UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

DENSIDADES URBANAS ECONÔMICAS: A INFLUÊNCIA DO TRANSPORTE PÚBLICO

ANTÔNIO NÉLSON RODRIGUES DA SILVA

ORIENTADOR: PROF. DR. ANTONIO CLOVIS PINTO FERRAZ

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

SÃO CARLOS
1990

AGRADECIMENTOS

- A Léa, pelo incentivo, paciência e dedicação;
- Ao professor Antonio Clóvis Pinto Ferraz, além da preciosa orientação, pelo exemplo que representa;
- A todos os colegas da pós-graduação, especialmente a Eng. Vânia Maria Pessôa Pampolha, que leu os originais e colaborou com valiosas sugestões;
- Ao grande amigo Paulo Ernesto Celestini, pelo constante apoio;
- A todos os professores e funcionários do Departamento de Transportes da EESC-USP;
- A todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram para a conclusão deste trabalho.

RESUMO

Neste trabalho é enfocado o problema das densidades urbanas econômicas. É feita uma análise de alguns estudos existentes sobre a questão da densidade urbana ideal, sob o ponto de vista econômico, e avaliada, através de um modelo especialmente desenvolvido, qual a influência do custo do transporte coletivo na definição da densidade ideal. Também são discutidos, ainda que de forma não aprofundada, os limites de densidade populacional suportados pelo homem.
As conclusões a que se chega são que as densidades econômicas, sob vários critérios, estão, seguramente, acima de 200 habitantes por hectare e que, os limites humanos situam-se em torno de 500 habitantes por hectare.
Esses valores, quando comparados às densidades em torno de 40 habitantes por hectare apresentadas pelas cidades médias brasileiras, comprovam a forma irracional com que o solo urbano vem sendo ocupado no país, constituindo, o fato, um dos graves problemas que hoje o Brasil enfrenta.

ABSTRACT

In this dissertation the problem of economic urban densities is analised. Some studies about ideal urban density are discussed, and a special model is developed in order to evaluate the influence of urban public transportation on the definition of economic density. Some considerations about density population limits that man can support are also presented.
The conclusions of this study are that economic densities are over 200 persons/ha and the human limit is around 500 persons/ha.
The comparison of these values with the density of brazilian medium-sized cities (around 40 persons/ha) shows that the urban land occupation in Brazil is very irrational. Nowadays this is one of the most serious problems in the country.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	O CRESCIMENTO POPULACIONAL URBANO NO BRASIL	5
2.1	O CRESCIMENTO DA POPULAÇÃO MUNDIAL	5
2.2	O FENÔMENO DA URBANIZAÇÃO	6
2.3	O CRESCIMENTO DA POPULAÇÃO BRASILEIRA	8
2.3.1	A População Total	9
2.3.2	A População Urbana	12
2.4	A URBANIZAÇÃO NO BRASIL	14
2.4.1	Os Limites Urbanos	14
2.4.2	As Cidades Médias	17
2.4.3	A Busca de Soluções	18
3	AS CIDADES	21
3.1	MODELOS DE CRESCIMENTO	23
3.2	MORFOLOGIA URBANA	24
3.3	O SISTEMA VIÁRIO	26
3.4	O TRANSPORTE E AS CIDADES	28
3.4.1	Uso e Ocupação do Solo	30
3.5	AS CIDADES MÉDIAS BRASILEIRAS	31
4	PLANEJAMENTO URBANO	35
4.1	OS CUSTOS DA URBANIZAÇÃO	36
4.2	DENSIDADES POPULACIONAIS URBANAS	38
4.2.1	Conceituação	38
4.2.2	A Densidade Ideal	39
4.2.3	A Densidade Econômica	40
4.3	A SITUAÇÃO BRASILEIRA	43
4.3.1	Vazios Urbanos	44
4.3.2	Instrumentos de Planejamento	45

5	OS TRANSPORTES URBANOS	47
5.1	O TRANSPORTE URBANO DE PASSAGEIROS	49
5.1.1	Características Gerais dos Modos	50
5.1.2	Características da Demanda	53
5.1.3	Características da Oferta	55
5.2	O TRANSPORTE DE PASSAGEIROS NAS CIDADES MÉDIAS	57
5.2.1	Aspectos Gerais	60
6	TRANSPORTE E DENSIDADES POPULACIONAIS	63
6.1	PADRÕES URBANOS TÍPICOS DAS CIDADES MÉDIAS	64
6.2	O TRANSPORTE DE PASSAGEIROS NAS CIDADES MÉDIAS	65
6.3	A INFLUÊNCIA DAS DENSIDADES NOS CUSTOS DE TRANSPORTE	66
6.3.1	Desenvolvimento da Metodologia	66
6.3.2	Aplicação da Metodologia	72
6.3.3	Análise dos Resultados	77
6.3.4	Análise Global das Densidades	80
6.3.5	Outros Custos	81
7	OS LIMITES HUMANOS NAS DENSIDADES URBANAS	85
7.1	O COMPORTAMENTO ANIMAL	86
7.2	O COMPORTAMENTO HUMANO	89
7.3	DENSIDADE LIMITE	91
7.4	O PAPEL DO PLANEJAMENTO URBANO	93
8	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	95
9	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Taxas de crescimento populacional das regiões brasileiras no período 1950-1980..... 9
QUADRO 2 - Participação de cada uma das regiões no total da população do Brasil para os anos de 1950 e 1980..... 10
QUADRO 3 - Participação de cada uma das regiões no total da população do Brasil para os anos de 1980 e 2000..... 11
QUADRO 4 - Taxas de crescimento da população brasileira no período 1950-1980..... 12
QUADRO 5 - Participação da população urbana no total da população de cada região nos anos de 1950 e 1980..... 13
QUADRO 6 - População total, urbana e taxa de urbanização no Brasil, de 1940 a 2000..... 15
QUADRO 7 - Participação da população dos centros urbanos com 20.000 habitantes ou mais, nos anos de 1950, 1980 e 2000..... 17
QUADRO 8 - Percentual do solo ocupado pelas diversas atividades urbanas..... 22
QUADRO 9 - Divisão modal nas cidades médias..... 59
QUADRO 10 - Porcentagens de viagens segundo o motivo... 61
QUADRO 11 - Viagens com destino ao centro e mobilidade diária em viagens por dia por habitante..... 62
QUADRO 12 - Resumo da análise dos custos do transporte público urbano, para cidades de 156 mil habitantes, com diferentes densidades..... 75
QUADRO 13 -Resumo da análise dos custos do transporte público urbano, para cidades de 250 mil habitantes, com diferentes densidades..... 76
QUADRO 14 -Resumo da análise dos custos do transporte público urbano, para cidades de 500 mil habitantes, com diferentes densidades..... 77

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - População total, urbana e dos centros urbanos nos anos de recenseamento..... 16
FIGURA 2 - Modelos de crescimento urbano..... 24
FIGURA 3 - Configurações típicas de cidade..... 25
FIGURA 4 - Configuração espacial de algumas cidades médias brasileiras..... 33
FIGURA 5 - Curva de custos por habitante, em função da densidade populacional..... 41
FIGURA 6 - Curva de custos por habitação, em função da densidade populacional..... 42
FIGURA 7 - Tipos comuns de linhas de transporte urbano por ônibus..... 56
FIGURA 8 - Setores de atendimento e rotas de transporte público urbano..... 68
FIGURA 9 - Curvas dos custos de transporte público urbano, em função da densidade populacional..... 78

1 INTRODUÇÃO

O processo de urbanização, no Brasil, vem ocorrendo de uma forma bastante veloz e com uma ocupação desordenada do solo urbano, gerando problemas graves nas cidades, que não conseguem adequar e implementar os seus serviços públicos para atender às crescentes demandas.

A dimensão do problema, tanto no presente como no futuro, já é, de certa forma, conhecida, pois o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) vem desenvolvendo e estimulando inúmeros trabalhos sobre o crescimento populacional, a distribuição espacial da população e outros dados econômicos e sociais pertinentes.

Reconhecida e caracterizada a problemática urbana no país, é preciso encontrar soluções o mais rapidamente possível, sob pena do quadro econômico e social urbano, já extremamente negativo, se agravar ainda mais.

Um fato consensual é que a solução dos problemas urbanos brasileiros passa, necessariamente, pelo aumento da densidade populacional, com um consequente aumento da eficiência dos serviços públicos básicos. Não se pode conceber que, em um país onde a escassez de recursos é grande, haja subutilização das redes de infra-estrutura urbana instaladas. A existência de vazios urbanos é, seguramente, a principal causa desta subutilização, que é

ainda agravada pela ausência de uma política adequada de planejamento urbano. A utilização correta, com maior eficiência, das redes de infra-estrutura, está diretamente relacionada com um maior adensamento das zonas urbanas.

Outro aspecto relevante para a viabilização econômica e social das cidades refere-se ao transporte urbano, em todas as suas formas: individual, coletivo, público, privado, de passageiros, de carga, etc. Todos consomem enorme quantidade de recursos energéticos e financeiros, além de tempo.

A questão tratada neste trabalho é, exatamente, a análise da inter-relação entre o transporte público de passageiros e as densidades urbanas, sem deixar, contudo, de situar o tema em um contexto mais amplo.

Para atingir este objetivo, possibilitando uma clara compreensão do problema estudado, o trabalho foi organizado da maneira exposta a seguir.

O capítulo 2 aborda a questão populacional, tentando esclarecer as tendências de crescimento e de distribuição populacional no país. A análise desta problemática parte de uma descrição da situação mundial, situando o Brasil em um contexto mais amplo. A orientação dada ao tema conduz, finalmente, a uma análise da importância das cidades médias no processo de ordenação da urbanização, ratificando, com base em dados concretos, o destaque que delas é esperado no futuro.

Os três capítulos seguintes tentam estabelecer um quadro teórico de referência, objetivando colocar, de forma organizada, os diversos aspectos relacionados com o objeto tratado.

O 3º capítulo levanta aspectos gerais da cidade, suas características, suas formas, as atividades que nelas

são desenvolvidas, como crescem e como são suas vias. É ainda mencionado o papel que os transportes desempenham, tanto no uso e ocupação do solo, como na evolução urbana. O capítulo termina com a caracterização específica das cidades médias brasileiras.

O capítulo seguinte trata de algumas questões relativas ao planejamento urbano. São revistos alguns trabalhos que avaliaram os custos de urbanização e as densidades populacionais urbanas, além de uma conceituação prévia de densidade (incluindo a idéia de densidade econômica). Novamente é analisada a situação brasileira, evidenciando-se os instrumentos de planejamento que podem ser utilizados na maioria das cidades.

No 5º capítulo é feito um relato sucinto sobre os transportes urbanos: o transporte de passageiros (público, semi-público e privado), alguns aspectos gerais, os modos de transporte público, características da oferta e da demanda. As cidades médias brasileiras são novamente consideradas, ao se avaliar os seus aspectos particulares no transporte de passageiros.

Com base nos capítulos 3,4 e 5, é possível sintetizar, no capítulo 6, as características principais das cidades médias brasileiras, relativas aos padrões urbanos e ao transporte de passageiros. A partir daí, é desenvolvido um modelo, que, embora simples, permite avaliar a relação entre os custos de transporte público e as densidades populacionais urbanas. Nesse mesmo capítulo são apresentados os resultados obtidos e é feita uma análise das densidades mais vantajosas.

O capítulo 7 busca avaliar os impactos que altas densidades podem provocar no comportamento humano, do ponto de vista psicológico. Este assunto é tratado de forma não

muito aprofundada, uma vez que não é o ponto principal da pesquisa proposta. Não pode, no entanto, ser este aspecto ignorado, pois pode ser esta a real limitação para densidades mais elevadas.

Finalmente, no capítulo 8, são apresentadas as principais conclusões que este trabalho permite inferir, bem como algumas recomendações para o desenvolvimento de trabalhos futuros.

O objetivo precípuo deste trabalho é fornecer elementos para o planejamento urbano, especialmente neste momento em que estão sendo elaboradas as Leis Orgânicas dos Municípios Brasileiros. A identificação das densidades ideais deve ser o marco de referência no cálculo de sobretaxações do Imposto Predial e Territorial Urbano, talvez o único modo de inibir os especuladores (aqueles que contribuem para que as densidades urbanas sejam tão baixas, exclusivamente para proveito próprio).

2 O CRESCIMENTO POPULACIONAL URBANO NO BRASIL

2.1 O CRESCIMENTO DA POPULAÇÃO MUNDIAL

A espécie humana multiplicou-se durante cerca de 200.000 anos para alcançar a espantosa cifra de 2 bilhões de habitantes. Em 1963, a ONU (Organização das Nações Unidas) previa que seriam necessários apenas 600 anos para que o número de habitantes no globo chegasse a um valor tal que cada um dos mesmos disporia de apenas um metro quadrado da superfície habitável da terra para viver, considerando-se que as taxas de crescimento da ocasião seriam mantidas (RAGON, 1963, p.13).

Uma análise dos dados do período anterior a esta observação reforça essa preocupação. De acordo com VUCHIC (1981, p.10), a população mundial passou de 1,2 bilhões em 1850 para 2,5 bilhões em 1950, ou seja, mais do que duplicou em cem anos. Os números mais recentes não fornecem uma visão mais otimista, pois, segundo dados da Organização das Nações Unidas expostos na 12ª Conferência de Habitação, em Cartagena, na Colômbia , a população do planeta chegará a 5,2 bilhões no ano 2000 (MUNDO, 1989, p.27). Novamente terá dobrado, mas não mais em cem anos, agora em cinquenta. Ainda nessa Conferência foram divulgados outros dados da ONU

que indicam que, no final do século, a maior parte da população se concentrará em apenas 430 cidades em todo o mundo.

2.2 O FENÔMENO DA URBANIZAÇÃO

Embora o surgimento das cidades seja muito mais recente que o do homem, datando as primeiras cidades de 4.000 a 6.000 a.C., segundo BEYER (1969, p.40), as mesmas só vieram a assumir maiores proporções a partir de 500 a.C..

O processo de deslocamento populacional em direção às cidades, no entanto, vem se acentuando cada vez mais nos últimos anos, atingindo números bastante elevados. De acordo com FERRARI (1979, p.230), em 1800, apenas 1,7% da população mundial vivia em cidades, apenas 20 cidades tinham mais de 100.000 habitantes e nenhuma chegava a ter 1 milhão de habitantes. Em 1950, verificou-se que existiam: 3 cidades com mais de 10 milhões de habitantes, 12 cidades entre 5 e 10 milhões de habitantes, 141 cidades com mais de 1 milhão de habitantes e 1.460 cidades com mais de 100.000 habitantes. Nesta ocasião 13% da população mundial já era urbana.

Parece aqui oportuno definir claramente o que vem a ser urbanização. Para FERREIRA (1986, p.1741), o vocábulo urbanização pode ter três significados. O significado a que se refere este trabalho é descrito como "o fenômeno caracterizado pela concentração cada vez mais densa de população, em aglomerações de caráter urbano".

FERRARI (1979, p.233) atribui a utilização do termo pela primeira vez a Ildefonso Cerdá, em 1867, na obra

Teoria Geral da Urbanização, onde foi empregado para explicar a organização das cidades resultantes da Revolução Industrial.

Embora as cidades tenham sido ao longo de toda a sua história um local de reunião de inúmeras atividades, foi somente com a Revolução Industrial que a sua importância aumentou, tendo passado a atrair, para os empregos no comércio e na indústria, imensas massas de trabalhadores que anteriormente viviam nas regiões rurais. Assim, o processo de urbanização não se caracteriza somente por um crescimento na população urbana, mas também por uma redução concomitante da população rural.

Para SANTOS (1979, p.13), "a urbanização é simultaneamente um resultado e uma condição do processo de difusão do capital". Nunca as cidades cresceram tanto como sob o regime capitalista de produção. Os países chamados "desenvolvidos" já passaram por esse processo de urbanização ao implantar uma economia decorrente de uma técnica de produção industrializada. Segundo DAVIS et alii (1972, p.20), a experiência desses países demonstra que a urbanização cresce rapidamente até os 50%, e a partir daí, diminui o ritmo de crescimento, até se estabilizar em um valor próximo de 75% da população vivendo nas cidades.

Este fenômeno tem características próprias na América Latina, pois envolve um processo evolutivo, que partiu de infra-estruturas nativas e passou por um regime de colonização que marcou fortemente as cidades, culminando com o regime capitalista, que se desenvolveu em um período mais curto do que aquele experimentado pelas nações industrializadas.

Assim, enquanto os países que viveram diretamente a Revolução Industrial tiveram um processo de urbanização

distribuído ao longo de mais de cem anos, no Brasil, segundo SCHIMDT e FARRET (1986, p.7), o processo de urbanização apresentou suas primeiras manifestações a partir de 1930, acentuando-se nos anos 50 e 60.

Convém ainda mencionar que a urbanização brasileira não ocorreu como consequência da industrialização, mas paralelamente a esta, o que provocou uma série de desequilíbrios urbanos, como por exemplo, uma grande parcela de mão-de-obra ociosa nas cidades.

2.3 O CRESCIMENTO DA POPULAÇÃO BRASILEIRA

O Brasil possuía cerca de 17 milhões de habitantes no ano de 1900. Cinquenta anos mais tarde esta população já era superior a 50 milhões. Em 1980, este total já chegava perto dos 120 milhões, e, segundo MARTINE (1989, p.31), em dado momento, chegou-se a anunciar que a população total chegaria a 200 ou 220 milhões de habitantes no ano 2000.

Este crescimento intenso tem estado associado ainda a uma distribuição espacial não homogênea. A grande complexidade destas questões requer aqui uma análise retrospectiva cuidadosa dos últimos anos, para que seja possível obter uma melhor compreensão das tendências possíveis, e com isto, tentar antever o futuro próximo. Esta análise envolve uma avaliação da população total do país, além do contingente urbano.

2.3.1 A População Total

O primeiro ponto que será aqui considerado é a evolução recente do conjunto da população brasileira. No período de 1950 a 1980, a população brasileira cresceu 2,3 vezes, passando de cerca de 52 milhões para mais de 121 milhões de habitantes.

Embora o crescimento total tenha sido muito grande, as taxas de crescimento vêm diminuindo continuamente a partir de 1950. O IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística vem classificando as taxas de crescimento para cada uma das regiões brasileiras, bem como a média nacional, para os últimos períodos intercensitários, conforme pode ser visto no Quadro 1.

QUADRO 1 - Taxas de crescimento populacional das regiões brasileiras no período 1950-1980.

REGIÃO	Taxas de Crescimento (% ao ano)		
	1950-1960	1960-1970	1970-1980
Norte	3,34	3,47	5,02
Nordeste	2,08	2,40	2,16
Sudeste	3,06	2,67	2,64
Sul	4,07	3,45	1,44
Centro-Oeste	5,36	5,60	4,05
Média Nacional	2,99	2,89	2,48

FONTE: IBGE, 1988, p.94.

Apesar das diferentes taxas de crescimento de cada uma das regiões, a participação relativa das mesmas no total da população brasileira não sofreu alterações muito significativas no período observado, como mostra o Quadro 2.

