de petróleo, cujos

derivados estão sendo usados em 73,3% dos automóveis, 77,2% dos veículos comerciais leves e em 100% dos veículos comerciais pesados fabricados em 1993 (ANFAVEA, 1994). Essa quantidade é ainda maior, atualmente, com a crescente queda na utilização do álcool como combustível alternativo nacional. Além disso, a grande maioria dos veículos brasileiros circula nas áreas urbanas.

Tão significativos quanto os custos de transportes são os custos adicionais de infra-estrutura urbana, motivados pelo espalhamento das cidades (SILVA & FERRAZ, 1991). Dessa forma, torna-se necessário que estratégias objetivando a redução dos vazios urbanos ou, ao menos, a inibição dessa especulação ocorra em um prazo não muito distante. A curto prazo, deveríamos dispor de mecanismos capazes de gerar recursos necessários ao financiamento das necessidades básicas das populações periféricas.

A análise apresentada no início deste trabalho deixa claro que o espalhamento ocorrido nos países desenvolvidos, particularmente nos Estados Unidos, é diferente daquele ocorrido no Brasil. Por isso, a solução dos problemas de espalhamento no Brasil devem observar características e limitações da realidade local.

Nesse sentido, é extremamente importante a utilização de estudos e, principalmente, de modelos *nacionais* destinados especificamente à avaliação dos custos adicionais produzidos aos transportes e infra-estrutura, produzidos pelo espalhamento urbano. É o caso da metodologia criada por SILVA (1993), alvo de estudos neste trabalho.

Um dos objetivos deste trabalho era o de fazer uma verificação do modelo estático META, para o cálculo de custos de transportes. Do ponto de vista acadêmico, o modelo META é extremamente simples. No entanto, uma grande dificuldade encontrada para a aplicação do modelo foi a obtenção dos dados locais, tais como: adensamento populacional, níveis de renda, número de empregos por atividades, localização destes

empregos etc. Esses dados são fundamentais para a obtenção das taxas de geração de viagens.

Embora a Administração Municipal de Araraquara colaborasse de forma elogiável no desenvolvimento deste trabalho, colocando à disposição os diversos dados que ela dispunha sobre a cidade, inclusive cedendo estagiários para a realização de diversas pesquisas, a obtenção dos dados foi extremamente difícil. Os dados, quando existentes, geralmente, não estavam organizados e, na maioria das vezes, se encontravam totalmente desatualizados; foram necessários doze meses para que se conseguisse levantar e organizar esses dados. Este é o retrato da dificuldade encontrada nesta etapa do trabalho.

A implantação de um cadastro técnico com informações municipais seria estrategicamente desejável, não só em Araraquara, mas para a grande maioria das cidades. OSÓRIO (1994) fornece subsídios de como montar esse cadastro municipal. O uso de SIG (Sistemas de Informações Geográficas) poderá ser uma ferramenta importante, para a implantação de banco de dados alfanuméricos e espaciais.

Nesta área de obtenção de dados, uma metodologia foi desenvolvida, neste trabalho, para o levantamento de níveis agregados de renda familiar, a partir de dados coletados de consumo de energia elétrica, coletados diretamente na concessionária de energia elétrica. As faixas que definiram os níveis de renda representaram satisfatoriamente a realidade da cidade de Araraquara e, é possível que possam inclusive ser utilizadas em outras cidades de porte médio. Para outras categorias de cidades, essas faixas de consumo talvez devam ser ajustadas.

A estratégia para a obtenção das taxas de produção de viagens aqui utilizadas é questionável, do ponto de vista estatístico. No entanto, não se poderia esperar maior acurácia nos resultados a serem obtidos por uma prefeitura, no sentido de implantar a estratégia de tributação proposta por SILVA (1993).

Existe uma total desatualização dos dados disponíveis pela Prefeitura Municipal, principalmente na contabilização do número de empregos existentes no município, aproximadamente um terço, em relação ao número total pesquisado nos últimos anos, por SEADE (1993). Em vista disso, adotou-se que os dois terços faltantes estariam distribuídos de maneira proporcional à localização do terço de empregos conhecidos pela Prefeitura.

Este procedimento pode ter gerado alguma distorção nos resultados, uma vez que a localização espacial desses empregos pode ter sofrido alterações.

As taxas de atração de viagens utilizadas nos cálculos foram aquelas levantadas por GEIPOT (1985) para a cidade de Bauru. Essa pesquisa foi realizada a quase 20 anos e esse padrão de viagem pode ter sido alterado. Se dados mais recentes estivessem disponíveis, deveriam ser utilizados.

Não foi considerado por SILVA (1993) e tampouco por este trabalho a variação das taxas de geração de viagens, à medida que se tornam mais próximas as zonas de origem e destino. Isto poderia fazer com que, pela proximidade, uma pessoa viesse a fazer a viagem a pé ou de bicicleta e não mais por modos motorizados. O modelo META também não contempla eventuais custos gerados pelo congestionamento.

Para o modelo gravitacional de distribuição de viagens proposto por SILVA (1993), o valor de alfa, que traduz a influência da distância na realização das viagens, encontrado para a cidade de Araraquara, foi igual a zero, igual ao resultado obtido por ROSALEN & KAWAMOTO (1991) e ROSALEN (1994). Isto pode significar que, para as cidades médias, as distâncias não são decisivas na realização das viagens.