QUADRO 2 - Participação de cada uma das regiões no total da população do Brasil para os anos de 1950 e 1980.

REGIÃO	Porcentagem da População Total	
	1950	1980
Norte	3,6	5,0
Nordeste	34,6	29,2
Sudeste	43,4	43,4
Sul	15,1	16,0
Centro-Oeste	3,3	6,4

FONTE: BREMAEKER, 1983,p. 66.

A distribuição irregular fica bastante visível no Quadro anterior, onde a região sudeste sozinha apresentou um valor de 43,4% da população total brasileira, o que se acentua mais ainda quando se observa que esta região ocupa apenas 10,86% do território nacional.

As taxas de crescimento, anteriormente mencionadas, são resultantes da variação dos índices de mortalidade e de natalidade. Segundo MARTINE (1989, p.30), a causa da aceleração nas taxas de crescimento é devida, principalmente, a grande redução nos índices de mortalidade, que vêm caindo desde 1870. A partir do final da década de 60, no entanto, o índice de natalidade começou a declinar acentuadamente e o de mortalidade praticamente

estabilizou-se, provocando uma redução no crescimento total, que hoje apresenta uma taxa estimada de 1,8% ao ano.

A tendência de redução nas taxas de crescimento parece muito clara, como já pôde ser visto no Quadro 1. A estimativa de população feita pelo IBGE (1988, p.55) indica, para o ano 2000, um valor total de cerca de 179,5 milhões de habitantes no Brasil.

NOVAK (1988, p.7) considera esta estimativa exagerada, em virtude de uma série de medidas de planejamento familiar que vêm sendo estimuladas no país. MARTINE (1989, p.31) é ainda mais preciso ao afirmar que, no ano 2000, a população brasileira deverá ficar em torno de 170 milhões de pessoas. E vai além, quando estima que, no ano de 2050, a população total do Brasil se estabilizará entre 240 e 250 milhões de indivíduos.

No que diz respeito a distribuição espacial, a projeção do IBGE (1988, p.55), para o ano 2000, não apresenta uma alteração muito grande (em termos relativos) com relação ao ano de 1980, como pode ser visto no Quadro 3.

QUADRO 3 - Participação de cada uma das regiões no total da população do Brasil para os anos de 1980 e 2000.

REGIÃO	Porcentagem da População Total	
	1980	2000
Norte	5,0	6,4
Nordeste	29,2	28,0
Sudeste	43,4	43,5
Sul	16,0	14,9
Centro-Oeste	6,4	7,2

FONTE: IBGE, 1988, p.55.

As regiões Norte e Centro-Oeste são as que apresentarão crescimento na participação sobre a população total, em virtude de serem ainda áreas em colonização. A região Sudeste, embora praticamente vá manter a participação relativa, irá aumentar consideravelmente a sua população (um acréscimo em torno de 25 milhões de pessoas, pela projeção do IBGE), o que poderá trazer algumas consequências importantes, notadamente nas áreas urbanas.

2.3.2 A População Urbana

Enquanto a população total brasileira cresceu 2,3 vezes, no período de 1950 a 1980, a população urbana passou de 18,8 milhões para 82,0 milhões, ou seja, cresceu 4,4 vezes.

As taxas geométricas de crescimento da população urbana foram muito mais elevadas do que aquelas da população total, como mostra o Quadro 4.

QUADRO 4 - Taxas de crescimento da população brasileira no período 1950-1980.

População	Taxas de Crescimento (% ao ano)		
	1950-1960	1960-1970	1970-1980
Total	2,99	2,89	2,48
Urbana	5,15	5,22	4,44

FONTE: IBGE, 1988, p.94.

A consequência imediata das elevadas taxas de crescimento nas zonas urbanas foi uma redução na população rural, com um consequente aumento da população urbana, como se pode verificar no Quadro 5.

QUADRO 5 - Participação da população urbana no total da população de cada região nos anos de 1950 e 1980.

REGIÃO	Porcentagem de População Urbana	
	1950	1980
Norte	31,5	51,5
Nordeste	26,4	50,7
Sudeste	47,5	82,8
Sul	29,5	62,7
Centro-Oeste	24,4	67,8
BRASIL	36,2	67,7

FONTE: BREMAEKER, 1983, p.68.

Mais uma vez a região Sudeste se destaca das demais regiões, ao apresentar uma população urbana tão elevada, uma vez que seu contingente populacional também se classifica como o maior do país. Todos estes valores tendem a se refletir, de forma problemática, nas cidades da região.

A projeção do IBGE (1988, p.55) para a população urbana aponta para um total de 143,1 milhões de habitantes no ano 2000.

Todavia, assim como na população total, existe uma tendência de redução nas taxas de crescimento da população urbana, que aponta para um equilíbrio em torno de 75% da população vivendo nas cidades. De acordo com NOVAK (1988,

p.7), isto significará um total de 133,9 milhões de urbanitas, no Brasil, no ano 2000.

2.4 A URBANIZAÇÃO NO BRASIL

A urbanização no Brasil é um fato inevitável e, de certa forma, foi um dos elementos do progresso experimentado pelo país em um passado recente. A intensidade com que este processo vem aqui ocorrendo nos últimos 40 anos, no entanto, tem gerado uma preocupação crescente com o futuro das cidades brasileiras.

É possível até, como muitos afirmam, que o modelo econômico estabelecido seja um dos responsáveis por uma série de deformações nas cidades, a começar pelo seu crescimento exagerado, mas a crítica pura e simples não leva a nenhuma solução. É preciso conhecer o processo de urbanização e os problemas que pode originar, para tornar possível a resolução dos mesmos. Nesse sentido, um resumo das principais questões até aqui abordadas pode ser uma ferramenta valiosa. O Quadro 6 dá uma visão geral da evolução populacional no Brasil.

2.4.1 Os Limites Urbanos

Todas estas considerações feitas aqui sobre a elevada taxa de urbanização no Brasil exigem, no entanto, uma análise um pouco mais cuidadosa dos limites urbanos.

QUADRO 6 - População total, urbana e taxa de urbanização no Brasil, de 1940 a 2000.

ANO	Pop. Total (10^6 hab.)	Pop. Urbana (10^6 hab.)	Taxa de Urbanização (%)
1940	41,2	12,9	31,3
1950	51,9	18,8	36,2
1960	70,1	31,3	44,7
1970	93,1	52,1	56,0
1980	121,1	82,0	67,6
1990	150,4	112,2	74,6
2000	179,5	133,9	74,6

FONTE: IBGE, 1988, p.55 e NOVAK, 1988, p.8 (projeções).

Não se pode deixar de mencionar aqui a constante crítica que é dirigida ao IBGE, por adotar um critério que não parece ser o mais correto para diferenciar os meios urbano e rural.

O IBGE faz esta classificação com base em um critério meramente administrativo, sem considerar a população, características sócio-econômicas, densidade populacional ou qualquer outro fator. Para a ONU, por exemplo, só são consideradas cidades, aquelas que possuem mais de 20.000 habitantes. Assim, segundo a ONU, o Brasil teria, em 1980, uma população urbana de 62,5 milhões de pessoas, contra os 82 milhões apresentados pelo IBGE.

Algumas outras formas de classificação foram propostas, como a de TOURINHO (1989, p.114), que reconhece uma aglomeração como urbana com base nos seguintes aspectos: o tamanho da população (acima de 50.000 habitantes); a taxa

de urbanização (acima de 80% ao ano) e a porcentagem de população economicamente ativa empregada na agricultura (abaixo de 35%).

BREMAEKER (1983, p.63) considera centro urbano a cidade (sede municipal) com 20.000 habitantes ou mais, incluindo nessa população a das vilas (sedes de distrito) que também possuam 20.000 habitantes ou mais, ou que tenham 90% da população distrital. Pode ser incluída ainda a cidade que, embora não possua 20.000 habitantes, tenha ao menos uma vila com este mínimo.

Na Figura 1 é apresentada a curva de crescimento da população total, urbana (conceito do IBGE) e dos centros urbanos (conceito de BREMAEKER), onde é possível verificar a participação das duas últimas na população total.

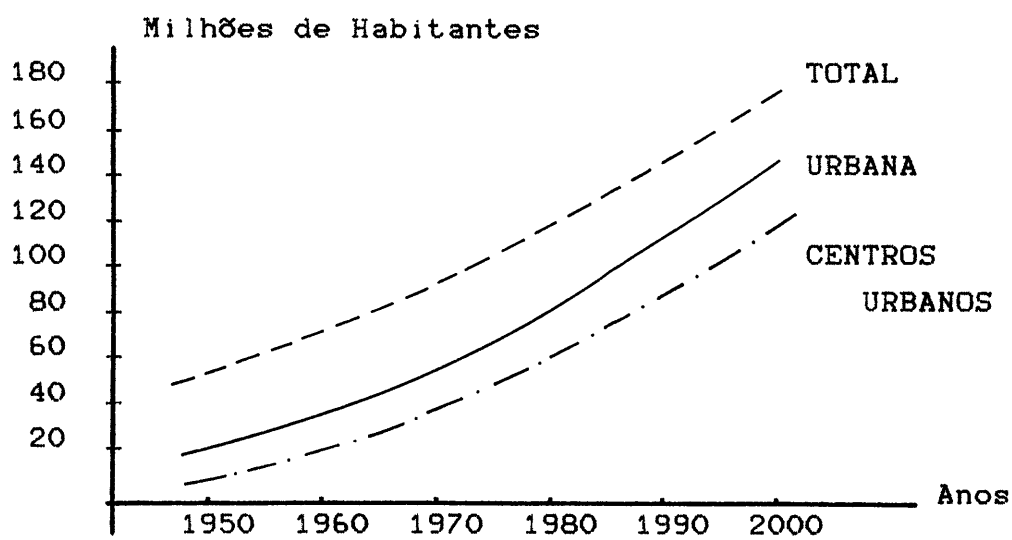


FIGURA 1 - População total, urbana e dos centros urbanos nos anos de recenseamento (FONTE: BREMAEKER, 1983, p.67; NOVAK, 1988, p.10 e IBGE, 1988, p.55).

Toda esta discussão sobre a conceituação de urbano parece inútil, mas não é difícil desfazer esta impressão. Se for utilizado o conceito de centro urbano, a população

urbana do ano 2000 pode ser projetada, segundo NOVAK (1988, p.10), em 121,5 milhões, e não mais em 133,9 milhões de habitantes. Esta diferença poderá ser encontrada em cidades com população inferior a 20.000 habitantes, que não são as que apresentam os maiores problemas urbanos. Seus problemas são, de certa maneira, fáceis de solucionar (em relação aos das cidades maiores).

2.4.2 As Cidades Médias

Considerando-se que as cidades pequenas não seriam as mais problemáticas, é então necessário saber qual a importância dos centros acima de 20.000 habitantes no contexto do país. O Quadro 7 apresenta a participação das cidades, classificadas em faixas, em relação à população total.

QUADRO 7 - Participação da população dos centros urbanos com 20.000 habitantes ou mais, nos anos de 1950, 1980 2000.

População (1.000 hab.)	Porcentagem da população total dos centros urbanos		
	1950	1980	2000
de 20 a 99	31,66	26,47	24,42
de 100 a 499	23,15	28,05	31,56
acima de 500	4,82	23,72	29,84
Metrópoles nacionais	40,37	21,76	14,68

FONTE: NOVAK, 1988, p.11.

É possível verificar um crescimento na participação relativa de duas faixas, que compreendem as cidades acima de 100 mil habitantes, e uma redução para a faixa das cidades abaixo de 100 mil habitantes e para as duas metrópoles nacionais (Rio de Janeiro e São Paulo). A faixa entre 100 e 500 mil habitantes deverá ter a maior participação relativa no ano 2000, evidenciando a importância das cidades médias no Brasil.

De certa forma, estes dados reforçam a afirmação de RODWIN (1967, p.82), de que o crescimento em centros urbanos acima de 100 mil habitantes tem maiores chances de se tornar auto-propulsor. Pode-se esperar um aumento de cerca de 20 milhões de pessoas nas cidades médias brasileiras até o ano 2000, segundo NOVAK (1988, p.15).

2.4.3 A Busca de Soluções

Enquanto no quadro mundial o crescimento populacional apresenta perspectivas não muito otimistas, no Brasil, a situação parece ser bem mais favorável.

Dos dois componentes da dinâmica demográfica, a saber, o crescimento populacional e a distribuição espacial da população, o primeiro deles parece não representar um problema para o Brasil, uma vez que as taxas de crescimento populacional estão diminuindo, e existe uma perspectiva de estabilização da população total.

A distribuição espacial parece ser então o ponto crítico da questão demográfica brasileira, estando o índice de população urbana hoje acima dos 70%.

A vida urbana apresenta vantagens e desvantagens, mas parece ser inevitável e essencial para a modernização, segundo BEYER (1969, p.104). O problema crítico reside na indagação de como utilizar a urbanização para obter o maior desenvolvimento econômico e social possível.

As projeções anteriores indicam um caminho bastante complexo para ser seguido no trato diário dos problemas das cidades brasileiras. É preciso um tratamento específico para cada caso. Não se pode generalizar as soluções. Nesse sentido, duas questões se destacam como muito importantes.

Primeiramente, a constatação de uma concentração cada vez maior de pessoas em uma região específica do Brasil, que, segundo MARTINE (1989, p.35) ocorre no quadrilátero compreendido entre as cidades de São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Ribeirão Preto, e que desde já exige um tratamento cuidadoso.

Em segundo lugar, a necessidade de criar-se uma consciência de que é preciso resolver os problemas das cidades médias enquanto ainda apresentam soluções viáveis, sem grandes custos.

Isto se justifica plenamente, considerando-se que as cidades médias apresentam uma importância cada vez maior no contexto nacional (ver Quadro 7), além de representarem uma alternativa para as populações migrantes, em lugar dos grandes centros.

O crescimento das cidades médias vem ocorrendo, entretanto, sem um controle ordenado e sem uma preocupação de utilizar as infra-estruturas existentes de forma racional, adequando-as aos novos contingentes populacionais. A existência de inúmeros vazios urbanos gera densidades

populacionais médias muito baixas, provocando uma subutilização de todos os recursos instalados.

Para reverter este quadro negativo, devem ser propostas alterações internas às cidades, fazendo com que as mesmas utilizem todo o potencial de recursos existentes, antes de partir para novos investimentos. Se as cidades continuarem se expandindo e a população urbana realmente se estabilizar como previsto, os terrenos, hoje desocupados, dentro da mancha urbana, não terão quem os ocupe.

Qualquer que seja a proposição a ser feita no sentido de melhor utilizar os recursos existentes, no entanto, deverá necessariamente estar fundamentada em um conhecimento da estrutura urbana a que se propõe modificar ou intervir, para não gerar distorções irremediáveis nas cidades. Este conhecimento deve originar-se em um estudo prévio das formas e densidades populacionais urbanas, dentro de uma visão abrangente, que enfoque todos os aspectos econômicos, financeiros e sociais pertinentes.

3 AS CIDADES

As cidades surgiram como uma forma de atender a alguns critérios funcionais ligados a idéia de abrigo, seja para proteger o homem dos animais e dos inimigos, seja para protegê-lo do clima. Essa função básica foi se transformando com o passar do tempo, e hoje, as cidades são sistemas bastante complexos, que envolvem um imenso aglomerado humano com múltiplas atividades, em espaços distintos.

A cidade moderna é palco das atividades de habitação, trabalho e lazer dos mais variados tipos, envolvendo uma atividade comum a todas as outras, que é a circulação. Toda esta complexidade originou a teoria de que as cidades poderiam ser comparadas a organismos animais. Nesta teoria, mencionada por FERRARI (1979, p.299), as cidades são formadas a partir de pequenas células que compõem unidades urbanas, que agrupadas com outras unidades urbanas formam unidades maiores, até atingir o porte de uma cidade.

Assim, uma série de unidades residenciais compõem bairros, que com outros bairros formam setores, que agrupados constituem as cidades.

O espaço urbano não possui, no entanto, apenas atividades residenciais, o que talvez imponha algumas alterações na descrição bastante simples feita aqui dessa

teoria. O solo urbano apresenta uma multiplicidade de usos com um caráter bastante dinâmico, sofrendo alterações constantes no tempo e em função das características de cada cidade.

Para se ter uma idéia da proporção dos espaços exigidos por cada atividade urbana, RIGOTTI (1952, p.270) dividiu os usos do solo urbano para cidades industriais e residenciais (Quadro 8), baseado nas cidades médias italianas. É interessante observar que, em ambos os casos, as atividades residenciais são predominantes.

QUADRO 8 - Percentual do solo ocupado pelas diversas atividades urbanas.

USOS DO SOLO	Cidades	
	Industriais	Residenciais
Fins residenciais	40,5%	47,0%
Fins coletivos	10,0	11,5
Fins comerciais	3,0	3,5
Fins industriais	14,5	1,0
Comunicações *	16,5	19,0
Verde público	15,5	18,0

FONTE: RIGOTTI, 1952, p.270.

* Vias urbanas: passeio público e leito carroçável (observação do autor).

3.1 MODELOS DE CRESCIMENTO

O crescimento das cidades apresenta algumas características gerais comuns, que permitem a tentativa de utilização de modelos para descrever o fenômeno. De acordo com CALVETE (1970, p.36), dentre os modelos propostos, é possível destacar: a teoria da expansão concêntrica (desenvolvida por Ernest Burgess em 1923), a teoria dos setores (desenvolvida por Homer Hoyt em 1939), e a teoria dos núcleos múltiplos (desenvolvida por Chauncy Harris e Edward Ullman em 1945).

Na primeira delas, a cidade possui um núcleo central e inúmeros círculos concêntricos, nos quais se encontram as diversas zonas de atividades (comercial, industrial, etc.).

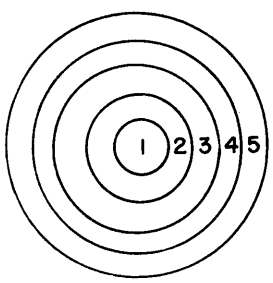
A teoria de Hoyt é uma evolução da anterior, onde as zonas de atividades não se distribuem apenas em círculos, mas em forma de setor circular, acompanhando vias de transporte, vales, rios, etc.

A última teoria mencionada, a dos núcleos múltiplos, estabelece que as cidades possuem centros específicos para diferentes atividades, o que dá às mesmas o aspecto de mosaicos, formados pelas diferentes zonas de atividades.

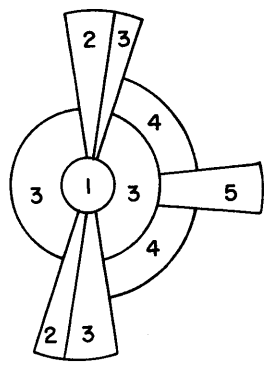
A Figura 2 mostra os esquemas dos três modelos descritos, que são, na realidade, complementares. Em conjunto, conseguem caracterizar uma forma genérica de localização das zonas urbanas bastante próxima da realidade.

A existência de modelos adequados sobre o processo de crescimento das cidades é um importante instrumento para que os planejadores possam direcionar este crescimento, uma

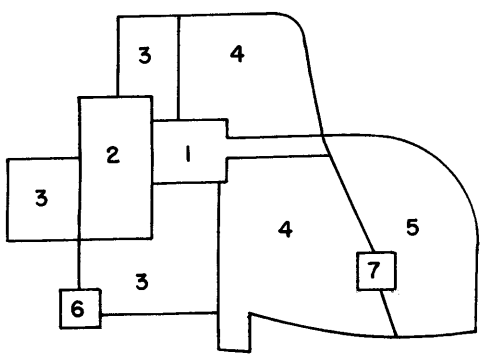
vez que uma intervenção adequada pode alterar significativamente a forma dos espaços urbanos, influenciando a circulação, os custos de urbanização, e mesmo a vida diária dos citadinos, além da própria evolução das áreas urbanizadas.



a) Teoria da expansão concêntrica



b) Teoria dos setores



1 - zona comercial central
2 - indústrias leves
3 - zona residencial operária
4 - zona res. da classe média
5 - zona res. da classe alta
6 - indústrias pesadas
7 - novo centro comercial

c) Teoria dos núcleos múltiplos

FIGURA 2 - Modelos de crescimento urbano (FONTE: CALVETE, 1970, p.36).

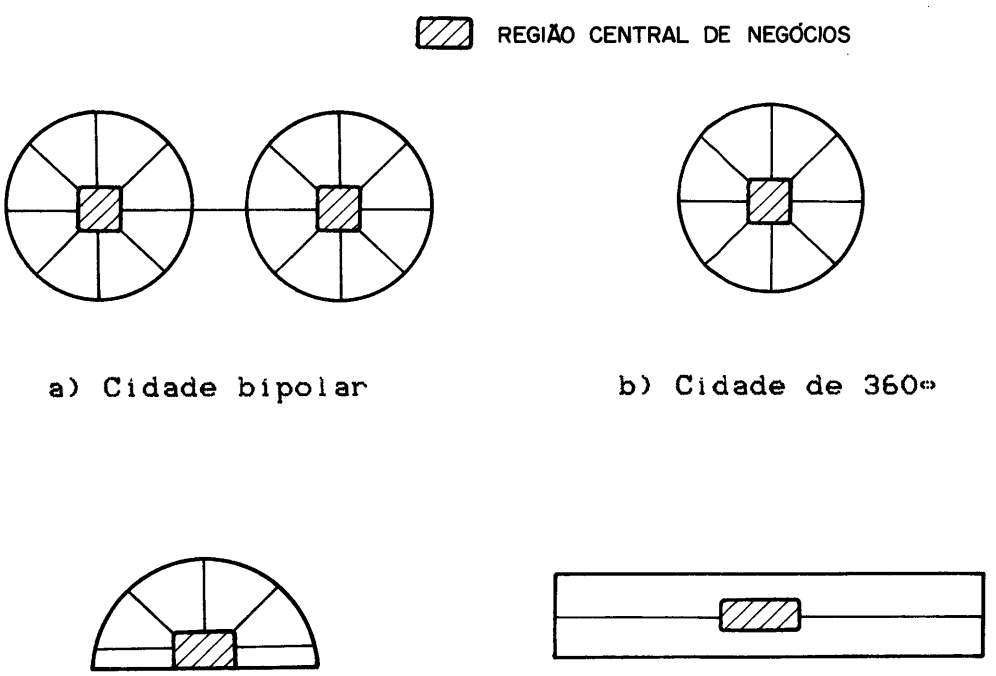
3.2 MORFOLOGIA URBANA

De maneira geral, as cidades se expandem de duas formas distintas: difusa e controlada (FERRARI, 1979,

p.327). A expansão difusa se origina de um núcleo qualquer, com um crescimento para a periferia, de forma desordenada. A expansão controlada pode ocorrer a partir de uma estrutura planejada, ou controlada simplesmente pelos traçados urbanos (ruas ortogonais, por exemplo).

Em ambos os casos, o crescimento das cidades é limitado por barreiras, sejam elas naturais (relevo e hidrografia) ou construídas (ferrovias, aeroportos, etc.), que originam diferentes formas urbanas.

DEEN, KULASH & BAKER (apud ASSIS Jr., 1987, p.62) identificaram quatro configurações típicas de cidade, como se pode ver na Figura 3.



a) Cidade bipolar

b) Cidade de 360º

c) Cidade de 180º

d) Cidade linear

FIGURA 3 - Configurações típicas de cidade (FONTE: DEEN, KULASH & BAKER, apud ASSIS Jr, 1987, p.62).

Pode ser citada ainda uma quinta configuração (da qual a cidade de 180º seria um caso particular), que é a

cidade com formato de setor circular (ângulo central entre 0 e 360º), geralmente limitada por alguma das barreiras anteriormente citadas.

3.3 O SISTEMA VIÁRIO

Todas as configurações mencionadas são, evidentemente, cortadas por inúmeras vias, que possibilitam a integração das diferentes atividades urbanas, permitindo a circulação de pedestres e veículos, delimitando espaços públicos e privados, garantindo condições adequadas de ventilação e iluminação natural para os lotes, além de receber as principais redes de serviço público.

Os traçados destas vias podem ser divididos em dois tipos básicos: geométricos e não-geométricos. Os não-geométricos não permitem classificação. Os geométricos podem ser sub-divididos, de acordo com GADRET (1969, p.51), em:

a) Ortogonal - as vias se cruzam perpendicularmente, formando retângulos (grelha ou grade) ou quadrados (tabuleiro de xadrez);
b) Radial-circular - as vias formam círculos concêntricos (vias perimetrais) e inúmeros raios (vias radiais);
c) Radial-irregular - idêntico ao anterior, porém as perimetrais são descontínuas;
d) Irregulares e mistos - combinação de dois ou mais dos traçados anteriores.

Ainda dentro dos traçados geométricos, é possível mencionar algumas derivações, como por exemplo, o traçado

hexagonal (que é uma variação do traçado ortogonal), ou o traçado linear, que se trata de um traçado ortogonal limitado por vales ou outros obstáculos paralelos, dentre outros.

Todos os traçados apresentados possuem vantagens e desvantagens, e também sofrem algumas limitações impostas por barreiras naturais ou artificiais. A medida que as cidades crescem, torna-se cada vez mais difícil encontrar um único padrão de traçado viário, seja por imposições físicas, ou simplesmente por não haver uma rigidez legal que imponha uma regularidade absoluta.

Independentemente das inúmeras possibilidades de traçado, as vias apresentam uma classificação hierárquica, em função das condições de deslocamento que permitem aos veículos, ou, ainda, do seu porte e localização no espaço urbano.

Segundo HUTCHINSON (1979, p.219), esta classificação abrange quatro classes:

a) Vias expressas - permitem a circulação de grande volume de veículos com alta velocidade; os acessos são controlados;

b) Vias arteriais - ligam as vias expressas às vias coletoras; menor volume e velocidade do que as vias expressas; cruzamento em nível (sinalizado) com as vias coletoras; algum acesso aos lotes urbanos;

c) Vias coletoras - ligam as vias arteriais e locais; baixas velocidades; acesso aos lotes urbanos;

d) Vias locais - acesso total aos lotes urbanos; velocidades muito baixas.

Embora a classificação anterior tenha sido concebida para os padrões urbanos de outro país, pode perfeitamente ser adotada para as cidades brasileiras, desde que seja observada a quase inexistência de vias expressas (freeways), principalmente nas cidades médias do Brasil.

3.4 O TRANSPORTE E AS CIDADES

A história do desenvolvimento urbano está diretamente relacionada com a evolução dos meios de transporte, seja no que diz respeito a localização da cidade, seja quanto aos seus aspectos internos.

A localização das cidades sempre esteve ligada à proximidade das rotas de transporte (rios, estradas, etc.), embora outros aspectos também exerçam um papel significativo, tais como considerações estratégicas e a existência de riquezas naturais.

O crescimento das cidades esteve restrito durante muito tempo a dois fatores: o fornecimento de alimentos e combustíveis (suprimentos, de um modo geral) e a distância máxima que podia ser vencida, a pé, pelo homem para chegar ao local de trabalho. O transporte interno deficiente limitou o tamanho das cidades anteriores ao século XIX, a um raio de cerca de 5 quilômetros (DAVIS, 1972, p. 55).

O desenvolvimento dos meios de transporte mecanizados permitiu o aumento gradativo do tamanho das cidades, acompanhando a evolução destes meios. Segundo MORLOK (1978, p.47), hoje, certas cidades (metrópoles) obrigam alguns trabalhadores a se deslocarem até 65 quilômetros para vencerem a distância casa-trabalho.

Os diferentes meios de transporte intra-urbano não são responsáveis apenas pelo tamanho das cidades, mas ainda pelas formas e pelas atividades que nelas se desenvolvem. Os trens suburbanos, por exemplo, geraram formas urbanas, que acompanhavam as ferrovias, desenhando "estrelas" nos mapas, com zonas de maior concentração populacional junto às estações (algo parecido pode ser observado também com relação aos sistemas metroviários).

O advento do automóvel permitiu uma ocupação dos vazios urbanos deixados pelas ferrovias, mas trouxe com ele uma série de problemas. A quantidade de automóveis cresceu tanto, que surgiram problemas de estacionamento, congestionamentos e uma consequente redução da velocidade nos deslocamentos dentro das cidades.

A situação dos congestionamentos chegou a níveis tão alarmantes que, segundo MUMFORD (1982, p.593), enquanto a velocidade dos veículos a cavalo era de 18,5 km/h, em 1907, a velocidade média dos automóveis era de 9,5 km/h, em 1961, na cidade de Nova Iorque.

O estacionamento, por sua vez, adquiriu uma importância tão grande, que chegaram a surgir, diversas propostas de construção de cidades, a partir de grandes garagens (RAGON, 1963, p.145).

Todos estes fatos afetam bastante os transportes públicos, que além de sofrerem uma redução no número de passageiros (com reflexos nos custos - economias de escala), ainda têm de conviver com todos os problemas provocados pelos automóveis.

3.4.1 Uso e Ocupação do Solo

As diferentes atividades que se desenvolvem nas cidades, sofrem, para sua localização, uma influência decisiva dos meios de transporte, da mesma forma que influenciam na implantação destes meios.

A localização residencial, por exemplo, além da escolha da casa e do entorno, leva em consideração, de acordo com alguns modelos, a busca de um equilíbrio entre custo do transporte e da habitação. RICHARDSON (1978, p.8) menciona ainda a existência de outros modelos, que focalizam este problema de localização da habitação do ponto de vista de estrutura macroespacial, como o modelo de Lowry, de 1964, bastante conhecido.

De uma maneira geral, todas as atividades localizadas na zona urbana valorizam a acessibilidade, o que faz com que o transporte tenha um impacto muito forte no valor dos terrenos urbanos. De certa forma, isto pode ser confirmado pelo crescente adensamento populacional verificado nas cidades, no sentido periferia-centro.

O transporte, incluindo o sistema viário e todas as redes de infra-estrutura (além da localização de pólos de atividade econômica, do nível de renda da população, das características geo-morfológicas, e de ações do poder público), influencia, segundo ASSIS Jr.(1987, p.49), a localização das diversas zonas de uso das cidades.

Por outro lado, a ocupação do solo (densidades, dimensão das zonas, etc.), o uso do solo (tipos de uso, localização das zonas , vazios urbanos, etc.), o próprio sistema viário e aspectos sócio-econômicos são

características da estrutura urbana, que influenciam o transporte.

Os planejamentos de transportes e de usos do solo urbano devem, portanto, ser simultâneos, com uma política consciente de implantação de gabaritos e orientação da ocupação do solo, capaz de influenciar a demanda de transportes de forma adequada. DUNIN (1980, p.27) ratifica esta idéia, quando afirma que:

> " Um princípio importante dentro do processo de planejamento é o da indução de tendências alternativas quando a tendência natural não convém. E, nesse caso, uma definição de uso do solo aliada ao planejamento e à operação dos transportes ainda são os melhores instrumentos para induzirem essas novas tendências, na busca de uma cidade mais acessível e um meio urbano mais saudável."

3.5 AS CIDADES MÉDIAS BRASILEIRAS

Como uma comprovação da importância dos transportes na localização espacial, o mapa do Brasil apresenta um desequilíbrio muito grande, no que diz respeito a distribuição espacial das cidades. A implantação dos principais centros urbanos acompanhou o litoral, em consequência da necessidade do transporte marítimo nos primeiros tempos de colonização do país.

As primeiras cidades tinham como objetivo a ocupação de aldeias indígenas, funções de defesa ou exploração de regiões de mineração.

No século XIX, passaram a ser cidades, muitos locais de pousada, inúmeros pontos de interseção de vias de

transporte e algumas terras doadas por latifundiários. São desta época, as características que hoje se mostram muito frequentes nas cidades pequenas e médias do interior do país: o traçado retilíneo ortogonal (tabuleiro de xadrez) com uma rua principal partindo da estação ferroviária, e uma praça com a igreja matriz.

O traçado ortogonal é tão amplamente utilizado que, segundo MARX (1980, p.46), "as vezes o tabuleiro de xadrez universal, antigo e racionalizante, impropriamente se acomoda à paisagem, não conseguindo evitar as interrupções de ruas, os barrancos, os fundos de vale não tratados".

MARX (1980, p.36) observa ainda quanto às cidades do interior paulista: "regularidade, conformação arredondada, núcleo central e contornos mais nítidos são traços evidentes e exaustivamente repetidos".

De uma maneira geral, pode-se dizer que, as cidades brasileiras cresceram ao redor de um núcleo central, acompanhando as vias de penetração, que se abriram em "leque" para formar círculos concêntricos.

Algumas configurações espaciais de cidades médias brasileiras são mostradas na Figura 4 e, embora não formem círculos perfeitos, podem, para fins de construção de modelos simplificados, ser assim consideradas. As pontas que se destacam nos contornos são justamente vias de penetração ou, em alguns casos, obstáculos físicos.

Segundo SANCHEZ (1988, p.12), não são comuns, no Brasil, as cidades médias multi-nucleadas. O que predomina é um único núcleo central, que concentra a maior parte das atividades financeiras, comerciais e de administração pública, ocupando cerca de 5% da área total da cidade e onde se localizam 50% dos empregos urbanos.

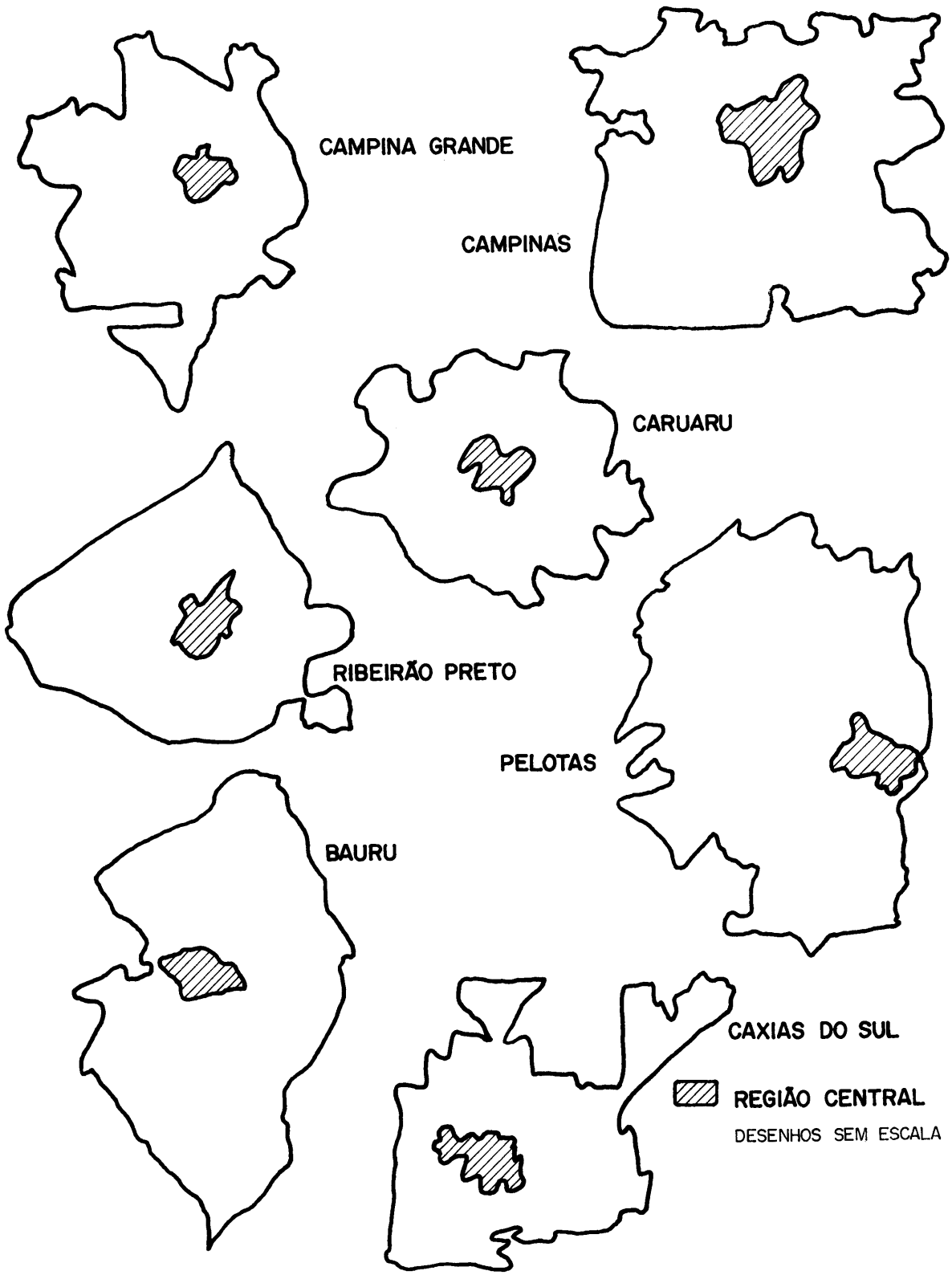


FIGURA 4 - Configuração espacial de algumas cidades médias brasileiras (FONTE: SANCHEZ, 1988, p.14).

Esse núcleo central, denominado CBD (Central Business District) pelos norte-americanos, e que, segundo FERRAZ (1989a) pode ser traduzido por ZCN (Zona Central de Negócios), é, de forma díspar em relação às demais zonas urbanas, o maior pólo de atração de demanda por transporte das cidades.

4 PLANEJAMENTO URBANO

Por ser a cidade uma criação artificial, acarreta profundas alterações nas relações do homem com o meio-ambiente. Nesse aspecto, a urbanização, quando ocorre como efeito de forças não controladas, pode ser desastrosa. É fundamental o conhecimento das restrições que o crescimento urbano pode sofrer. Restrições de espaço, de construções, de mercado de trabalho, todas direcionadas por um mecanismo denominado planejamento, que por sua vez, também tem restrições.