Para o modo automóvel, o modelo META representou relativamente bem a distribuição real de viagens. No entanto, para o modo ônibus a diferença entre a distribuição real e a obtida pelo modelo foi grande. A primeira diferença encontrada é que

o modelo registra uma grande quantidade de viagens com comprimentos variando de 10,5 a 13,5 Km. Na distribuição real, esse pico ocorre no intervalo de 4,5 a 7,5 Km. A segunda diferença ocorre no intervalo de 0,5 a 2,5 Km; o modelo registra grandes quantidades de viagens, enquanto que na realidade essas viagens não são tão significativas.

Provavelmente, isto ocorre devido à hipótese adotada pelo modelo de que todas as viagens por ônibus passam pelo centro da cidade, o que nem sempre é verdadeiro. Para bairros mais próximos, até 2 Km, o indivíduo muitas vezes prefere fazer a viagem a pé, em vez de ter que pagar a tarifa, esperar no ponto e gastar pelo menos 40 minutos dentro do ônibus. É preciso corrigir esse problema no modelo, provavelmente criando condições para que ele faça a realocação dessas viagens entre bairros adjacentes mais próximos, para modos não motorizados.

O modelo INFRA não foi alvo de estudos neste trabalho, mas tão somente sua aplicação. No entanto, são consideradas válidas as recomendações dadas por SILVA (1993) que, mesmo reconhecendo que o trabalho de MASCARÓ (1977, 1979) tem grande validade para se avaliar os custos de infra-estrutura urbana, ainda necessitam ser mais aprofundados os custos de operação e manutenção dos sistemas, além da necessidade de inclusão dos custos da rede de telefonia.

Outra melhoria que poderia ser introduzida na metodologia criada por SILVA (1993) é a utilização de planilhas eletrônicas, tanto para a calibração dos modelos, quanto para seu uso como banco de dados. As planilhas são mais flexíveis na atualização dos dados e na correção da metodologia empregada, e tem, hoje, um custo bastante acessível. Essa providência poderia conduzir a um expressivo avanço na interface com o usuário, do programa de computador disponível para o uso dos modelos META e INFRA, que atualmente é pouco flexível.

A diferença nos custos encontrados para as diferentes configurações deixa muito clara a gravidade das consequências impostas pelos terrenos ociosos na cidade. No entanto, a estratégia de SILVA (1993) considera que todos os terrenos ociosos com mesmas áreas contribuem igualmente, estando eles localizados em áreas mais centrais ou em áreas próximas à periferia. Certamente os pesos serão diferentes e, esta questão deve ser melhor estudada e considerada no cálculo dos custos de infra-estrutura e transportes.

De forma sintetizada, são as seguintes, as conclusões obtidas ao final deste trabalho:

- ⇒ O modelo META é simples de ser utilizado e as simplificações na caracterização das zonas de tráfego parecem não comprometer os resultados;
- ⇒ Existiram grandes dificuldades no levantamento das taxas de geração de viagens;
- ⇒ Na fase de distribuição de viagens, o modelo META não representou satisfatoriamente a realidade das viagens pelo modo ônibus. Aparentemente, pode ser melhorado com pequenas alterações.
- ⇒ O programa de computador disponível para o cálculo dos custos de infra-estrutura e transportes é difícil de ser usado e não favorece a correção e alteração de dados; e
- ⇒ Conhecidos os dados de transporte (os mais complicados de serem obtidos), a utilização da estratégia proposta por SILVA (1993) para o cálculo da tributação é fácil.

Com o objetivo de estimular novos trabalhos, são apresentadas, também de forma sintética, as recomendações abaixo:

- ⇒ As prefeituras precisam desenvolver ações no sentido da implantação de cadastros técnicos municipais e, para isso, o uso de SIG (Sistema de Informações Geográficas) pode ser um instrumento interessante.
- ⇒ O desenvolvimento de métodos indiretos para a obtenção de dados deve ser incentivado.
- ⇒ Formas mais confiáveis devem ser conduzidas para o levantamento de taxas de produção e atração de viagens, sem com isso, abandonar os procedimentos simplificados;
- ⇒ É necessário que se considere a variação das taxas de geração de viagens, à medida que as zonas de origem e destino se tornem próximas;
- ⇒ Os custos provocados pelos congestionamentos devem ser levados em consideração na metodologia proposta por SILVA (1993);
- ⇒ Mecanismos devem ser incorporados ao modelo META para que as viagens de ônibus entre bairros relativamente próximos possam ser realocadas para modos não motorizados;
- ⇒ Custos de manutenção e operação em redes de infra-estrutura devem ser melhor estudados;
- ⇒ A inclusão dos custos da rede de telefonia nos cálculos das redes de infra-estrutura urbana, tornaria o modelo INFRA mais completo;
- ⇒ O desenvolvimento da estratégia apregoada por SILVA (1993) em planilhas eletrônicas ou ainda a melhoria do programa de computador disponível, facilitaria o seu uso por parte dos técnicos das prefeituras; e
- ⇒ Para que a tributação dos vazios urbanos seja mais eficaz e transparente, devem ser consideradas as distâncias dos terrenos ociosos às áreas centrais das cidades.

Apesar de algumas correções e melhorias serem necessárias na metodologia proposta por SILVA (1993), ela se revelou de muita utilidade para a aplicação em cidades médias brasileiras. Ela oferece condições favoráveis para que seja colocada em prática o dispositivo constitucional, que permite a utilização de mecanismos para garantir a função social da propriedade urbana. Somente pela conscientização das pessoas, CAMPOS FILHO (1989) não acredita numa mudança na atitudes dos especuladores, a curto prazo. Portanto, é necessária a intervenção do poder público para a reparação do ônus provocado pelo espalhamento urbano.