Um dos problemas básicos, que aflige aos planejadores, é a dúvida de qual seria o tamanho ideal de uma cidade. Deve ser suficientemente grande para dispor de um número razoável de atividades urbanas, mas pequena o bastante para garantir o acesso a essas atividades. Será mais vantajoso um grande número de pessoas em poucas cidades grandes ou em muitas cidades pequenas (ou médias)?

Uma política equilibrada de estímulo às cidades grandes e médias parece ser a melhor solução, uma vez que, a atração magnética das cidades grandes não pode ser detida, mas o magnetismo de outras áreas pode ser estimulado (BEYER, 1969, p.261). Qualquer que seja a opção, no entanto, é fundamental que o crescimento seja previsto, e, principalmente, planejado, para evitar um desenvolvimento

desordenado. É imprescindível extrair do processo de urbanização o maior desenvolvimento econômico-social possível.

4.1 OS CUSTOS DA URBANIZAÇÃO

Os custos da urbanização extrapolam os limites da cidade e podem representar impactos econômicos consideráveis para regiões inteiras, e mesmo para a nação. O investimento na ampliação de infra-estruturas pode significar uma redução no nível de investimento em outras áreas vitais para o desenvolvimento do país.

O crescimento das cidades exige a ampliação de uma série de serviços urbanos, tais como: redes de captação de esgoto e águas pluviais, vias, redes de distribuição de água potável e energia elétrica (e de gás, quando canalizado); além de escolas, hospitais, etc. Estes serviços podem ser classificados em: obras pontuais (escolas, etc.) e obras de rede (água, luz, etc.).

As obras pontuais não precisam, necessariamente, ser construídas nas cidades que irão utilizá-las. É comum, a existência de diversos órgãos públicos de caráter regional, que situados em uma cidade, servem à várias outras (grandes hospitais, por exemplo).

As obras de rede, ao contrário, precisam estar situadas em cada cidade, uma vez que estão ligadas diretamente aos espaços urbanos a que atendem.

Segundo URDANETA (1974, p.304), os custos destas redes variam em função de quatro aspectos: o tamanho da

cidade, a estrutura sócio-econômica da população, a morfologia urbana e a densidade da população.

Os dois primeiros aspectos são difíceis de alterar somente no âmbito do município. A morfologia urbana, embora já sofra diversas restrições (mencionadas no ítem 3.2). pode, de certa maneira, ser direcionada pelo poder público, principalmente em novos loteamentos. A importância deste aspecto ficou evidenciada no estudo realizado por MASCARÓ (1979, p.257), onde ele conclui que, com um disciplinamento urbano, os investimentos em redes de infra-estrutura poderiam ser reduzidos em cerca de 50%.

Outra conclusão importante de MASCARÓ (1979, p.220), é que o custo das redes varia pouco com o aumento da densidade populacional, afirmando que:

> "Urbanizar um hectare para 500 habitantes custará somente um pouco mais que urbanizá-lo para 50 habitantes repartidos na mesma área. A maioria das redes, por razões técnicas, têm diâmetros mínimos que não podemos diminuir, tendo a capacidade para absorver as necessidades de densidades médias elevadas. Por esse motivo, diminuições destas densidades não reportam nenhuma diminuição no custo por hectare."

Como o custo das redes não aumenta muito ao adensar-se uma determinada área, quanto maior a densidade populacional desta área, menor será o custo da rede por habitante. Assim, a densidade populacional urbana deve ser um ponto de profundo interesse no processo de planejamento, uma vez que pode representar uma economia substancial para as cidades.

4.2 DENSIDADES POPULACIONAIS URBANAS

4.2.1 Conceituação

Segundo FERREIRA (1986, p.535), a palavra densidade pode ter cinco significados. Na sua quarta definição, que trata da densidade demográfica, ele a define como concentração de população. Ainda com relação a palavra densidade, descreve, mais adiante, os conceitos da Sociologia, de densidade dinâmica e densidade estática. A primeira é definida como o grau de concentração da vida coletiva, medido pela intensidade das trocas econômicas e culturais. A segunda é definida como o número de habitantes em uma determinada área, que é o conceito que será aqui adotado.

FERRARI (1979, p.351) sub-divide as densidades demográficas nos seguintes tipos:

- Densidade média urbana (ou Densidade bruta urbana) - é a relação entre a população urbana total e a área limitada pelo perímetro urbano (pode-se utilizar somente a área urbanizada, pois permite uma visão mais precisa da ocupação do solo na cidade).

- Densidade residencial ou habitacional. Pode ser:

  a) Bruta - relação entre a população residente e a área bruta na qual ela reside (excluem-se áreas industriais e áreas como bosques, jardins zoológicos, etc).

  b) Líquida - relação entre a população residente e a área líquida, ou seja, aquela ocupada pelos

lotes residenciais (podem-se ou não incluir as vias de acesso).

A área, que será considerada, deve ser sempre explicitada, para que seja possível uma perfeita compreensão da relação apresentada.

4.2.2 A Densidade Ideal

A idéia de se identificar uma densidade ideal para as concentrações urbanas, praticamente, acompanhou o surgimento da cidade do século XIX, com a Revolução Industrial. Por questões sanitárias, alguns dos chamados pré-urbanistas já limitavam as densidades urbanas a valores bem baixos, como Richardson, cuja cidade utópica (Hygeia) deveria apresentar uma densidade média de 62 habitantes por hectare (CHOAY, 1979, p.100).

Inúmeros planejadores contemporâneos concordam com a necessidade de se definir uma densidade demográfica ótima, embora haja uma grande divergência quanto ao valor desta densidade. A variação é tão grande que, enquanto Frank Lloyd Wright defendia aproximadamente 10 hab/ha, Le Corbusier chegou a propor 3.000 hab/ha (FERRARI, 1979, p.349). O próprio FERRARI (1979, p.350) afirma que esta densidade deve estar entre 250 e 450 hab/ha para o Brasil (densidade residencial bruta média), uma vez que ocorre uma variação em cada país analisado, e até mesmo em regiões específicas de cada país.

A influência dos padrões culturais pode fazer com que as densidades-limite variem bastante no tempo e no espaço. Na Inglaterra eram permitidas densidades de 136

hab/acre (340 hab/ha) em média, com algumas densidades de até 200 hab/acre (500 hab/ha) para as áreas centrais de Londres, nos anos de 1944 e 1945 (WHITTICK, 1975, p.409). O "Housing Manual", de 1949, já estabelecia uma densidade bruta média de 35 hab/acre (90 hab/ha) (LEE, 1968, p.264). Segundo FERRARI (1979, p.301), a densidade líquida empregada na Inglaterra apresenta atualmente faixas diferenciadas: de 75 a 100 hab/ha para casas unifamiliares, de 125 a 150 hab/ha para 80% de casas unifamiliares e 20% de apartamentos, de 380 a 420 hab/ha para prédios residenciais de até 9 andares, e 500 hab/ha para o anel central do Plano do Condado de Londres (incluindo as vias de acesso).

MUMFORD (apud CHOAY, 1979, p.290) defendeu densidades de 100 hab/acre (250 hab/ha) ou, no máximo, em zonas com grande proporção de pessoas sem filhos, 125 a 150 hab/acre (310 a 370 hab/ha).

A questão, que agora surge, é saber se as áreas urbanas estão sendo ocupadas de forma a produzir de fato a melhor utilização dos recursos econômicos aplicados. Grande parte das metrópoles poderia ter algumas de suas áreas com menores densidades populacionais, evitando sobrecarregar a infra-estrutura existente; e cidades de menor porte, além das próprias metrópoles, poderiam ter determinadas áreas mais adensadas, aproveitando melhor os serviços urbanos já disponíveis.

4.2.3 A Densidade Econômica

Alguns trabalhos foram elaborados com o objetivo de determinar esta densidade econômica de forma mais

precisa. URDANETA (1974, p. 303) desenvolveu uma curva de comportamento dos custos das redes de infra-estrutura em função da densidade, e verificou que a densidade que permitiria o menor custo por habitante estaria em torno de 1000 hab/ha, para a Venezuela (ver Figura 5).

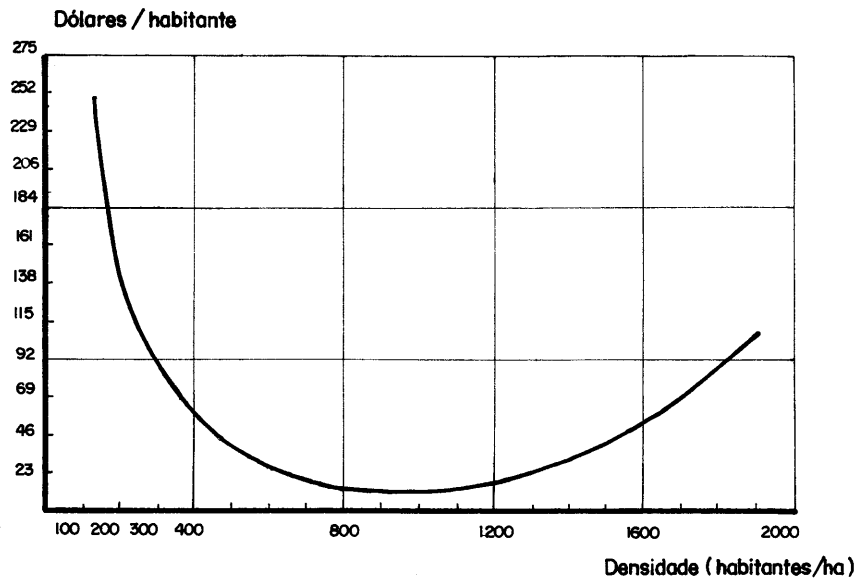


FIGURA 5 - Curva de custos por habitante, em função da densidade populacional (FONTE: URDANETA, 1974, p.301).

MASCARÓ (1979, p.222) realizou estudos semelhantes para o Brasil e chegou a um valor para a densidade mais econômica, em torno de 600 hab/ha (Figura 6).

É interessante observar que as análises apresentadas não mostram valores muito próximos. Se for considerado, para a análise de Mascaró, que cada habitação abriga 5 pessoas, os custos por habitante ainda seriam 2 ou 3 vezes maiores que os valores de Urdaneta. Este fato pode ter várias explicações. Embora ambos tenham analisado as redes de infra-estrutura, os métodos para esta avaliação

podem diferir, além do fato de se tratarem de dois países distintos.

O que se pode extrair de mais importante destas análises, no entanto, é que os custos diminuem sensivelmente com um aumento nas densidades.

A influência do custo dos transportes, na avaliação de uma densidade econômica, no entanto, não foi considerada nesses estudos e parece ser capaz de influenciar bastante os resultados encontrados.

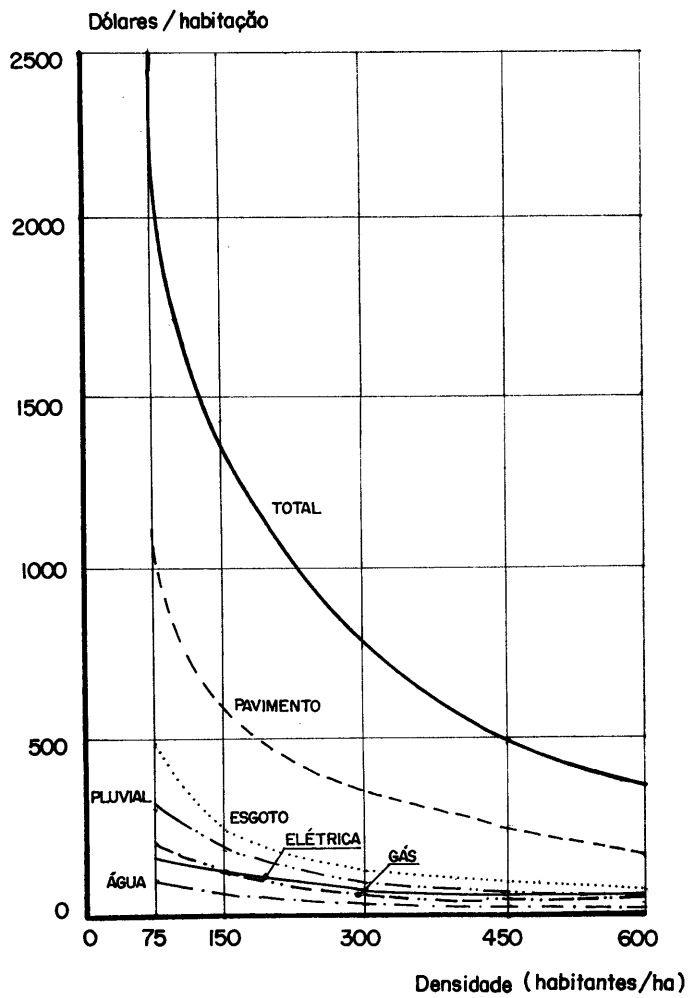


FIGURA 6 - Curva de custos por habitação, em função da densidade populacional (FONTE: MASCARÓ, 1979, p.222).

Embora certo nível de adensamento populacional seja vantajoso para o transporte público, uma densidade

muito elevada pode trazer problemas de congestionamento e/ou uma demanda muito difícil (ou cara) de ser atendida. É nesse aspecto, que se torna importante o perfeito entendimento da influência exercida pelo transporte, em diferentes condições de densidade populacional, para o conjunto da cidade, contribuindo para os estudos desenvolvidos com as redes de infra-estrutura.

4.3 A SITUAÇÃO BRASILEIRA

O crescimento das cidades brasileiras vem ocorrendo praticamente sem planejamento. Com algumas raras exceções, só se começa a pensar em planejamento, quando o porte da cidade já ultrapassou certo limite. Nesta ocasião, muitos problemas já estão de tal forma estabelecidos, que é praticamente impossível alterá-los.

Para agravar ainda mais esta situação, o próprio poder público promove algumas ações que, além de não terem sido planejadas, são flagrantemente prejudiciais à população e à cidade. ASSIS Jr. (1987, p.147) menciona o fato da COHAB insistir na construção de conjuntos habitacionais em regiões afastadas da cidade de Marília (SP), o que não permite um uso racional de toda a infra-estrutura urbana existente (inclusive do transporte).

Um exemplo claro do prejuízo causado pela implantação de conjuntos habitacionais em regiões afastadas da "mancha" urbana, é a cidade de Ribeirão Bonito, no interior do estado de São Paulo. Esta cidade, embora com cerca de dez mil habitantes, já possui linhas de ônibus urbanos, em virtude da construção de dois conjuntos

habitacionais distantes da cidade. Neste caso, é possível dizer que o prejuízo é, inclusive, da nação, pois os ônibus consomem energia não renovável.

Uma alternativa de planejamento, que poderia minimizar estes problemas, seria uma distribuição espacial urbana mais concentrada e homogênea. MARQUES (1986, p.124), ao realizar estudos para verificar a possibilidade de um maior adensamento populacional na cidade de São Carlos (SP), concluiu que as redes de infra-estrutura poderiam comportar densidades três vezes maiores que aquelas verificadas na ocasião, passando de 85 para até 300 hab/ha.

SANCHEZ (1988, p.12) afirma que a densidade típica das cidades médias brasileiras se encontra em torno de 40 hab/ha, o que evidencia a ociosidade da infra-estrutura instalada.

4.3.1 Vazios Urbanos

Um fator que contribui para reduzir os valores das densidades urbanas é a existência de áreas sem ocupação dentro das cidades. Normalmente esses vazios são provocados por especuladores, que impedem um crescimento natural da cidade, provocando uma expansão horizontal desnecessária da mesma e obrigando a construção de novas redes de infra-estrutura.

A cidade de São Paulo, por exemplo, chegou a apresentar cerca de 39% da área urbana desocupada, o que permitiria alojar até 4 milhões de pessoas, se esses vazios fossem ocupados com 200 hab/ha (SCHMIDT e FARRET, 1986, p.86).

No caso específico de redes de transporte, FERRAZ e KFOURI (1988, p.127) observaram que a cidade de Araraquara (SP), onde o transporte coletivo é feito por trolebus, poderia quase dobrar a sua população (150 mil habitantes) sem ampliação do sistema de transporte coletivo urbano, se o novo contingente populacional fosse distribuído nas áreas vagas ou pouco adensadas, já atendidas pelo sistema de transporte hoje existente (considerando-se uma ocupação com adensamento de apenas 70 hab/ha).

4.3.2 Instrumentos de Planejamento

O planejamento urbano tem, sem dúvida, importante papel no desenvolvimento das cidades, embora muitos questionem a pouca oportunidade de participação de setores da comunidade atingidos por muitas das alterações propostas. Uma análise mais detalhada dos setores envolvidos na transformação do solo urbano aponta quatro agentes principais (FORM apud FARRET, 1985, p.83):

a) A indústria imobiliária - que objetiva maximizar seus lucros;

b) As grandes empresas - com objetivos próximos aos do ítem anterior;

c) Os proprietários e inquilinos individuais - que procuram evitar mudanças nos padrões de uso do solo capazes de reduzir a qualidade ambiental ou o valor de seus imóveis;

d) O poder público - que dispõe de instrumentos legais capazes de controlar o uso e a ocupação

do solo, de forma a garantir o maior benefício para a coletividade.

É, então, o poder público o grande responsável pelo controle das atividades do solo urbano, através de uma série de dispositivos legais. Estes dispositivos devem, principalmente, orientar o uso do solo, de forma a atender o interesse geral, selecionando e protegendo a comunidade de atividades perigosas ou incômodas, além de garantir uma utilização adequada e racional dos equipamentos e infra-estruturas urbanas. Assim, deve controlar as densidades de população, a localização, a dimensão, o volume dos edifícios e seus fins específicos, para garantir a otimização da infra-estrutura urbana com o máximo de bem-estar social. Segundo MUMFORD (apud CHOAY, 1979, p.43), "as limitações de gabarito, densidade, e superfície são absolutamente necessárias para as relações sociais reais".

A identificação das densidades mais econômicas pode ser um poderoso auxiliar nas decisões de planejamento, podendo, até mesmo, vir a fazer parte de dispositivos legais, seja sob a forma de densidades-limite, seja através da limitação de gabaritos e taxas de ocupação dos lotes.

Para isto, é necessário um conhecimento aprofundado das transformações advindas de cada densidade, principalmente nos aspectos em que a mesma exerce forte influência, como é o caso dos transportes urbanos.

5 OS TRANSPORTES URBANOS

Os transportes urbanos são tão importantes quanto qualquer das redes de infra-estrutura (água, esgoto, etc.), evidenciando-se esta importância a medida que as cidades crescem. O seu planejamento adequado exige uma perfeita integração entre o planejamento urbano e as tecnologias de transportes disponíveis.

De uma forma geral, todos os segmentos da sociedade são beneficiados pela existência do transporte: os trabalhadores, porque podem atingir o local de trabalho, trabalho este que lhes garante a sobrevivência; os empresários, porque dispõem da mão-de-obra e do mercado consumidor com facilidade; e o conjunto da sociedade, porque pode usufruir (pelo menos teoricamente) de todos os bens e serviços que a vida urbana oferece.

Os transportes urbanos, no entanto, apesar de sua importância, apresentam hoje basicamente três problemas:

a) O problema da coleta - a primeira dificuldade enfrentada pelo transporte na cidade consiste em estar na hora certa e no lugar exato para apanhar o objeto a ser transportado. Esta dificuldade inclui, além dos passageiros, todo e qualquer transporte de carga (inclusive lixo);

b) O problema da distribuição - uma vez coletado, o objeto (ou passageiro) transportado deve chegar ao local de destino. Este objetivo, aparentemente simples, enfrenta hoje duas dificuldades: o crescimento das cidades, com uma grande dispersão de atividades, e o constante aumento de veículos nas vias;

c) O problema do pico - a concentração de atividades em determinados horários cria uma necessidade maior de transporte nesses períodos, o que dificulta tanto a coleta, quanto a distribuição.

Tudo isto poderia ser sintetizado em um único problema, que afeta todos os demais: cada vez mais tempo é perdido em deslocamentos urbanos. CALVETE (1970, p.11) aborda a questão com bastante clareza:

> "O que define uma cidade; aquilo que constitui uma verdadeira cidade; é a sua capacidade de articulação e de fluência. Sem dúvida, o homem se encontra um pouco aprisionado na metrópole, com seus movimentos entorpecidos pela microdistância. É o grande paradoxo do mundo moderno, dotado para vencer as enormes distâncias em pouco tempo e incapaz, frequentemente, de ligar a cidade a si mesma, de comunicá-la com rapidez."

Esta dificuldade de se deslocar com rapidez acaba estimulando, no caso do transporte de passageiros, o uso do automóvel. Este, por sua vez, é um dos maiores responsáveis (senão o maior) pelo aumento nos tempos de viagem, pois contribui, decisivamente, para os congestionamentos.

A concentração de atividades em áreas mais compactas pode, de certa forma, beneficiar a todos os

transportes urbanos (tanto de carga como de passageiros), uma vez que reduz as distâncias a serem percorridas. Esta concentração nada mais é do que um aumento na densidade média urbana. Para compreender como estas densidades podem influir nos transportes urbanos (e vice-versa) é preciso analisar, antes de mais nada, a situação destes transportes nas cidades brasileiras, particularmente nas cidades médias.

A variedade de transportes urbanos é, entretanto, considerável, o que obriga a seleção de uma parcela deste universo para a análise aqui desenvolvida. Neste caso, a parcela selecionada para estudo diz respeito ao transporte urbano de passageiros, o que não significa que o transporte de carga seja menos importante. Trata-se apenas de uma questão metodológica, uma vez que as áreas residenciais, que influem decisivamente nas densidades médias urbanas, estão fortemente associadas ao transporte de passageiros.

Ainda dentro do transporte de passageiros, a possibilidade de emprego de diferentes tecnologias é ampla, o que exige uma apresentação e caracterização destas opções, ainda que breve, com o propósito de situar claramente o quadro brasileiro.

5.1 O TRANSPORTE URBANO DE PASSAGEIROS

Em uma abordagem ampla dos modos de transporte urbano de passageiros, podem ser, estes, classificados de várias formas. Uma destas classificações, proposta por VUCHIC (1981, p.60), divide os modos em: privado, público e semi-público (de aluguel).

O modo privado pressupõe a propriedade do veículo pelo usuário. Assim, o modo privado mais simples é o modo "a pé", sendo o "veículo" o próprio corpo humano. Esse veículo pode se modificar, incluindo a bicicleta, a motocicleta e, finalmente, o automóvel. Neste caso, o usuário tem total possibilidade de escolha de rotas, horários, etc.

O modo público apresenta rotas e horários pré-estabelecidos e que não podem ser alterados pelo usuário. São veículos de maior capacidade e de utilização livre a qualquer cidadão, que pague a tarifa estabelecida pela empresa operadora e/ou pelo poder concedente. Neste modo podem ser citados: ônibus, trolebus, bonde, metrô, trem suburbano, etc.

O modo semi-público é aquele em que o indivíduo pode alugar o veículo para o seu uso, e que apresenta características de capacidade e de flexibilidade intermediárias entre os modos público e privado. Nesta categoria estão incluídos os táxis e os veículos fretados ou de aluguel.

Outras divisões são possíveis, mas não serão aqui abordadas, uma vez que o objetivo deste tópico é apenas direcionar o estudo para as características específicas de cada tecnologia, com suas respectivas áreas de aplicação.

5.1.1 Características Gerais dos Modos

Os modos de transporte urbano de passageiros empregam uma grande variedade de tecnologias, com características bastante diversificadas, que atendem com maior eficiência a faixas de demanda específicas. Os

principais modos de transporte público são: ônibus, trolebus, bonde, pré-metrô, metrô e trem suburbano. Os dois primeiros operam sobre rodas pneumáticas em vias comuns e os demais com rodas de aço sobre trilhos.

Na maioria das situações, os ônibus e trolebus operam nas mesmas vias em que circula o tráfego em geral. O bonde e o pré-metrô dispõem, em muitos casos, de vias parcial ou totalmente segregadas, enquanto que o metrô e os trens normalmente possuem vias totalmente segregadas. Esta característica garante maior velocidade e maior capacidade para os últimos. Em contrapartida, proporciona uma maior flexibilidade no atendimento da demanda para os ônibus e trolebus, especialmente para os ônibus, por não estarem presos à rede de energia elétrica.

Os modos sobre trilhos exigem ainda um investimento bastante elevado para sua implantação, em especial os que operam em vias exclusivas. Desta forma, a sua utilização só se justifica quando o volume de passageiros a ser transportado é muito grande.

A principal desvantagem do ônibus, a saber, sua baixa capacidade, quando comparado aos demais modos, pode no entanto ser minimizada. O emprego de ônibus PADRON e articulados já contribui para um aumento desta capacidade, auxiliado pelo emprego de estratégias operacionais adequadas, tais como: prioridades para o fluxo de ônibus, tanto em relação aos demais veículos (faixas, vias e zonas exclusivas), quanto no sistema de controle de tráfego (semáforos atuados pelos ônibus, onda verde, pré-sinal, etc.).

Segundo a MERCEDES BENZ DO BRASIL (1987, p.24), o ônibus modelo O371UP, de 2 portas, poderia aumentar a sua capacidade de transporte de 6.000 passageiros/hora, em uma

operação normal, para até 18.000 passageiros/hora, em uma operação aperfeiçoada (veículos em comboio, em faixas exclusivas, com paradas seletivas e intervalos de 20 segundos). Isto ainda é pouco, se comparado aos 50.000 passageiros/hora (ou mais) que o metrô pode transportar, de acordo com VUCHIC (1981, p.577), mas já é um acréscimo significativo para a capacidade do modo ônibus, principalmente, ao se considerar suas outras vantagens (flexibilidade, custo, etc.).

Tudo isto faz com que o ônibus seja, hoje, o principal modo de transporte público em cidades até um determinado porte, além de um importante complemento para os modos de alta capacidade de grandes cidades.

Quanto aos modos de transporte privado, vale a pena fazer uma referência ao automóvel pelo importante papel, que vem desempenhando na formação das cidades deste século.

O automóvel, segundo RICHARDSON (1978, p.96), é um meio de transporte barato, se considerado um trajeto porta a porta de até 15 milhas (cerca de 24 km). Além disto, é confortável e extremamente flexível, o que compensa eventuais diferenças de custo (o usuário do automóvel normalmente considera como custo da viagem apenas o combustível consumido no trajeto, desprezando os gastos relativos a manutenção, depreciação do veículo e outros).

Estas vantagens provocaram uma grande modificação no comportamento dos usuários de transporte público, que cada vez mais se vêem atraídos pelo automóvel. LESLEY (1988, p.122) observou que estas mudanças na demanda aumentam as tarifas do transporte público, pioram a qualidade do serviço e provocam congestionamentos, o que contribui para reduzir mais ainda a demanda dos modos de transporte público.

FERRAZ (1989a) apresenta uma interessante comparação entre o espaço de vias consumido pelo automóvel e pelo ônibus. Supondo que um automóvel transporte cerca de 1,5 passageiros ocupando 7 m² de via, isto significa cerca de 5 m²/passageiro. Um ônibus, que ocupa em torno de 30 m² e transporta em média 60 passageiros, resulta em uma área de 0,5 m²/passageiro, ou seja, o automóvel consome dez vezes mais espaço da via do que o ônibus. Além disto, necessita de estacionamento.

Em virtude destes fatos, a tendência mundial é a priorização do transporte coletivo. LESLEY (1988, p.129) afirma que, no futuro, mesmo o sistema de transporte público mais caro e sofisticado, será mais barato do que construir mais vias e estacionamentos para atender aos automóveis.

Os modos de transporte semi-público não serão aqui analisados, tendo em vista a pequena parcela de usuários que se utiliza atualmente dos mesmos no Brasil.

5.1.2 Características da Demanda

A dispersão de atividades tem aumentado constantemente nas cidades modernas. Em virtude disto, o urbanita se vê cada vez mais dependente do transporte (inclusive do modo a pé) para realizar as funções essenciais de que necessita: morar, trabalhar, divertir-se, cuidar da saúde, estudar, além de outros objetivos. O trabalho e o estudo são os principais motivos de deslocamento urbano.

Todos estes objetivos geram viagens intra-urbanas, com características específicas de horário, através de diferentes modos, e com diferentes itinerários.

A distribuição de viagens no tempo apresenta uma variação diária (geralmente com maiores concentrações de viagens no início da manhã e no fim da tarde), semanal (mais viagens nos dias úteis) e mensal ou periódica (que varia de acordo com as características de cada região).

A escolha do modo a ser utilizado é influenciada por inúmeros fatores, tais como: relação dos tempos de viagem, relação de custos, nível de serviço, nível econômico do passageiro, nível de motorização, e motivo, extensão e destino da viagem (CALVETE, 1970, p.175). Já MITCHELSON & GAUTHIER (apud KAWAMOTO, 1987, p.56) identificaram os seguintes fatores, como sendo os mais importantes na escolha do modo de viagem: esforço físico, gasto monetário, privacidade, segurança, flexibilidade, conveniência e tempo de viagem.

Alguns outros aspectos que podem influenciar na escolha do modo de transporte estão diretamente relacionados com problemas que o automóvel pode enfrentar, principalmente nos centros das cidades: os congestionamentos e a falta de estacionamento.

Diversos modelos foram desenvolvidos para tentar representar o fenômeno e prever o comportamento futuro dos usuários. O próprio KAWAMOTO (1987) apresentou um novo enfoque para o processo de escolha em transporte com base na psicofísica multidimensional.

A escolha de itinerários, por sua vez, encontra-se diretamente vinculada a escolha do modo.

Com a correta caracterização da demanda, é possível verificar a intensidade com que aparecem os principais problemas de transporte, já mencionados no ítem 5 (a coleta, a distribuição e o pico).

5.1.3 Características da Oferta

Uma das maiores dificuldades na implantação de um sistema de transporte público de passageiros, é o desenvolvimento de estratégias que tornem possível adaptar a oferta à demanda, com o máximo de desempenho. Este desempenho deve ser avaliado segundo dois critérios básicos: a eficiência, que é a capacidade do sistema de utilizar os recursos disponíveis para realizar os serviços; e a eficácia, que diz respeito ao nível de qualidade alcançado na realização destes serviços (TALLEY & ANDERSON apud CARVALHO, 1984, p.15).

Este objetivo não é simples de ser alcançado, uma vez que qualquer melhoria na eficiência, normalmente piora a eficácia, e vice-versa. Ainda assim, existem situações em que é possível melhorar bastante os dois aspectos.

Tanto a eficiência quanto a eficácia, no entanto, dependem de uma série de aspectos operacionais, que incluem, entre outros: a configuração, o número e a extensão das linhas de transporte público; a velocidade de operação; a frequência do serviço e as características dos veículos.

A definição das linhas é um dos aspectos principais para um razoável atendimento à demanda. O padrão inicial de uma rede de transporte público apresenta, praticamente, todas as linhas ligando algum ponto da cidade ao centro, por ser este o principal pólo de atração de viagens. Estas linhas assumem inicialmente a forma aproximada de raios de um círculo, razão pela qual são denominadas radiais.

À medida que as cidades crescem, outros pólos de atração de demanda surgem, e as linhas passam a assumir

padrões mais complexos. Surgem as linhas diametrais, que ligam bairros diametralmente opostos passando pelo centro; as linhas circulares, que operam continuamente, sem ponto inicial ou final (podem ou não passar pelo centro); e as linhas interbairros, que ligam sub-centros de bairros, sem passar pelo centro da cidade (Figura 7).

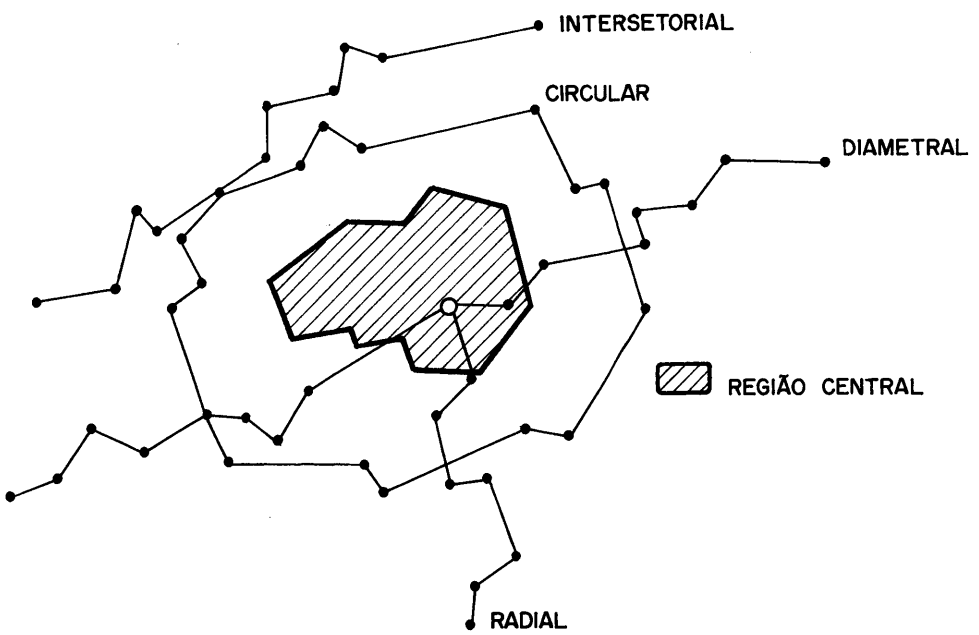


FIGURA 7 - Tipos comuns de linhas de transporte urbano por ônibus (FONTE: SANCHEZ, 1988, p.32)

Na elaboração da rede de transporte público em cidades médias, FERRAZ (1989a) recomenda a observação de quatro aspectos, para a obtenção de uma eficiência satisfatória do sistema:

a) Evitar a superposição das zonas de influência de duas ou mais linhas, exceto na região central, ou quando uma das linhas atravessar a

zona de influência de outra (portanto já atendida) para atingir regiões mais afastadas;

b) Definir adequadamente as zonas de influência de cada ligação, para evitar excessiva ociosidade na oferta nos períodos de menor movimento;

c) Estabelecer, para cada itinerário, o caminho mais direto possível e, de preferência, com as rotas de ida e volta na mesma via ou em vias próximas (se possível nas vias principais);

d) Utilizar linhas diametrais sempre que houver equilíbrio na demanda e significativo número de viagens.

Embora estas recomendações não sejam exclusivas para o modo ônibus, parecem ter sido elaboradas com este propósito. Além disto, ao se abordar as características das cidades médias, ficará visível a importância deste modo, o que, por si só, já justifica plenamente esta abordagem.

Os demais aspectos da operação anteriormente mencionados não serão aqui analisados individualmente.

5.2 TRANSPORTE DE PASSAGEIROS NAS CIDADES MÉDIAS

O transporte de passageiros sofre uma evolução que acompanha o crescimento das cidades. VUCHIC (1981, p.71) desenvolveu uma análise interessante a este respeito, considerando quatro tipos de assentamentos urbanos, de acordo com o porte dos mesmos: cidades, cidades médias, cidades grandes e metrópoles. Estes assentamentos apresentam características populacionais diferentes, se analisados segundo os padrões europeus ou norte-americanos.

Em uma primeira fase (nas cidades), o transporte é feito exclusivamente a pé, evoluindo em seguida para o uso de veículos particulares e táxis. A partir deste ponto o assentamento atinge o porte de cidade média e são construídas vias mais largas, com a posterior introdução do transporte coletivo. Para as cidades grandes (no caso consideradas acima de 300 e 500 mil habitantes, na Europa e nos Estados Unidos, respectivamente) são criadas faixas exclusivas para o transporte coletivo e implantado o pré-metrô. As etapas finais da evolução são características de metrópoles: a construção de vias expressas, metrô e a automação total dos sistemas de transporte coletivo.

Estas etapas nem sempre seguem a sequência acima de forma tão rígida, mas, de uma maneira geral, a ordem mencionada não é muito alterada, mesmo no caso brasileiro.

A faixa populacional destas cidades médias (de 100 a 500 mil habitantes nos Estados Unidos e de 50 a 300 mil habitantes na Europa) está relativamente próxima da faixa estabelecida pelo GEIPOT (1985, p.31) ao selecionar 52 cidades de porte médio no Brasil, cujas populações variavam, em 1978 (época da coleta de dados), de 80 a 460 mil habitantes (média de 156 mil).

O ponto principal a ser observado em toda esta análise, é que o estágio de desenvolvimento alcançado pelos transportes nas cidades médias pode ser caracterizado pelo uso de três modos principais: ônibus, veículo particular e a pé. O GEIPOT (1985, p.148) apresenta as características de divisão modal em 8 cidades que representam diferentes grupos componentes do total de 52 cidades médias anteriormente citadas (Quadro 9). Cada um destes grupos é composto por cidades, que possuem uma certa semelhança em alguns indicadores de desenvolvimento urbano, tais como: população

economicamente ativa, população urbana, ligações elétricas, ligações de água, frota de veículos e outros.

QUADRO 9 - Divisão modal nas cidades médias.

CIDADE	Divisão Modal (%)				
	Auto	ônibus	A pé	Táxi	Outros
Campina Grande	20,6	30,8	43,8	2,4	2,4
Caruaru	13,9	9,1	73,9	1,3	1,8
Juiz de Fora	32,0	64,0	-	2,0	2,0
Ribeirão Preto	27,3	28,0	34,6	0,2	9,8
Campinas	34,7	36,2	26,8	0,7	1,6
Bauru	31,5	22,7	42,6	0,5	2,6
Pelotas	21,2	35,7	33,9	1,2	8,0
Caxias do Sul	29,8	26,5	41,6	0,7	1,4
MÉDIA	25,6	27,0	42,5	1,0	3,9

FONTE: GEIPOT, 1985, p.148.

Obs: A cidade de Juiz de Fora não está incluída na média, por não conter a parcela relativa ao modo a pé.

O modo a pé ainda é o maior percentual na escolha modal, o que se justifica pelo fato de, nas cidades médias, muitas distâncias ainda serem suficientemente curtas, a ponto de dispensarem um modo motorizado. Este percentual aumenta ainda mais se a população possui renda muito baixa.