A tributação de terrenos ociosos, através da parcela adicional do IPTU, demonstra ser viável para minimizar, a curto prazo, esta terrível distorção, conseguindo recursos a serem aplicados nas áreas desprovidas de infra-estrutura urbana.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, Edson Martins de; NOVAES, Antônio Galvão N. *Um modelo para avaliação de sistemas de coleta e transporte de resíduos domiciliares para cidades de pequeno e médio porte*. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP - BT/PTR/07. Departamento de Engenharia de Transportes Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1993.
- AMOROSO LIMA, Maria Cristina de B.C. *O processo de urbanização e a questão da habitação em Araraquara (1970-1980)*. Araraquara, Faculdade de Ciências Sociais, Universidade Estadual Paulista-UNESP, 1986. /Mimeografado/
- ANDRADE, Thompson A.; LODDER, Celsius A. *Sistema urbano e cidades médias no Brasil*. IPEA. Rio de Janeiro, INPES, 1979. (Coleção Relatórios de Pesquisa).
- ANFAVEA - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. *Anuário Estatístico*. São Paulo, 1994.
- ANTP - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. Capacitação técnica dos órgãos municipais de gerência do transporte coletivo urbano. Relatório de pesquisa. In: *Revista dos Transportes Públicos*, nº. 60, p. 101-109, 3º. trimestre/93.
- ANTP - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. *Boletim Estatístico*. n.43 a 47. São Paulo. 1994a.
- ANTP - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS et al. *Caracterização dos serviços de táxi no Brasil*. São Paulo, out. 1994b.
- ARARAQUARA. Prefeitura Municipal. *Aspectos históricos, políticos, administrativos e econômicos*. Araraquara, 1994 /Mimeografado/
- ARARAQUARA, Leis etc. Lei nº.1794 de 26 de julho de 1971. Dispõe sobre a aprovação do Plano Diretor e da codificação de normas para as construções, os loteamentos e o zoneamento. *Diário Oficial do Município*, Araraquara, S.P., 1971.
- ARARAQUARA, Leis etc. Lei nº. 2297 de 8 de junho de 1977. Dá nova delimitação à zona urbana da sede do município. *Diário Oficial do Município*, Araraquara, S.P., 1977.
- ARARAQUARA, Leis etc. Lei nº 2394 de 14 de julho de 1978. Fixa o perímetro urbano e dá outras providências. *Diário Oficial do Município*, Araraquara, S.P., 1978.
- ARARAQUARA, Leis etc. Lei nº. 3265 de 6 de janeiro de 1986 Fixa o perímetro urbano da sede do município e dá outras providências. *Diário Oficial do Município*, Araraquara, S.P., 1986.
- ARARAQUARA, Leis etc. Lei nº. 3369 - 15/07/87 - Dispõe sobre o parcelamento do solo, loteamentos e desmembramentos no município de Araraquara e dá outras providências. *Diário Oficial do Município*, Araraquara, S.P., 1987a.

- ARARAQUARA, Leis etc. Lei nº. 3401 de 11 de novembro de 1987. Acrescenta parágrafos ao artigo 44 da lei nº. 3369. *Diário Oficial do Município*, Araraquara, S/P., 1987b.
- ARARAQUARA, Leis etc. Lei Orgânica do Município de Araraquara. 1990.
- ASSIS JUNIOR., Milton Faria. *Avaliação de desempenho e adequação de sistemas de transporte público, por ônibus, de cidades de porte médio em relação à sua estrutura urbana*. São Carlos, 1987. 152p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DE ADMINISTRADORES MUNICIPAIS. *Planejamento urbano*. Trad. de Maria de Lourdes Lima Modiano. São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, 1985.
- AZEVEDO, Eurico de Andrade. *Aspectos jurídicos do uso do solo urbano*. In: SEMINÁRIO DE DESENVOLVIMENTO URBANO, Brasília, 1981. *Anais*. Brasília, SEPLAN / JB / Ministério do Transportes / BNH / MINTER. 1981.
- BARAT, Josef. *Introdução aos problemas urbanos brasileiros: teoria, análise e formação política*. Rio de Janeiro, Campus, 1979.
- BARAT, Josef. Institutional frameworks for planning transport in Third World cities. In: DIMITROU, Harry T., ed., *Transport planning for Third World Cities*. London, Routledge, 1990. p.216-256.
- BARBEL, Gerald. Aggregate characteristics of urban travel. In: HANSON, Susan., ed., *The geography of urban transportation*. p.73-90. New York, The Guild Press, 1986.
- BARROS JUNIOR., Luis Álvaro de Toledo. *Um modelo para avaliação do custo do transporte coletivo por ônibus nas cidades médias e pequenas*. São Carlos, 1994. 110p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- BARROS JUNIOR., Luis Álvaro de Toledo; SILVA, Antônio Nelson Rodrigues da.; FERRAZ, Antônio Clóvis Pinto. Os conjuntos habitacionais periféricos e o custo do transporte coletivo. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPET, 5., Belo Horizonte, 1991. *Anais*. Belo Horizonte, Associação Nacional de Ensino e Pesquisa em Transportes, 1991. p.27-35.
- BIZELLI, José Luis. *O planejamento municipal e o poder local em Araraquara*. Araraquara, 1990. 323p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Sociais, Universidade Estadual Paulista-UNESP.
- BONDUKI, Nabil. Ed. *Arquitetura & habitação social em São Paulo 1989-1992*. São Paulo. Universidade de São Paulo. Escola de Engenharia de São Carlos. Departamento de Arquitetura e Planejamento. 1993.
- BRASIL. Constituição, 1988. *Constituição da República Federativa do Brasil*, 1988. Juarez de Oliveira. Org. São Paulo, Saraiva, 1992.
- BRASIL. Ministério do Interior. Secretaria Geral. *II Plano Nacional de Desenvolvimento-Programa de Ação do Governo na Área do Desenvolvimento Urbano-1975/1979*. Brasília, D.F., 1975.
- BREMAEKER, François E. J. de. Migração: A marca do Censo de 1991. *Revista de Administração Municipal*, v.39, n. 202, p.81-95, jan/mar 1992a.
- BREMAEKER, François, E. J. de. Censo de 1991: população brasileira continua crescendo de forma concentrada. *Revista de Administração Municipal*, v.39, n.204, p.88-95, jul./set. 1992b.