A população que se utiliza do ônibus é, na maioria das vezes, a que habita na periferia. O alto custo dos terrenos centrais e a existência de vazios urbanos, com fins especulativos, aumentam as distâncias a serem vencidas e não deixam muitas opções para esta faixa de população, cuja

renda média mensal familiar se situa entre 3 e 6 salários mínimos (GEIPOT, apud SANCHEZ, 1988, p.24).

O ônibus apresenta algumas características, que o fizeram assumir a posição de modo de transporte mais utilizado em quase todas as cidades médias. No Brasil, algumas raras cidades não utilizam exclusivamente o ônibus, mas, mesmo nestas, ele sempre aparece, ainda que com papel secundário.

Isto ocorre porque, além de não exigir um investimento muito elevado (quando comparado a outros modos), o ônibus aceita qualquer rota, mesmo que as condições da via não sejam muito boas. Estas características conferem ao mesmo uma enorme capacidade de adaptação a uma urbanização desordenada, como a que vem ocorrendo no Brasil. Além disto, o que poderia significar uma desvantagem, a saber, a sua limitada capacidade de transporte, não prejudica o seu uso nas cidades médias, uma vez que nestas a demanda não é muito elevada.

5.2.1 Aspectos Gerais

Tal como mencionado no ítem 5.1.2, também nas cidades médias os principais motivos de deslocamento são o trabalho e o estudo (Quadro 10).

A proximidade das residências confere às cidades médias uma característica particular: os picos não são apenas no início da manhã e no fim da tarde. No horário de almoço ocorre um pico bastante acentuado, além de um pico bem menor entre às 22 e 23 horas, devido a saída de estudantes dos colégios. Cada um dos três principais picos

representa, segundo dados do GEIPOT (1985, p.181), uma média de 12 % do volume total diário de viagens.

QUADRO 10 - Porcentagens de viagens segundo o motivo.

CIDADE	% de Viagens por Motivo		
	Trabalho	Estudo	Outros Motivos
Campina Grande	44,4	32,4	23,2
Caruaru	42,6	41,5	15,9
Juiz de Fora	44,8	28,1	27,1
Ribeirão Preto	58,1	25,9	16,0
Campinas	52,7	25,2	22,1
Bauru	49,7	27,2	23,1
Pelotas	49,7	30,3	20,0
Caxias do Sul	64,1	23,4	12,5
MÉDIA	50,8	29,2	20,0

FONTE: GEIPOT, 1985, p.212.

Nas cidades médias o local que mais atrai viagens é o centro das mesmas. Outra característica importante diz respeito à mobilidade, que é o número de viagens realizadas por dia por habitante. No Quadro 11 é possível observar estas duas características nas oito cidades selecionadas pelo GEIPOT.

Os elementos até aqui descritos permitem a elaboração de modelos simplificados, que representem o comportamento dos usuários, no que diz respeito a utilização de transporte, em cidades de porte médio.

QUADRO 11 - Viagens com destino ao centro e mobilidade diária em viagens por dia por habitante.

CIDADE	% do Total de Viagens Diárias Atraídas para o Centro	Mobilidade Diária
Campina Grande	45	1,34
Caruaru	37	1,29
Juiz de Fora	-	1,96
Ribeirão Preto	56	1,89
Campinas	40	1,66
Bauru	47	2,04
Pelotas	46	1,71
Caxias do Sul	34	2,03
MÉDIA	44	1,74

FONTES: SANCHEZ, 1988, p.19 e GEIPOT, 1985, p.211.

O capítulo seguinte busca reunir os pontos principais, tanto no que se refere às características específicas das cidades, quanto aos aspectos de transportes urbanos, para, com um modelo simplificado, verificar quais as relações existentes entre os transportes e as densidades populacionais urbanas.

6 TRANSPORTE E DENSIDADES POPULACIONAIS

Apesar de todos os elementos apresentados no capítulo anterior, com o objetivo de caracterizar o transporte de passageiros nas cidades médias brasileiras, alguns pontos ainda necessitam de esclarecimento, para permitir uma melhor compreensão da relação entre transporte e densidade populacional.

Embora já tenha sido mencionado no ítem 5, convém relembrar que uma variação nas densidades não influi apenas no transporte de passageiros. Mais do que isto, pode influir em todos os serviços de infra-estrutura urbana (ver capítulo 4) e em qualquer tipo de transporte que ocorra nas cidades.

A importância das densidades populacionais no planejamento de transportes é, sem dúvida, muito grande. Isto pode ser confirmado ao se verificar quais as informações consideradas básicas para o planejamento de transportes coletivos (de passageiros), segundo a MERCEDES BENZ DO BRASIL (1987, p.16):

a) População (habitantes por área);

b) Uso do solo (indústria, comércio, escolas);

c) índice de mobilidade (viagens/habitante/dia);

d) índice de motorização (habitantes/automóvel);

e) Origem, destino e motivo dos deslocamentos dos habitantes por zona;

f) Demanda de passageiros existente por zonas e por faixas horárias (fator hora-pico);

g) Repartição modal;

h) Malha viária urbana possível de ser utilizada;

i) Tempos para os deslocamentos.

O primeiro ítem, mencionado como população, nada mais é do que a densidade, como se pode verificar na unidade indicada ao lado (habitantes/área).

Todos os demais ítens foram, de certa forma, abordados nos capítulos anteriores, que objetivavam justamente formar um quadro teórico de referência, capaz de fornecer subsídios para a identificação de uma densidade mais econômica, considerando-se a influência do transporte.

A análise até aqui desenvolvida torna possível estabelecer alguns padrões urbanos típicos das cidades médias brasileiras, além de características comuns do transporte urbano de passageiros.

6.1 PADRÕES URBANOS TÍPICOS DAS CIDADES MÉDIAS

A tentativa de estabelecer alguns padrões urbanos típicos das cidades médias brasileiras poderia, a partir da análise do capítulo 3, ser assim resumida:

a) Cidade circular (360°);

b) Crescimento urbano concêntrico, embora siga inicialmente as vias de penetração (ver ítem 3.5);

c) Predominância de usos residenciais;

d) Traçados ortogonais (embora nem sempre tenham a mesma orientação em toda cidade);

e) Núcleo único e central;

f) Grande número de vias locais e coletoras, algumas vias arteriais e raríssimas vias expressas;

g) Maior concentração de empregos no centro;

h) Existência de vazios urbanos;

i) Densidade média em torno de 40 hab/hectare;

j) População urbana entre 80 e 460 mil habitantes.

6.2 O TRANSPORTE DE PASSAGEIROS NAS CIDADES MÉDIAS

O transporte urbano de passageiros nas cidades médias, no Brasil, apresenta algumas características uniformes, que podem ser assim sintetizadas, com base no capítulo 5:

a) Grande utilização dos modos: a pé (42%), ônibus (27% - maior percentual dos modos motorizados) e automóvel (26%) (valores médios);

b) Quase totalidade do transporte público urbano operado com ônibus;

c) Maior uso do modo ônibus pela população da periferia urbana;

d) Três principais picos de demanda ao longo do dia: no início da manhã, no horário de almoço e no fim da tarde (cada um com cerca de 12% da demanda diária total);

e) Cerca de 80% das viagens são motivadas por trabalho ou estudo;

f) Cerca de 45% das viagens diárias tem o centro da cidade como destino;

g) A mobilidade diária média é de 1,74 viagens por habitante;

h) Predominância de linhas de transporte público com rotas radiais e diametrais.

6.3 A INFLUÊNCIA DAS DENSIDADES NO CUSTO DO TRANSPORTE

Uma vez identificadas as principais características das cidades médias e de seus transportes internos, foi possível desenvolver uma metodologia, capaz de avaliar a influência das densidades populacionais no custo dos transportes. Embora a metodologia aqui apresentada tenha sido desenvolvida para o transporte de passageiros, não é difícil adaptá-la a outras situações, como a coleta de lixo, por exemplo.

6.3.1 Desenvolvimento da Metodologia

Algumas condições foram previamente estabelecidas, de forma a assegurar um bom nível de serviço para os usuários do transporte público urbano. Estas condições constam do estudo desenvolvido, para cidades médias, por FERRAZ (1989b, p.109) e são as seguintes: nenhum usuário do transporte público deverá caminhar acima de 400 metros para chegar, nas cidades consideradas, da origem ao ponto de embarque, ou do ponto de desembarque ao destino final, e o intervalo entre dois ônibus consecutivos ("headway") será de, no máximo, 30 minutos.

As cidades aqui consideradas serão circulares e a sua ocupação residencial será imaginada como totalmente homogênea (sempre com a mesma densidade). Estas características estão bastante próximas daquelas adotadas por FERRAZ & FELEX (1989, p.231), no modelo para avaliação da influência do porte da cidade no custo do transporte coletivo; o que é perfeitamente compreensível, uma vez que a metodologia agora desenvolvida originou-se desta outra.

As viagens são todas supostas com destino ao centro da cidade, operando o transporte coletivo com rotas radiais. Cada uma das linhas atenderá a uma área específica e o sistema irá operar com ônibus padronizados. As frequências de atendimento poderão variar, desde que não sejam inferiores a 2 veículos/hora, como já fora mencionado anteriormente ("headway" máximo de 30 minutos).

Esta metodologia deverá ser aplicada somente para cidades de porte médio, ou seja, com população inferior a 500 mil habitantes, uma vez que, em cidades maiores, as simplificações adotadas ficariam muito distantes da realidade.

Como o usuário não deverá caminhar mais de 400 metros, a pé, para alcançar um ônibus, e como a cidade terá um centro circular, supõe-se que, ao descer no ponto central, o mesmo terá um círculo de 400 metros a sua volta, círculo este que corresponde à área central da cidade. Somente quando a cidade ultrapassar este raio é que deverá ser atendida por algumas linhas de transporte coletivo, cada uma servindo a um setor, com distância máxima de caminhada, para o usuário, também limitada a 400 metros (Figura 8).

Cada setor de atendimento terá, então, sempre a largura máxima (junto à circunferência que delimita a zona urbana) inferior a 800 metros. A distância entre a

circunferência externa e a circunferência que delimita o centro da cidade será variável, uma vez que, a zona central terá um raio constante de 400 metros, mas a cidade poderá ter raios diversos.

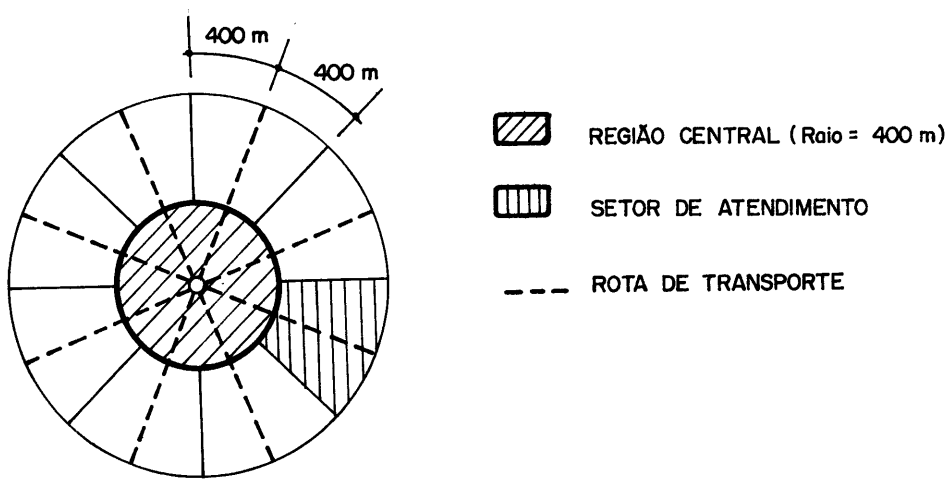


FIGURA 8 - Setores de atendimento e rotas de transporte público urbano.

Se for considerada uma população urbana total constante, o raio da cidade irá variar de acordo com a densidade de ocupação. Para o caso de uma cidade com ocupação homogênea, como a que aqui está sendo considerada, o raio desta pode ser assim calculado:

$$R = \sqrt{\frac{P}{\pi \times d}} \qquad (1)$$

Onde:

R: raio do círculo que limita a cidade, em km.

P: população total da cidade de raio R, em hab.

d: densidade de ocupação do solo, em hab/km².

É possível observar em (1) que, quanto maior for o adensamento (d), menor será o raio (R) do círculo que limita a cidade.

Uma vez definido o raio da cidade, é possível determinar o comprimento de sua circunferência externa. Sabendo-se, ainda, que cada setor de atendimento do transporte coletivo tem largura de 800 metros, junto a esta circunferência, é possível determinar o número de setores de atendimento:

$$N = \frac{2 \times \pi \times R}{0,80} \qquad (2)$$

Sendo:

N: número de setores de atendimento de transporte público urbano.

R: com o mesmo significado já mencionado.

O valor de N deverá ser sempre um número inteiro. Caso isto não aconteça, o resultado da expressão (2) deverá ser arredondado para o valor inteiro imediatamente superior, para evitar que a distância máxima de caminhada possa vir a ser maior do que 400 metros.

Com o número de setores de atendimento (N) calculado, é importante definir qual é a área de cada um deles:

$$A = \frac{\pi \cdot (R^2 - 0,16)}{N} \qquad (3)$$

Com:

A: área de cada um dos setores de atendimento do transporte público urbano, em km².

R, N: com os mesmos significados já mencionados.

Definidos os valores das áreas dos setores, é possível calcular a frequência do atendimento por transporte coletivo em cada rota. Para este cálculo devem ser considerados ainda, a capacidade dos ônibus, a densidade populacional e o fator de geração de viagens.

$$f = \frac{A \times d \times u}{v} \qquad (4)$$

Sendo:

f: frequência de atendimento, em viagens/hora.

u: fator de geração de viagens, por transporte público urbano, em pass/hora/sentido/habitante.

v: capacidade do ônibus, em pass/viagem/sentido.

A, d: com os mesmos significados já mencionados.

A frequência obtida deverá ser, no mínimo, de 2 viagens por hora. Caso isto não ocorra, essa será a frequência adotada. Na aplicação desta metodologia, os valores da capacidade dos ônibus e do fator de geração de viagens serão supostos constantes, justamente para permitir a avaliação da influência das densidades no dimensionamento da oferta, e, por consequência, no custo dos transportes.

A frequência, o raio da cidade e o número de setores de atendimento permitem determinar a quilometragem total percorrida em uma hora:

$$Qt = 2 \times f \times R \times N \qquad (5)$$

Onde:

Qt: quilometragem horária total percorrida, em km.

f, R, N: com os mesmos significados já mencionados.

Com o valor da quilometragem horária, não seria difícil calcular o valor das quilometragens diária, mensal e anual. No entanto, como o que se busca aqui é avaliar a variação do custo em função de uma alteração nas densidades, é indiferente a unidade de tempo que se vai escolher para esta análise, desde que todos os valores de tempo estejam em uma mesma unidade. A opção adotada será pelo valor, em dólares, por hora e por habitante:

$$C = \frac{CQ \times Qt}{P} \qquad (6)$$

Com:

C: custo médio do serviço de transporte público urbano, em dólares/hora/habitante.

CQ: custo do transporte público urbano, por quilômetro rodado, em dólares/km.

Qt, P: com os mesmos significados já mencionados.

A idéia básica de toda esta metodologia é, em resumo, trabalhar com cidades de população pré-determinada e variar as densidades das mesmas, alterando seus tamanhos, os setores de atendimento do transporte coletivo e, consequentemente, os custos deste transporte. Assim, é possível verificar se é mais barato, em uma cidade de 500

mil habitantes, por exemplo, ter um raio de 6,3 km com uma densidade média de 40 hab/ha, ou um raio de 2,3 km, com 300 hab/ha.

6.3.2 Aplicação da Metodologia

Para exemplificar o que foi desenvolvido no ítem anterior e, desta forma, verificar o impacto de diferentes densidades no custo dos transportes, serão estudadas três cidades com populações diferentes. A primeira delas, com 156 mil habitantes, que é a média das cidades analisadas pelo GEIPOT (ver ítem 5.2); uma outra com 500 mil habitantes, escolhida por ser o limite máximo das cidades médias aqui consideradas; e uma terceira, com 250 mil habitantes, selecionada por estar mais próxima do valor médio atual.

Em todos os casos, as densidades irão variar de 40 a 1000 hab/ha, embora não sejam comuns valores tão elevados como os últimos.

Uma vez pré-estabelecida a população da cidade em estudo, a análise começa, então, a partir de 40 hab/ha. Como exemplo, para a cidade com 156 mil habitantes, assim seria o cálculo do raio:

$$R = \sqrt{\frac{156.000}{\pi \times 4.000}}$$

$$R = 3,50 \text{ km}$$

O número de setores de atendimento fica:

$$N = \frac{2 \times \pi \times 3,50}{0,80}$$

N = 27,48 (toma-se o número inteiro imediatamente superior, ou seja, N = 28 setores)

A área de cada setor é:

$$A = \frac{\pi \cdot (3,50^2 - 0,16)}{28}$$

$A = 1,36\ km^2$

A frequência de atendimento fica então:

$$f = \frac{1,36 \times 4.000 \times 0,02}{80}$$

f = 1,36 viagens/hora

Para o cálculo da frequência de atendimento, serão aqui considerados, sempre, os valores de u = 0,02 pass/hora/sentido/habitante e de v = 80 pass/viagem/sentido. Como a frequência calculada foi de 1,36 viagens/hora (intervalo entre ônibus de 44 minutos), é adotado o valor de f = 2 viagens/hora, como já explicado no ítem 6.3.1. A quilometragem total, por hora, fica então:

Qt = 2 x 2 x 3,50 x 28

Qt = 392 km

Para o cálculo do custo médio para cada 1.000 habitantes, vem:

$$C = \frac{0,90 \times 392}{156}$$

C = 2,26 dólares/hora/1.000 habitantes

O custo do quilômetro rodado (CQ) foi calculado com valores de agosto de 1989, seguindo a metodologia utilizada por FERRAZ (1985, p.9), que considera os custos variáveis (combustível, lubrificantes, rodagem, peças e acessórios) e os custos fixos (administração, operação, depreciação e remuneração), de forma bastante simplificada e objetiva.

Os resultados dos cálculos para a cidade de 156 mil habitantes encontram-se resumidos no Quadro 12.

A mesma metodologia foi aplicada em cidades com 250 e 500 mil habitantes, como mostram os Quadros 13 e 14, respectivamente.

QUADRO 12 - Resumo da análise dos custos do transporte público urbano, para cidades de 156 mil habitantes, com diferentes densidades.

Densidade (hab/ha)	Raio da cidade (km)	Número de setores	Intervalo entre ônibus(min)	Quilometragem horária total	Custo (US$/ hora/ 10^3hab)
40	3,50	28	30	392	2,26
80	2,50	20	30	200	1,15
120	2,00	16	26	148	0,85
160	1,80	14	21	144	0,83
200	1,60	13	20	125	0,72
250	1,40	11	18	103	0,59
300	1,30	11	18	95	0,55
400	1,10	9	16	74	0,43
500	1,00	8	14	69	0,40
600	0,90	7	13	58	0,33
700	0,85	7	13	55	0,32
800	0,80	7	13	52	0,30
900	0,75	6	12	45	0,26
1.000	0,70	6	14	36	0,21

QUADRO 13 - Resumo da análise dos custos do transporte público urbano, para cidades de 250 mil habitantes, com diferentes densidades.

Densidade (hab/ha)	Raio da cidade (km)	Número de setores	Intervalo entre ônibus(min)	Quilometragem horária total	Custo (US$/ hora/ 10^3hab)
40	4,45	35	30	623	2,24
80	3,15	25	24	394	1,42
120	2,60	21	20	328	1,18
160	2,25	18	17	286	1,03
200	2,00	16	16	240	0,86
250	1,80	14	14	216	0,78
300	1,65	13	12	214	0,77
400	1,40	11	11	168	0,60
500	1,25	10	10	150	0,54
600	1,15	9	9	138	0,50
700	1,05	9	10	113	0,41
800	1,00	8	9	107	0,39
900	0,95	8	9	101	0,36
1.000	0,90	7	8	95	0,34

QUADRO 14 - Resumo da análise dos custos do transporte público urbano, para cidades de 500 mil habitantes, com diferentes densidades.

Densidade (hab/ha)	Raio da cidade (km)	Número de setores	Intervalo entre ônibus(min)	Quilometragem horária total	Custo (US$/ hora/ 10^3hab)
40	6,30	50	24	1.575	2,84
80	4,45	35	17	1.099	1,98
120	3,65	29	14	907	1,63
160	3,15	25	12	788	1,42
200	2,80	22	10	739	1,33
250	2,50	20	10	600	1,08
300	2,30	18	8	621	1,12
400	2,00	16	8	480	0,86
500	1,80	14	7	432	0,78
600	1,65	13	6	429	0,77
700	1,50	12	6	360	0,65
800	1,40	11	5	370	0,67
900	1,35	11	5	356	0,64
1.000	1,25	10	5	300	0,54

6.3.3 Análise dos Resultados

Os dados relativos à variação dos custos de transporte, em função das densidades, constantes dos Quadros 12, 13 e 14 estão representados no gráfico da Figura 9, de forma a permitir uma comparação imediata dos resultados obtidos.

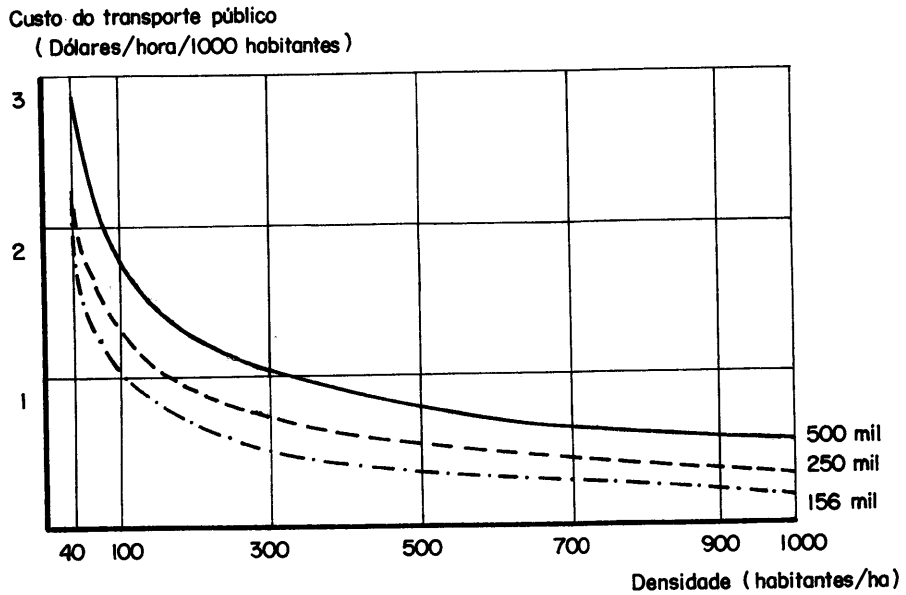


FIGURA 9 - Curvas dos custos de transporte público urbano, em função da densidade populacional.

Embora haja uma variação nos custos de transporte público para as três cidades analisadas, o comportamento destes, em relação às densidades, é sempre semelhante, o que permite algumas generalizações.

Para densidades muito baixas, o custo do transporte é extremamente elevado, em parte, porque as frequências estão limitadas a 2 veículos/hora. Nestas circunstâncias, o custo poderia cair, se as frequências fossem mais baixas, mas o usuário seria penalizado no nível de serviço, uma vez que os intervalos entre veículos teriam que ser superiores a 30 minutos.

A elevação das densidades até valores próximos de 300 hab/ha traria uma redução significativa no custo dos transportes públicos. No intervalo entre 300 e 500 hab/ha, ainda continua a haver uma redução razoável, mas já não tão intensa. Acima de 500 hab/ha, a redução dos custos é muito

pequena, se comparada com os intervalos anteriormente mencionados.

Outra observação interessante, diz respeito à variação dos custos, em relação ao tamanho das cidades. Quanto mais populosa uma cidade, maiores os custos para mesmas densidades. Ou seja, para que os custos sejam mantidos constantes, deve-se adensar cada vez mais as cidades, à medida que elas crescem.

Se as densidades aumentam e diminuem os raios das cidades, diminuem também, o número e a área dos setores de atendimento por transporte público. Isto significa que, além da redução nos custos de operação do transporte, os usuários terão dois benefícios adicionais: a redução do número de setores de atendimento, que significa menor número de linhas operando na cidade, facilitando portanto, a compreensão de todo o sistema; e menores intervalos entre ônibus, uma vez que a demanda se encontra mais concentrada.

Outra vantagem que pode ser mencionada refere-se aos tempos de viagem. Considera-se aqui que um indivíduo, a pé, percorra 4,5 km/hora, e o transporte público, por ônibus, 18 km/hora. Em uma cidade de 500 mil habitantes, com uma densidade de 300 hab/ha (2,30 km de raio), o tempo de viagem do usuário mais distante do centro seria de 19 minutos. Se, no entanto, a densidade fôsse de 40 hab/ha (6,30 km de raio), o tempo de viagem seria de 32 minutos (68 % de acréscimo).

Convém observar que, mesmo na situação extrema considerada, na cidade de 500 mil habitantes, com 1.000 hab/ha, a demanda encontrada, por setor, foi de 880 pass/hora/sentido, o que ainda se encontra dentro da faixa de utilização do modo ônibus, e sem a necessidade de introdução de estratégias operacionais aperfeiçoadas.

A análise desenvolvida permite avaliar ainda a importância dos custos de transporte público para as cidades. Para se ter uma idéia destes custos, basta fazer algumas considerações relativamente simples. Tomando-se o valor máximo encontrado (que diz respeito a densidade de 40 hab/ha, atual das cidades médias brasileiras), de 2,8 dólares/hora/1.000 habitantes, e considerando-se um intervalo de tempo de 30 anos, com 18 horas de operação diária do transporte público, chega-se a um valor total de cerca de 560 dólares por habitante.

A comparação dos custos de transporte com os custos de infra-estrutura mostrados no capítulo 4 (nas mesmas condições talvez chegassem a 500 dólares/habitante), evidenciam a importância do primeiro para as cidades, apesar de não estarem incluídos os custos de manutenção da infra-estrutura e do tamanho da cidade não permanecer constante ao longo dos 30 anos (no caso da análise do transporte).

6.3.4 Análise Global das Densidades

Uma vez obtidos os resultados, que apontam quais as densidades mais econômicas para a operação dos transportes públicos urbanos, convém compará-los com outras análises já realizadas (ítem 4.2.3), para observar se é possível extrair alguma conclusão mais abrangente.

O que pode ser verificado, tanto da análise de Urdaneta, quanto da de Mascaró (cujos resultados se encontram resumidos nas Figuras 5 e 6, no capítulo 4), é uma grande semelhança entre todas as curvas. Novamente verifica-se uma grande economia ao se elevar as densidades

até 300 hab/ha, além de uma redução ainda significativa, nos custos de infra-estrutura, para densidades até 500 hab/ha.

Embora os valores adotados para as diversas análises não sejam os mesmos (URDANETA em dólares/habitante, MASCARó em dólares/habitação e o modelo aqui desenvolvido, em dólares/hora/1.000 hab), a concordância nas faixas de economia parece ser clara, o que pode ser uma indicação razoável das densidades mais econômicas.

Outro estudo realizado por MASCARó (1986, p.67) considerou os custos totais dos edifícios, incluindo o solo, a construção e o capital imobilizado; os custos de energia elétrica; além dos custos das redes de infra-estrutura. Neste trabalho é ainda possível verificar que existem custos elevados associados a densidades muito altas. A conclusão final desta pesquisa aponta uma faixa para as densidades econômicas, compreendida entre 100 e 120 famílias/ha.

Como não é explicitado quantos habitantes possui cada família, pode-se supor que estas densidades oscilam entre 200 e 500 hab/ha, mas, mesmo na situação extrema (cada família com apenas duas pessoas), não seria inferior a 200 hab/ha.

6.3.5 Outros Custos

A avaliação da influência dos transportes urbanos na identificação de uma densidade mais econômica não pode, de forma alguma, ficar restrita ao transporte de passageiros. Mesmo neste caso, devem ser consideradas todas as formas de transportes, sejam públicos, semi-públicos ou privados.

O transporte de carga, sem dúvida, exerce também um papel importante nesta questão, e cada vez mais exige novos estudos para o seu perfeito entendimento.

Embora estes temas sejam fundamentais para a complementação da pesquisa proposta, é preciso avançar gradativamente, com cuidado, para que as conclusões não sejam apressadas e incorretas. Por este motivo, este estudo limitou-se ao transporte público de passageiros, tentando contribuir de forma modesta para uma pesquisa mais ampla. Mesmo havendo esta limitação, não podem, no entanto, ser deixados de lado alguns outros custos, que estão, de alguma maneira, relacionados a esta forma de transporte, embora ocorram em todas as demais formas.

Entre os custos indiretos decorrentes do transporte urbano, dois apresentam uma importância crescente: os congestionamentos e a falta de estacionamento. Note-se aqui que a questão não se restringe ao transporte de passageiros, e, menos ainda, ao transporte público de passageiros.

Os congestionamentos são um problema tão universal, que mesmo na Roma antiga já havia, segundo LESLEY (1988, p.122), um sistema de gerenciamento de tráfego (para veículos a cavalo), com ruas de mão única, para minimizar os problemas por eles causados.

Os efeitos dos congestionamentos nas cidades modernas se fazem sentir das mais diferentes formas. Provocam acidentes, ruído, poluição atmosférica, atrasam o transporte de bens e pessoas (com prejuízos), além de um desgaste psicológico para os envolvidos (pedestres, passageiros e motoristas) e um consumo adicional de energia não renovável.

Inúmeros trabalhos vêm sendo desenvolvidos, no sentido de avaliar os custos de cada uma das inúmeras consequências dos congestionamentos. Até mesmo para o tempo perdido nos deslocamentos, se busca um indicador de custo, uma vez que este pode ser, inclusive, maior que o custo do transporte propriamente dito.

Este problema deve merecer especial atenção ao se promover um adensamento urbano. Embora FALCOSKI (apud MARQUES, 1986, p.38) afirme que as vias são superdimensionadas, justamente para absorver um aumento na densidade (estudo realizado para São Carlos - SP), a observação feita por DI PIERRO (1982, p.198) parece mais realista. Para ele, "maiores densidades ocupacionais devem induzir maiores volumes de tráfego e , consequentemente, maiores índices de congestionamento".

Isto não significa que as densidades devam permanecer nos níveis em que hoje se encontram. O próprio DI PIERRO (1982, p.198) concluiu que a distribuição espacial que representa menores níveis de consumo de energia (considerando-se o consumo de carros e ônibus), é aquela caracterizada pela concentração de atividades em torno do núcleo central da cidade (outra conclusão interessante a que chegou, foi que a configuração urbana mais econômica é a mononucleada concêntrica, exatamente a que foi aqui considerada para o estudo do custo de transporte).

No Brasil, os congestionamentos ainda não chegam a neutralizar as vantagens da residência próxima ao centro, compensada pela acessibilidade ao mesmo. Estas localizações chegam a ser mais valorizadas do que as periféricas, em virtude da baixa mobilidade da população urbana brasileira (VILLAÇA, 1978, p.24).

O principal responsável pelos congestionamentos é, sem dúvida, o automóvel. Além disto, é o responsável por cerca de 42 % da poluição atmosférica (GATT, apud BRINCO, 1985, p.8) e cria outro grande problema nas zonas urbanas: a falta de espaço para o estacionamento. Este aspecto também merece um certo cuidado ao se pensar em um maior adensamento das cidades, principalmente, porque as faixas de população que apresentam maior índice de motorização são, no Brasil, as que habitam nas proximidades dos centros urbanos.

Considerando-se a média dos índices de motorização levantados pelo GEIPOT (1985, p.107), de 144,9 automóveis para cada 1.000 habitantes (em cidades médias), isto pode significar mais de 100 automóveis por hectare, em algumas regiões das cidades. Se estas regiões se encontram junto ao centro, que ainda atrai automóveis de outras áreas, devem ser previstas, de alguma forma, áreas para os veículos da população residente, fora das vias de circulação, sob o risco de faltarem vagas para estacionamento e isto provocar problemas para a fluidez do tráfego.

Tanto o congestionamento, quanto a insuficiência de espaços para estacionar, são problemas causados pelo automóvel. Uma política de planejamento urbano sensata deve atacar o problema de duas formas bastante objetivas: criando instrumentos legais para que possa ocorrer um maior adensamento urbano e, paralelamente, desenvolvendo um programa de priorização do transporte coletivo. Em resumo, não basta promover um aumento na densidade populacional urbana. É preciso avaliar, antecipadamente, todas as principais consequências deste processo, de forma a prevenir problemas futuros.

7 OS LIMITES HUMANOS NAS DENSIDADES URBANAS

Como os investimentos em infra-estrutura são inevitáveis, uma vez que, sem eles as cidades dificilmente sobreviveriam, resta apenas a possibilidade de aproveitá-los da melhor maneira possível. Isto implica em conhecer limites ideais para a densidade da população, de forma a estimular ou restringir a ocupação de áreas específicas para melhor utilizar os serviços instalados. Esses limites, no entanto, não podem ser analisados exclusivamente do ponto de vista econômico.

Embora altas densidades possam representar um aproveitamento ótimo da infra-estrutura instalada, podem provocar problemas psicológicos nos indivíduos submetidos a essas condições.

A idéia desse capítulo é tentar identificar alguns desses problemas e suas consequências, com o objetivo de chamar a atenção para o fato do ser humano sofrer algumas limitações psicológicas, que devem ser conhecidas e respeitadas pelos economistas e principalmente pelos planejadores urbanos.

7.1 O COMPORTAMENTO ANIMAL

Os animais repetem os seus procedimentos sem racionalidade, de forma mecânica. Isso facilita a observação de seus comportamentos com uma maior isenção do que para a espécie humana. Dentre as características comportamentais dos animais (inclusive o homem), é possível destacar a noção de territorialidade, em que o animal delimita uma área que é defendida até dos animais da mesma espécie. Esta característica garante um espaço próprio para cada animal, o que faz com que o meio-ambiente não seja explorado de forma excessiva, além de garantir a manutenção da espécie.

Entre animais de mesma espécie existem, segundo HEDIGER (apud HALL, 1977, p.22), três características comportamentais relativas ao espaço: algumas espécies aceitam um contato físico direto (toque), enquanto outras não; existe uma distância mínima entre os membros dessa segunda categoria que não é ultrapassada (distância pessoal); e os animais sociais precisam se manter em contato com os de sua espécie (espaço social). Com animais de outras espécies, que são inimigos em potencial, é possível verificar mais dois padrões espaciais: uma distância de fuga, que é o limite para o animal começar a fugir, e uma distância crítica, que uma vez ultrapassada fará com que o animal perseguido passe ao ataque.

Esses padrões comportamentais não impedem que algumas espécies animais sejam frequentemente submetidas a condições de superpopulação. De uma maneira geral, alguns mecanismos (comportamentais ou fisiológicos) produzem um controle populacional que reduz o número de animais a níveis

suportáveis para cada espécie, preservando assim toda a "comunidade".

Até mesmo as amebas possuem mecanismos de controle populacional, através da liberação de um gás, que mantém uma densidade máxima de cento e cinquenta células por milímetro cúbico de espaço de ar (BONNER, apud HALL, 1977, p.55).

Em uma experiência feita com ratos, CALHOUN (1962, p.139) observou que, em um espaço de um quarto de acre (cerca de 1.000 metros quadrados), a população se estabilizou em 150 ratos, embora a capacidade de reprodução dos animais, no tempo observado, fosse de 5.000. A taxa de mortalidade infantil era muito alta, pois as fêmeas não mantinham os padrões de comportamento habituais e muitos filhotes acabavam morrendo, o que fazia com que a média de 150 animais fosse preservada. Nessa experiência verificou-se que os grupos de ratos acima de 12 animais não conseguiam viver em harmonia, e que mesmo este número já provocava um comportamento anormal.

Outro experimento desenvolvido por CALHOUN (1962, p.139) agrupou os ratos em compartimentos menores, com cerca de 16 metros quadrados, onde não se permitia que o número destes ultrapassasse o limite máximo de oitenta. Esse procedimento visava impedir uma morte em massa dos animais, mas mantinha as condições de superpopulação, e portanto, de estresse.

As observações feitas permitiram chegar à conclusão de que surge um processo de colapso comportamental, quando a densidade populacional chega ao dobro daquela que provocara um máximo de estresse no experimento anterior. Essa situação de colapso foi chamada por Calhoun de "behavioral sink", onde a palavra "sink" pode ser traduzida para o português tanto como "esgoto", como "naufrágio"

comportamental, e se caracteriza por diversas anomalias na reprodução, no comportamento sexual (alguns machos chegavam a perseguir outros machos), na construção de ninhos e na organização social.

CHRISTIAN (1961, p.428) observou que os mecanismos de controle populacional que evitam a destruição da espécie estão ligados, basicamente, a três fatores: a escassez de alimento, a fatores sócio-psicológicos e a um último decorrente dos anteriores, que se relaciona com a ativação de mecanismos glandulares. No caso dos ratos, por exemplo, a escassez de comida parece não afetar as glândulas endócrinas, mas o estresse, o frio, o calor e outras situações adversas provocam um desequilíbrio nas mesmas. Esse processo pode causar inibição do crescimento e da maturação sexual e redução nas funções reprodutivas.

Além disso, o aumento da densidade populacional reduz os mecanismos de defesa do organismo e, consequentemente, a resistência às infecções.

Outro fato que merece menção é que, os animais suportam altas densidades se forem isolados em compartimentos individuais, de maneira que não possam se ver, e desde que tenham alimentação abundante e os compartimentos limpos. Assim, 50.000 ratos poderiam viver em 350 metros quadrados, se mantidos em gaiolas de 20 centímetros (HALL, 1977, p.33). Nessas condições, todavia, os animais ficam estúpidos.