- BRITO, Mário Castorino Fontes. Aspectos jurídicos do uso do solo urbano. In: SEMINÁRIO DE DESENVOLVIMENTO URBANO, Brasília, 1981. *Anais*. Brasília, SEPLAN / JB / Ministério dos Transportes / MINTER / BNH, 1981.
- BRUNA, Gilda Collet. Problemas de adensamento urbano. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE PLANEJAMENTO E ENGENHARIA URBANA, 1, São Paulo, 1987. *Anais*. São Paulo, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1987.
- BRUTON, Michael J. *Introdução ao planejamento dos transportes*. Trad. João Bosco F. Arruda. São Paulo. Interciência/Edusp, 1979.
- BUENO, André. Urbanismo: vazios urbanos terão sobretaxa. *Jornal do CREA/SP*. São Paulo, jun. 1992. p.14-15.
- CALIJURI, Maria L.; RÖHM, Sérgio A.; BALLESTER, Maria V. R. *Sistemas de informações geográficas 2*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária, 1993.
- CALVETE, F. Javier Valero. *Transportes Urbanos*. Madrid, Dossat/Typsa, 1970
- CAMPOS FILHO, Cândido Malta. Habitação e desenvolvimento. In: SEMINÁRIO DE DESENVOLVIMENTO URBANO, Brasília, 1981. *Anais*. Brasília, SEPLAN / JB / Ministério dos Transportes / MINTER / BNH, 1981.
- CAMPOS FILHO, Cândido Malta. *Cidades brasileiras: seu controle ou o caos*. São Paulo, Nobel, 1989.
- CNBB - CONFERÊNCIA NACIONAL DOS BISPOS DO BRASIL. *Solo Urbano e Ação Pastoral*. São Paulo, Paulinas, 1982.
- CORREA, Ana Maria Martinez. *História social de Araraquara (1817-1930)*. Araraquara, 1967. 420p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Sociais. Universidade Estadual Paulista-UNESP.
- CUSTOS & FRETES. Indicadores Operacionais. n.31,33,35 a 38. Editora TM Ltda. 1994.
- d'ALGE, J.C.L.; GOODCHILD, M.F. Digitalização e simplificação de linhas. In: CONFERÊNCIA LATINOAMERICANA SOBRE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA, 4.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, 2, São Paulo, 1993. *Anais*. São Paulo, 1993. p.17-25.
- DAVIS, Kingsley et al. *Cidades: a urbanização da humanidade*. Trad. de José Resnik. Rio de Janeiro, Zahar, 1971.
- DAVIS, Raymond E.; FOOTE, Francis S.; KELLY, Joe W. *Tratado de topografia*. Aguilar, Madrid, 1972.
- DEL RIO, Vicente. *Introdução ao desenho urbano no processo de planejamento*. São Paulo, Pini, 1990.
- DIMITRIOU, Harry T. The urban transportation planning process: its evolution and application to Third World Cities. In: DIMITRIOU, Harry T. ed. Transport planning for Third World Cities. London, Routledge, 1990a. p. 144-183.
- DIMITRIOU, Harry T. Transport and Third World city development. In: DIMITRIOU, Harry T. ed. Transport planning for Third World Cities. London, Routledge, 1990b. p. 1-49.
- DIMITRIOU, Harry T. Transportation problems of Third World cities. In: DIMITRIOU, Harry T. ed. Transport planning for Third World Cities. London, Routledge, 1990c. p. 50-84.
- DOWBOR, Ladislau. IPTU: um divisor de águas. *Revista da Administração Municipal*. v.39, n.202, p.67-70, jan/mar. 1992.

- DUNIN, Lubomir Ficinski., coord. Estudo de interrelação uso do solo/transporte. *Revista Paranaense de Desenvolvimento*. BADEP, n. 70, p.9-53, jan./mar. 1980.
- ELANGO VAN, T.; CROUCH, F. O. Towards simplified transport planning techniques for cities in developing countries. In: ORTÚZAR, Juan de Dios. ed. *Simplified transport demand modelling*. London, PTRC, 1992. p. 19-32.
- ERLANDER, Sven & STEWART, Neil F. *The gravity model in transportation analysis: theory and extensions*. VSP, Netherlands, 1990.
- FARRET, Ricardo L., org. *O espaço da cidade - contribuição à análise urbana*. São Paulo, Projeto, 1985.
- FERRARI, Celson. *Curso de Planejamento Municipal Integrado*. 5. ed. São Paulo, Livraria Pioneira Editora, 1986.
- FERRAZ, Antônio Clóvis Pinto. A qualidade do serviço de transporte coletivo em cidades médias sob a ótica dos usuários. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPET, 2., v.1, São Paulo, 1989. *Anais*. São Paulo, Associação de Ensino e Pesquisa em Transportes, 1989. p.111-126.
- FERRAZ, Antônio Clóvis Pinto. *Sobre a eficiência e a eficácia do transporte público nas cidades médias*. São Carlos, 1990a. 157p. Tese (Livre Docência) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- FERRAZ, Antônio Clóvis Pinto. Por um imposto sobre terrenos urbanos ociosos. *Folha de São Paulo*, São Paulo, 26 jan. 1990b. p. B-2.
- FERRAZ, Antônio Clóvis Pinto; FELEX, José Bernardes. Um modelo para avaliação da influência do porte da cidade no custo do transporte coletivo. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPET, 2, v.1, São Paulo, 1988. *Anais*. Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes. São Paulo, 1989. p.231-237.
- FERRAZ, Antônio C. P.; SILVA, Antônio N. R. da; FELEX, José B. Avaliação da influência da forma das cidades no custo do transporte. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPET, 3., Salvador 1989. *Anais*. Salvador, Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes, 1989b.
- FERRAZ, Antônio C. P.; SILVA, Antônio N. R. da; FELEX, José B. Custo do transporte público x tamanho e forma das cidades. *Revista dos Transportes Públicos*, n.52, p.17-21, jun. 1991.
- FERRAZ, Antônio Clóvis Pinto; KFOURI, Eduardo Vitor. Transporte coletivo e ocupação do solo na cidade de Araraquara. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPET, 2, v.1, São Paulo, 1988. *Anais*. Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes. São Paulo, 1989. p.127-131.
- FERRAZ, Antônio Clóvis Pinto; SILVA, Antônio Nelson Rodrigues da. Reforma Urbana Já. , *Folha de São Paulo*, São Paulo, 1 mai. 1990. p. C-5.
- FERRAZ, Antônio C. P.; SILVA, Antônio N. R. da; MACEDO, Marcia H. Subsídio ao transporte público urbano. *Folha de São Paulo*, São Paulo, 07 jan. 1990. p. C-3.
- FERRAZ, Antônio Clóvis Pinto; SILVA, Antônio Nelson Rodrigues da. Tributação justa da propriedade. *Folha de São Paulo*, São Paulo, 24 set. 1992. p.3-5.
- FERRAZ, José Carlos de Figueiredo. *Urbs Nostra*. São Paulo, Pini / EDUSP, 1991.
- FERREIRA, Aurélio Buarque de Hollanda. *Novo dicionário da língua portuguesa*. 2. ed. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1986.

- FIBGE - FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo demográfico de 1991: resultados preliminares*. Rio de Janeiro, 1992.
- FIPAI - FUNDAÇÃO PARA O INCREMENTO E APERFEIÇOAMENTO INDUSTRIAL. *Estudo do sistema de transporte coletivo de Araraquara - Relatório 2: Caracterização e Análise do Sistema de Operação e Atendimento*. São Carlos, ago, 1987.
- FRANÇOZO, Maria Teresa; VIADANA, Maria Isabel C. de F.; TEIXEIRA, Amandio L. de A. Utilização de sistemas de informação geográfica na análise e planejamento das cidades. *Revista da Administração Municipal*. 1992, n.205, p.36-47.
- GEIPOT - EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES. *Estudo de transportes urbanos da Região Metropolitana de Belém-TRANSCOL*, tomo 1. Brasília, 1980.
- GEIPOT - EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES. *Estudo da demanda de transportes urbanos: Diagnóstico 1981. Prognóstico 1985-1990*. Brasília. 1985.
- GONÇALVES, Marcos F. R. IPTU: alcance dos princípios da legalidade e da anualidade. *Revista da Administração Municipal*. v.37, n.197, out/dez 1990.
- GOODE, Larry R.; HEIMBACH, Clinton L. *Evaluation of the transferability of trip generation models from one urban area to another*. Transportation Research Record, 931, 1983. p.120-125.
- GOMES, Luis Antonio; GALVES, Maria Lucia; MORETTI, Ricardo de Souza. In: TURKIENICZ, Benamy; MALTA, Maurício. Org. SEMINÁRIO DE DESENHO URBANO, 2, Brasília, 1986. *Anais*. São Paulo, Pini; Brasília, CNPq; Rio de Janeiro, FINEP, 1986. p. 96-99.
- HAUSER, Philip Morris; SCHNORE, Leo Francis. *Estudos de urbanização*. Trad. Eunice R. Ribeiro Costa. São Paulo, Livraria Pioneira Editora, 1976.
- HUTCHINSON, B. G.. *Princípios de planejamento dos sistemas de transporte urbano*. Trad. de Henrique Oswaldo Monteiro Barros. Rio de Janeiro, Guanabara Dois, 1979.
- HUTCHINSON, B. G. Land use-transport planning models. In: FLORIAN, Michael. Ed. *Transportation Planning Models*. Netherlands, North-Holland, 1984.
- IRWIN, N.; SIMS, L.; MORI, B.; SCHIBUOLA, S. *Transportation Planning Models in Canadá*. v.1 e 2. Roads and Transportation Association of Canada. Ottawa. 1989.
- ITE - INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS. Technical Committee 6F-30. Research needs in transportation planning methodology for developing countries. Technical Council Informational Report. *ITE Journal*, abril 1986. p. 19-21.
- KAGAN, Henrique; ROSSETTO, Cássio F.; CUSTÓDIO, Paulo S.; MARTINS, Wagner C. O uso de Sistemas de Informações Geográficas no planejamento dos transportes. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 6, Rio de Janeiro, 1992. *Anais*. Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes, Rio de Janeiro, 1992. p. 892-909.
- KAWAMOTO, Eiji. Verificação da matriz ponto-de-origem/ponto-de-destino de uma linha de transporte coletivo obtida a partir de dados de embarque-desembarque. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 8, v.2,

- Recife, 1994. *Anais*. Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes. Recife, 1994. p.41-49
- KERBAUY, Maria Teresa Miceli. Urbanizacion y cambios en las ciudades medianas del interior del estado de São Paulo, Brasil. *Revista Interamericana de Planificacion*, Guatemala, v.24, n. 93, p.33-44, jan./mar. 1991.
- KLOSTERMAN, Richard E. Large-scale urban models: retrospect and prospect. In: SYMPOSIUM LARGE-SCALE URBAN MODELS: TWENTY YEARS LATER. *Journal of the American Planning Association*, v. 60, n. 1, Winter, 1994. p.3-6.
- LAMADRID, Aida Ternaviso de. Estructura urbana y movilidad. *Hoja de Ruta*, n.3, p.33-36, Buenos Aires, Septiembre-Octubre. 1992.
- LEIBBRAND, Kurt. Simplifications of traffic models: experiences. In: MODELOS URBANOS, REGIONAIS E DE TRANSPORTES, São Paulo, 1983. *Anais*. São Paulo, IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1983. p.183-186.
- LIEDKE FILHO, Enno D.; FERRETTI, Rosemary Brum. O primeiro plano diretor de desenvolvimento urbano de Porto Alegre - Revisão de uma análise histórico-social. In: PANIZZI, Wrana M.; ROVATTI, João F., org. Estudos Urbanos - Porto Alegre e seu planejamento, 1.ed. Porto Alegre, Prefeitura Municipal de Porto Alegre/Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul 1993. p.165-174.
- LOGIT - LOGÍSTICA, INFORMÁTICA E TRANSPORTES LTDA. *Mantra: modelo de análise e planejamento multimodal de transportes*. Manual teórico. São Paulo, 1990.
- LONGO, Carlos Alberto. Finanças municipais e ociosidade dos terrenos na área urbana. In: LONGO, Carlos Alberto; RIZZIERI, Juarez Alexandre Baldini. org. Economia Urbana: custos de urbanização e finanças públicas. Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas. Série Relatório de Pesquisas RP-10. s.d. p.257-271.
- MACEDO, Marcia H. *Tempo de viagem por transporte coletivo: um estudo para o caso das cidades médias*. São Carlos, 1991. 91 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- MACEDO, Marcia H.; SILVA, Antônio N. R. da; FERRAZ, Antônio C. P. Eficiência e qualidade do transporte público x ocupação e uso do solo - o caso de São Carlos. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPET, 4., Porto Alegre, 1990. *Anais*. Porto Alegre, Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes, 1990.
- MARASCHIN, Clarice & BENTES, Dulce. A reforma tributária de 1988: contribuição à análise do processo de viabilização da reforma urbana. *Revista da Administração Municipal*. v.37, n.196, p.40-52.
- MARQUES, Enaldo Nunes. *Tipologias ambientais para o adensamento urbano*. São Carlos, 1986. 170p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- MARTINE, George. O mito da explosão demográfica. *Ciência Hoje*, v.9, n.51, mar. 1989 p.28-35.
- MARX, Murilo. *Cidade Brasileira*. São Paulo, Melhoramentos/EDUSP, 1980.
- MASCARÓ, Juan Luis. *Custos de infra-estrutura: um ponto de partida para o desenho econômico urbano*. São Paulo, 1979. 261 p. Tese de Livre Docência - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo.

- MASCARÓ, Juan Luis. *Custos de infra-estrutura e suas variações em função da conformação urbana*. Projeto, São Paulo. p. 101-103. set 1986.
- MASCARÓ, Juan Luis. A forma urbana e seus custos. In: SEMINÁRIO DE DESENHO URBANO, 2. São Paulo, Pini; Brasília, CNPq; Rio de Janeiro, FINEP, 1986. p. 61-68.
- MASCARÓ, Juan Luis. *Desenho urbano e custos de urbanização*. Porto Alegre, D.C. Luzzato, 1989.
- MATEUS, Kacowicz., org. *Desenvolvimento e Política Urbana*. Rio de Janeiro, IBAM -Instituto Brasileiro de Administração Municipal, 1976.
- MATOS, Maria Aparecida C.N. de.; GRANJA, Lourdes Zmetek; MORA-CAMINO, Félix. Modelo de demanda para planejamento estratégico de transporte urbano. In: MODELOS URBANOS , REGIONAIS E DE TRANSPORTES, São Paulo, 1983. São Paulo, IPT -Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1983. p.187-189.
- MELO, José Carlos. *Planejamento dos transportes urbanos*. Rio de Janeiro, Campus, 1981.
- MELLO, H.M.C.F.; CINTRA, J.P. Erros associados à digitalização de mapas. In: CONFERÊNCIA LATINOAMERICANA SOBRE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA, 4; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO São Paulo, 1993. *Anais*. São Paulo, 1993. p.29-46.
- METRO - COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO. *Pesquisa OD/87: síntese das informações*. São Paulo. 1989.
- NOVAES, Antonio Galvão. *Modelos em planejamento urbano, regional e de transportes*. São Paulo, Edgard Blücher, 1982.
- NOVAK, Hélio As cidades no Brasil do futuro. *Revista de Administração Municipal*, v.35, n.186, p.6-20, jan./mar. 1988.
- OLIVEIRA, Naia; BARCELLOS, Tanya M. de; BARROS, Carmen; RABELO, Maria Mercedes. *Vazios Urbanos em Porto Alegre: uso capitalista do solo e implicações sociais*. Secretaria de Coordenação e Planejamento / Fundação de Economia e Estatística. Porto Alegre. 1989.
- ORTÚZAR, Juan de Dios; WILLUMSEN, Luis G. *Modelling Transport*. Chichester, England, John Wiley & Sons, 1990.
- OSÓRIO, José Manoel Marcondes. *Cadastro técnico: um sistema de informações municipais*. Cadastral Survey S/C Ltda. Curitiba. 1994.
- PESSOA, Alvaro. Aspectos jurídicos do uso do solo urbano. In: SEMINÁRIO DE DESENVOLVIMENTO URBANO, Brasília, 1981. *Anais*. Brasília, SEPLAN / JB / Ministério dos Transportes / MINTER / BNH, 1981.
- PIMENTEL, Flávio L.; SALGADO, Ana C. Uma visão sobre SIG. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 8, Recife, 1994. *Anais*. Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes, Recife, 1994. p. 517-528.
- POHLMANN, João Paulo Umpierre. Considerações sobre os deslocamentos urbanos em Porto Alegre. In: PANIZZI, Wrana M.; ROVATTI, João F., org. *Estudos Urbanos - Porto Alegre e seu Planejamento*, 1. ed. Porto Alegre, Prefeitura Municipal de Porto Alegre/Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1993. p.309-319.

- PRASTACOS, Poulicos. *Integrating GIS technology in urban transportation planning and modeling*. Transportation Research Record, 1305, 1991. p. 123-130.
- PUTMAN, Stephen H. *Integrated urban models*. London, Pion, 1983.
- RABI, Nidia I. A. de. Plano diretor e o artigo 182 da Constituição Federal. *Revista da Administração Federal*. v.38, n.200, p.41-48.
- RAIA JUNIOR., Archimedes Azevedo; ULBANERE, Rubens C. Adensamento urbano e justiça social. *Diário de Bauru*, Bauru, 15 nov. 1992. p.2.
- RIBEIRO, Benjamin Adiron. *Noções de planejamento urbano*. São Paulo, Livraria O Semeador, 1978.
- RIBEIRO, Luis César de Queiroz. Espaço urbano, mercado de terras e produção de habitação. In: SILVA, Luis Antônio Machado da., org., *Solo Urbano: tópicos sobre o uso da terra*. Rio de Janeiro, Zahar, 1982. p.29-47.
- RODRIGUES, Arlete M. *Moradia nas cidades brasileiras*. São Paulo, Contexto, 1991.
- RODRIGUES, Marcos & OLIVEIRA, Marcelo M. Propagação de erros na modelagem urbana, regional e de transportes. In: *MODELOS URBANOS, REGIONAIS E DE TRANSPORTES*, São Paulo, 1983. São Paulo, IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1983. p.123-133.
- RODRIGUES, Marcos; DI PIERRO, Luis Fernando. Estrutura urbana e consumo energético: um modelo. In: *MODELOS URBANOS, REGIONAIS E DE TRANSPORTES*, São Paulo, 1983. São Paulo, IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1983. p.169-175.
- ROLNIK, Raquel; KOWARIK, Lúcio; SOMEKH, Nadia, ed. *São Paulo: crise e mudança*. São Paulo, Brasiliense, 1990.
- ROSALEN, Fernando José. *A influência da distância de viagem na escolha do local de trabalho em cidade pequenas e médias*. São Carlos. 1994. 90 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- ROSALEN, Fernando J.; KAWAMOTO, Eiji. A escolha do local de trabalho nas cidades de porte médio sofre a influência da distância? In: *ENCONTRO NACIONAL DA ANPET*, 5, Belo Horizonte, 1991. Belo Horizonte, Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes, 1991. p. 15-26.
- SANCHES, Suely da Penha. *Contribuição à análise operacional de redes de transporte coletivo em cidades de porte médio*. São Carlos, 1988. 117p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- SANCHES, Suely da Penha; WIDMER, João Alexandre. Um modelo simplificado para estimativa de viagens numa rede de transporte coletivo de cidade média. In: *ENCONTRO NACIONAL DA ANPET*, 2, v. 1, São Paulo, 1988. *Anais*. São Paulo, Associação Nacional de Ensino e Pesquisa em Transportes, 1989. p.251-264.
- SANTA CRUZ, W. A necessidade de novas abordagens à demanda de viagens. In: *MODELOS URBANOS, REGIONAIS E DE TRANSPORTES*, São Paulo, 1983. *Anais*. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1983. p.203-209.
- SANTOS, Carlos Nelson F. dos. A cidade como se fosse um jogo de cartas. In: *TURKIENICZ, Benamy & MALTA, Maurício, org. SEMINÁRIO DE DESENHO URBANO*, 2, Brasília, 1986. São Paulo, Pini; Brasília, CNPq; Rio de Janeiro, FINEP, 1986. p.26-30.

- SANTOS, Carlos Nelson F. dos. *A cidade como um jogo de cartas*. São Paulo, Universidade Federal Fluminense / EDUFF / Projeto, 1988.
- SANTOS, Milton. *A Urbanização Brasileira*. São Paulo, HUCITEC, 1993.
- SÃO PAULO (cidade). Secretaria Municipal de Planejamento. *América latina: crise nas metrópoles*. In: SEMINÁRIO AS METRÓPOLES LATINO-AMERICANAS FRENTE À CRISE: EXPERIÊNCIAS E POLÍTICAS, São Paulo, 1984. *Anais*. São Paulo, Prefeitura Municipal de São Paulo/Comissão Econômica para a América Latina-CEPAL / Universidade das Nações Unidas, 1985.
- SCARLATO, Francisco Capuano. *Metropolização de São Paulo e o terceiro mundo*. São Paulo, Iglu, 1989.
- SCHMIDT, Benício Viero; FARRET, Ricardo Libanez. *A questão urbana*. Rio de Janeiro, Jorge Zahar, 1986.
- SEADE - FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. *Perfil Municipal (1980-91) - Regiões Administrativas de Ribeirão Preto, Central e Franca*, v.5, São Paulo, 1993.
- SERRA, Geraldo. *O espaço natural e a forma urbana*. São Paulo, Nobel, 1987.
- SERRA, Geraldo. *Urbanização e centralismo autoritário*. São Paulo, EDUSP/Nobel, 1991.
- SHEPARD, Eric. Modeling and predicting aggregate flows. In: HANSON, Susan., ed., *The geography of urban transportation*. New York, The Guilford Press, 1986. p.91-118.
- SILVA, Antônio Nelson Rodrigues da. *Densidades urbanas econômicas: a influência do transporte público*. São Carlos, 1990, 103 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- SILVA, Antônio Nelson Rodrigues da. *O custo do solo urbano ocioso e uma nova sistemática de tributação da propriedade*. São Carlos, 1993, 137p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- SILVA, Antônio Nelson Rodrigues da.; FERRAZ, Antônio Clovis Pinto. Uma nova sistemática de tributação da propriedade urbana. *Revista de Administração Municipal*. IBAM -Instituto Brasileiro de Administração Municipal, v. 40, n. 208, p.51-61, jul./set. 1993a.
- SILVA, Antônio Nelson Rodrigues da.; FERRAZ, Antônio Clovis Pinto. Uma estratégia de tributação da propriedade urbana baseada nos custos de transportes e infra-estrutura. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPET, 7, São Paulo, 1993. *Anais*. São Paulo, Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes, 1993b. p.81-91.
- SILVA, Antônio N. R. da; VARGAS, Elioth N. Z.; ITO, Leni E.; CUBAS, Sandro I. B. O cadastro dos terrenos ociosos e a sua importância para uma tributação mais justa da propriedade urbana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO, 1, Florianópolis, 1994. *Anais*, tomo III. Florianópolis, 1994. p. 118-126.
- SINGER, Paul. *Economia política da urbanização*. São Paulo, Brasiliense / CEBRAP, 1975.
- SINGER, Paul. *O uso do solo na economia paulista*. São Paulo, 1978. /Mimeografado/
- SMEED, R. J. *The road capacity of city centers*. Highway Research Record, 169, Washington D.C., 1967. p.22-29.

- SOSSLAU, Arthur B. et al. *Quick-response urban travel estimation techniques and transferable parameters-User's guide*. Transportation Research Board, Washington, D.C., NCHRP Report 187, 1978.
- SOTERO, Paulo. Bird vê novo caminho para investimentos. *O Estado de São Paulo*, São Paulo, 20 jun. 1994. p.B10.
- TAAFFE, Eduard James; GAUTHIER, Howard L. *Geography of transportation*. Foundations of Economic Geography Series. Englewood Cliffs, Prantice-Hall, 1973.
- TURKIENICZ, Benamy. Grades e recuos do Plano Diretor de Porto Alegre. In: PANIZZI, Wraza M. & ROVATTI, João F. org., *Estudos Urbanos: Porto Alegre e seu Planejamento*. 1.ed. Porto Alegre, Prefeitura Municipal de Porto Alegre/Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1993. p.195-200.
- ULYSSEIA NETO, Ismael. Modelos simplificados de planejamento de transportes de passageiros: uma necessidade de curto prazo em países em desenvolvimento. *Revista da ANPET*, n.3, jul 1990. p.69-84.
- ULYSSEIA NETO, Ismael. O processo de planejamento de transporte e sua adequação ao contexto sócioeconômico dos países em desenvolvimento. *Revista de Transporte e Tecnologia*, n. 8, jan. 1992. p.11-26.
- URDANETA, Alberto. Custos do desenvolvimento urbano. *Planejamento*. p.293-317, n.3, v.2, mai/jun. 1974.
- VASQUES, Jandira B. A tributação no uso e controle do solo - IPTU. *Boletim Interior*. Fundação Prefeito Faria Lima. n.69, p.9-14, abr. 1979.
- VELHO, Gilberto. *A utopia urbana*. Rio de Janeiro, Zahar, 1973.
- VETTER, David & MASSENA, Rosa Maria Ramalho. Quem se apropria dos benefícios líquidos dos investimentos do Estado em infra-estrutura urbana? In: SILVA, Luis Antônio Machado da., org., *Solo Urbano: tópicos sobre o uso da terra*. Rio de Janeiro, Zahar, 1982.
- XAIDES, José. Falta de planejamento cria cerco na cidade. *Jornal da Cidade*. Bauru, 30 out. 1994. p.4.
- WILLUMSEN, Luis G. Urban traffic modelling with limited data. In: DIMITROU, Harry T., ed. *Transport planning for Third World Cities*. London, Routledge, 1990. p.288-318.