7.2 O COMPORTAMENTO HUMANO

A espantosa evolução da espécie humana é frequentemente atribuída à sua capacidade de comunicação e de criação de ferramentas. Entretanto, não pode ser omitida a sua enorme capacidade de adaptação à vida em sociedades estruturadas de forma cada vez mais complexa.

Da mesma forma que os outros animais, os homens também apresentam algumas características espaciais bem definidas. HALL (1977, p.108) classificou as distâncias para o homem em quatro tipos: íntima, que é exclusiva para pessoas emocionalmente relacionadas ou em situações de luta; pessoal, onde acontecem as conversas informais; social, que já apresenta um caráter formal, e pública, que é a distância mantida para estranhos (ou autoridades). Observou ainda que, além deste componente biológico, ocorrem um componente fisiológico e um componente microcultural, que se relaciona a cada segmento com cultura própria. Os povos do deserto, por exemplo, suportam densidades urbanas elevadas, pois a sobrevivência fora das cidades é muito difícil.

Se os seres humanos forem considerados somente pelos limites do corpo, certamente serão submetidos a condições de estresse oriundas da aglomeração. O dimensionamento dos espaços individuais respeitando os padrões espaciais de cada sujeito e considerando todas os componentes envolvidos, inclusive os culturais, é fundamental para que o mesmo não seja vítima de estresse por forjar um comportamento irreal.

De certa forma, parece que o homem é perfeitamente capaz até de alterar os seus padrões culturais, mas esse

processo deve ocorrer ao longo de várias gerações. O que vem ocorrendo é uma variação muito rápida, o que não permite uma adaptação perfeita.

As observações feitas em situações de aglomeração para os animais, e a similaridade das noções de distância entre estes e o homem, podem fazer supor que ambos apresentam comportamento semelhante, ou seja, em altas concentrações podem surgir inúmeros desvios comportamentais, inclusive problemas de saúde física e mental. Esta conclusão, no entanto, pode não ser correta, uma vez que os dados obtidos sobre o homem não são suficientemente consistentes para que seja possível fazer tal afirmação.

As pesquisas que tentam identificar as reações do homem às mudanças espaciais não são muito claras, pois estas reações são muito mais emocionais do que racionais, e portanto difíceis de serem captadas e quantificadas.

SCHMITT (1966, p.39) desenvolveu, em Honolulu, pesquisa com o objetivo de descobrir se alguns dos problemas de "desordem" social eram provenientes de altas densidades ou de um elevado índice de superpopulação (entendendo-se aqui superpopulação como um número elevado de pessoas por cômodo). Sua pesquisa revelou que, para a situação analisada, a densidade urbana apresentava-se como causa provável dos problemas observados.

Mas o que pode garantir que as taxas de criminalidade e algumas doenças físicas e mentais são realmente causadas por densidades elevadas? Inúmeros fatores, tais como o ruído, o tipo de habitação e muitos outros podem ser os responsáveis por estes problemas. O próprio comportamento individualista do homem urbano não pode ser considerado uma patologia. DE JONGE (apud SOMMER, 1973, p.29) observou que só é possível viver em grandes

concentrações humanas através da restrição do contato pessoal a um número limitado de pessoas.

Além disso, as densidades elevadas não podem ser classificadas simplesmente como boas ou más. Ao mesmo tempo em que podem trazer alguns efeitos negativos através de uma superpopulação, podem trazer uma maior variedade de interações sociais, pois permitem maiores chances de contato, por ampliarem as opções de escolha. A questão não é apenas quantitativa e deve ser analisada em um contexto mais amplo.

No entanto, deve ficar clara a idéia de que,de uma forma ou de outra, os padrões de uso do solo, bem como toda a infra-estrutura urbana e os transportes, têm consequências duradouras (algumas vezes irreversíveis) e são poderosos determinantes de comportamentos sociais, sejam eles quais forem.

7.3 DENSIDADE LIMITE

Como uma forma de se evitar pressões psicológicas desnecessárias para a população urbana, surge a necessidade de se estabelecer alguns limites para as densidades. Para uma visão mais ampla do assunto, convém analisar a expansão das cidades. Os limites urbanos têm sido estabelecidos basicamente por três fatores: o abastecimento de água, a limitação de espaço e o custo do transporte.

A questão do abastecimento de água dispensa maiores comentários. A limitação do espaço ocorre em dois níveis: o crescimento horizontal e o crescimento vertical. O crescimento vertical, por sua vez, foi o responsável por

duas alterações profundas na cidade: uma redução no tamanho da unidade residencial da família e uma grande concentração demográfica. O custo dos transportes ocorre tanto no desgaste contínuo das vias e veículos, como no consumo de combustíveis, além do desgaste psicológico das viagens casa--trabalho-casa cada vez mais longas.

Para que seja possível avaliar os efeitos de densidades muito elevadas, convém analisar um exemplo real. Embora apenas um exemplo não permita generalizações, a pesquisa desenvolvida por VELHO (1973, p.29), em um edifício específico em Copacabana, na cidade do Rio de Janeiro, possibilita uma visão razoável do que acontece em tais situações. É evidente que o edifício não representa a totalidade dos prédios do local, mas é uma análise muito interessante.

Nesta ocasião, a densidade bruta do bairro era de 500 hab/ha, e podiam ser ali contados 1.800 prédios com quase 150 hab/prédio (em média). A especulação imobiliária não pode ser responsabilizada sozinha por este fenômeno, pois ela apenas explora as potencialidades dadas pela cultura em um determinado momento.

O edifício analisado possuía 166 apartamentos de apenas 39 metros quadrados cada um, onde moravam, em média, 2,75 pessoas/apartamento. O problema mais frequente era a agressividade, com incidentes constantes entre os vizinhos e brigas de toda natureza.

As condições gerais do bairro eram muito complexas: congestionamentos constantes, níveis de ruído e poluição atmosférica muito altos, crime, prostituição e uma grande dificuldade para a sua administração. Apesar disto, as pessoas continuavam procurando o bairro em busca de um

detalhe: a ascensão social que supunham obter pelo simples fato de lá residirem. O depoimento de um dos moradores entrevistados por VELHO (1973, p.85) é impressionante: "Até gosto desta confusão, é humana. Sou, creio, um homem urbano. Está no meu sangue o amor por esta densidade".

Embora aparentemente a população não se importe com os fatores negativos do bairro, a dificuldade de administração e todos os demais problemas existentes, conduzem a um questionamento sobre a validade de densidades tão elevadas.

7.4 O PAPEL DO PLANEJAMENTO URBANO

A situação, encontrada frequentemente no planejamento das cidades, é aquela, em que os projetos consomem muitos recursos e apresentam poucos resultados positivos.

Embora os planejadores se vangloriem pelo fato do Urbanismo ser uma ciência (ou arte) multidisciplinar, que conta com a colaboração da Geografia, da Arquitetura, da Etnologia, da História, da Psicologia e outras, parecem esquecer que os cidadãos são parte integrante da cidade. As pessoas constituem uma massa muda e inerte, para quem todos os planos são feitos. A alocação de recursos, a formulação de políticas, e mesmo as mudanças em suas próprias vidas são assuntos em que os cidadãos não podem, na maioria das situações, interferir.

A cidade, que hoje é vista como fonte de valores culturais, pode ao mesmo tempo ser uma grande fonte de problemas e de pressão social. A intervenção com o objetivo

de atacar as causas desses problemas pode, além de modificar os efeitos desejados, remover algumas condições estruturais importantes para o meio urbano.

Por outro lado, não é possível abandonar a cidade à sua própria sorte. É preciso que existam alguns mecanismos de controle para que as desigualdades sociais não sejam exacerbadas e para evitar que alguns segmentos sejam expostos a um estresse desnecessário. Não há dúvida de que as decisões precisam ser rápidas, pois o crescimento urbano também o é, e esta rapidez pode, muitas vezes, não permitir uma solução sequer razoável.

É importante ter consciência de que nenhum planejamento pode propor soluções plenas para os problemas sociais, mesmo porque elas não existem. Todavia, para esses problemas, qualquer pequena melhora já pode ser bastante significativa.

8 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Para alcançar o objetivo principal deste estudo: avaliar a influência do transporte público na identificação de uma densidade urbana mais econômica, inúmeras considerações e análises foram feitas, ao longo de todo o trabalho. O quadro geral apresentado permite extrair algumas conclusões interessantes, as quais são a seguir sintetizadas.

O processo de urbanização, no Brasil, parece estar entrando em uma fase de estabilização. Nos próximos anos, a quantidade de migrantes que irá para as regiões urbanas deverá diminuir gradativamente, até, praticamente, não mais existir. Neste tempo, as cidades médias deverão ser as responsáveis pela maior parcela da população urbana do país. Por outro lado, a população total brasileira também deverá se estabilizar, nos próximos 50 ou 60 anos.

As cidades brasileiras sofrem um processo de subutilização das infra-estruturas instaladas, agravado pela existência de vazios urbanos, que reduzem, ainda mais, as já baixas densidades brutas urbanas.

Tendo em vista a tendência de estabilização do crescimento populacional, é fundamental que sejam criados mecanismos capazes de direcionar a ocupação dos espaços urbanos vazios, antes que elevados investimentos sejam

aplicados em novas regiões, o que só contribuirá para espalhar as manchas urbanas. Os próprios especuladores deverão estar conscientes de que, a partir de um certo momento, não haverá quem compre esses terrenos desocupados, ou, na melhor das hipóteses, já não valerão tanto quanto hoje.

Paralelamente a uma política de ocupação efetiva das lacunas existentes no tecido urbano, devem ocorrer algumas alterações internas nas cidades, de forma a utilizar da maneira mais eficiente todos os recursos já disponíveis, em termos de infra-estrutura.

As cidades médias brasileiras apresentam, via de regra, a configuração mais econômica (mononuclear e concêntrica), exceto quando limitadas por obstáculos de difícil transposição (naturais ou artificiais). A distribuição da população dentro das áreas urbanas ainda ocorre, no entanto, de forma muito dispersa, com baixas densidades. Isto não permite uma utilização plena das infra-estruturas instaladas.

A verificação, de como os custos do transporte público são influenciados pela variação nas densidades urbanas, contribui, juntamente com alguns outros estudos já realizados para as redes de infra-estrutura, para a identificação de faixas de densidade mais econômicas. Observa-se uma redução substancial no custo do transporte público e das redes de infra-estrutura, ao se elevar as densidades para valores até 300 hab/ha, e uma redução ainda razoável, na faixa de 300 a 500 hab/ha.

É oportuno lembrar que só foram analisados os custos do transporte de passageiros, por ônibus, e que os demais tipos de transportes urbanos ainda merecem novos estudos, de forma a contribuir para uma pesquisa mais ampla.

A consideração dos custos de construção das edificações aponta para uma densidade econômica mínima de 200 hab/ha. Por outro lado, as limitações de ordem psicológica do homem parecem recomendar um limite máximo de 500 hab/ha.

O que fica comprovado em todos os estudos é que as cidades devem ser adensadas. Se não é possível se obter o máximo de economia, chegando próximo dos 500 hab/ha, é também inadmissível que a média das densidades urbanas esteja hoje em torno de 40 hab/ha, quando a menor densidade econômica está, seguramente, acima de 200 hab/ha. Isto representa desperdício de recursos e provoca desvios de investimentos, os quais, em um quadro diferente, poderiam ser aplicados em outros setores onde realmente são necessários.

Uma das possíveis alternativas capazes de corrigir esta distorção, talvez fosse a implementação de impostos progressivos, onde os terrenos urbanos mais próximos do centro das cidades (portanto melhor atendidos pelos serviços públicos) sofreriam uma taxação mais elevada, quando não ocupados. A forma de calcular esta sobretaxa deverá partir de uma análise global de todos os custos de infra-estrutura e de serviços públicos envolvidos.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. ASSIS Jr., Milton Faria de. Avaliação do desempenho e adequação de sistemas de transporte público, por ônibus, de cidades de porte médio em relação a sua estrutura urbana. São Carlos, 1987. 152 p. Dissertação de Mestrado em Arquitetura, Universidade de São Paulo.

02. BEYER, Glenn H., org. Explosão urbana na América Latina. Trad. Sérgio Simas Carriço e Nina R. de Azevedo. Rio de Janeiro, Victor Publicações, 1969. 416 p.

03. BELLACICCO, Antonio; COSSETO, Sandro; WILSON, Alan G. Dynamic models for person transportation and their relationship to urban structure and change. European Journal of Operational Research, North-Holland, (31): 209-214, 1987.

04. BREMAEKER, François E. J. de. Urbanização em marcha. Revista de Administração Municipal, Rio de Janeiro, 33 (166): 60-90, jan./mar., 1983.

05. BRINCO, Ricardo. Transporte urbano em questão. Porto Alegre, Fundação de Economia e Estatística, 1985. 114 p.

06. BRUNA, Gilda Collet. Problemas de adensamento urbano. In: SIMPOSIO NACIONAL DE PLANEJAMENTO E ENGENHARIA URBANA, 1, São Paulo, 1987. Anais... São Paulo, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1987.

07. CALHOUN, John B. Population density and social pathology. Scientific American, New York, 206 (2): 139-146, fev., 1962.

08. CALVETE, F. Javier Valero. Transportes urbanos. Madrid, Dossat, 1970. 330 p.

09. CARVALHO, Carlos Alexandre Braz de. Procedimento de otimização de desempenho do transporte coletivo por ônibus. Rio de Janeiro, 1984, 180 p. Dissertação de Mestrado em Transportes, Instituto Militar de Engenharia.

10. CHOAY, Françoise. O urbanismo: utopias e realidades. Uma antologia. Trad. Dafne Nascimento Rodrigues. São Paulo, Perspectiva, 1979. 350 p.

11. CHRISTIAN, John J.; FLYGER, Vagn; DAVIS, David E. Phenomena associated with population density. Proceedings National Academy of Science, 47 (4): 428-449, abr., 1961.

12. COUCLELIS, Helen. Cellular dynamics: how individual decisions lead to global urban change. European Journal of Operational Research, North-Holland, (30): 344-346, 1987.

13. DAVIS, Kingsley et alii. Cidades: a urbanização da humanidade. Trad. Jose Reznik. 2.ed. Rio de Janeiro, Zahar, 1972. 221 p.

14. DI PIERRO, Luis Fernando. Estrutura urbana e consumo energético. São Paulo, 1982. 205 p. Dissertação de Mestrado em Engenharia, Universidade de São Paulo.

15. DUNIN, Lubomir Ficinski, org. Estudo de inter-relação uso do solo/transporte. Revista Paranaense de Desenvolvimento, Curitiba, (70): 9-53, jan./mar., 1980.

16. FARRET, Ricardo Libanez, org. O espaço da cidade - Contribuição à análise urbana. São Paulo, Projeto, 1985. 141 p.

17. FERRARI, Célson. Curso de Planejamento Municipal Integrado. 2.ed. São Paulo, Livraria Pioneira Editora, 1979. 631 p.

18. FERRAZ, Antonio Clovis Pinto. Considerações sobre a integração de linhas de ônibus como alternativa de racionalização da oferta nos corredores em cidades de porte médio. São Carlos, 1985, 81 p. Tese de Doutorado em Transportes, Universidade de São Paulo.

19. FERRAZ, Antonio Clóvis Pinto. Transporte público urbano. Notas de aula do curso de pós-graduação em Transportes. Universidade de São Paulo, São Carlos, 1989a.

20. FERRAZ, Antonio Clóvis Pinto. A qualidade do serviço de transporte coletivo em cidades médias sob a ótica dos usuários. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPET, 2, São Paulo, 1988. Anais... São Paulo, Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes, 1989b. v.I, p.111-126.

21. FERRAZ, Antonio Clóvis Pinto & KFOURI, Eduardo Vitor. Transporte coletivo e ocupação do solo na cidade de Araraquara. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPET, 2, São Paulo, 1988. Anais... São Paulo, Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes, 1989. v.I, p.127-132.

22. FERRAZ, Antonio Clóvis Pinto & FELEX, Jose Bernardes. Um modelo para avaliação da influência do porte da cidade no custo do transporte coletivo. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPET, 2, São Paulo, 1988. Anais... São Paulo, Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes, 1989. v.I, p.231-238.

23. FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. Novo dicionário da língua portuguesa. 2.ed.rev.aum. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1986. 1838 p.

24. FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Anuário estatístico do Brasil. Rio de Janeiro, IBGE, 1988. 740 p.

25. GADRET, Hilton J. Trânsito: superfunção urbana. Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas, 1969. 220 p.

26. GEIPOT - EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES. Estudo da demanda de transportes urbanos - Diagnóstico/ 1981 - Prognóstico/ 1985-90. Brasília, 1985. 344 p.

27. HALL, Edward T. A dimensão oculta. Trad. Sonia Coutinho. 2.ed. Rio de Janeiro, Francisco Alves, 1981. 180 p.

28. HUTCHINSON, B. G. Princípios de planejamento dos sistemas de transporte urbano. Trad. Henrique Oswaldo Monteiro de Barros. Rio de Janeiro, Guanabara Dois, 1979. 416 p.

29. KAWAMOTO, Eiji. Um novo enfoque do processo de escolha em transporte com tratamento baseado na psicofísica multidimensional. São Carlos, 1987, 126 p. Tese de Doutorado em Transportes, Universidade de São Paulo.

30. LEE, Terence. Urban neighbourhood as a social-spatial schema. Human Relations, 21 (3): 241-267, ago., 1968.

31. LESLEY, Lewis J.S. Cities, will buses cope economically with traffic? International Journal of Vehicle Design, 9 (1): 122-130, 1988.

32. MARQUES, Enaldo Nunes. Tipologias ambientais para o adensamento urbano. São Carlos, 1986. 179 p. Dissertação de Mestrado em Arquitetura, Universidade de São Paulo.

33. MARTINE, George. O Mito da Explosão Demográfica. Ciência Hoje, Rio de Janeiro, 9 (51): 28-35, mar., 1989.

34. MARX, Murilo. Cidade brasileira. São Paulo, Melhoramentos/EDUSP, 1980. 151 p.

35. MASCARÓ, Juan L. Custos de infra-estrutura: um ponto de partida para o desenho econômico urbano. São Paulo, 1979. 261 p. Tese de Livre Docência em Arquitetura, Universidade de São Paulo.

36. MASCARÓ, Juan L. A forma urbana e seus custos. In: TURKIENICZ, Benamy & MALTA, Maurício. Desenho urbano: anais do II SEDUR. São Paulo, Pini; Brasília, CNPq; Rio de Janeiro, FINEP, 1986. p.61-68.

37. MERCEDEZ BENZ DO BRASIL S.A. - STT. Sistema de transporte coletivo urbano por ônibus - Planejamento e operação. Mercedes Benz do Brasil S.A. - Departamento de Sistemas de Trânsito e Transporte, São Bernardo do Campo, 1987. 85 p.

38. MORLOK, Edward K. Introduction to transportation engineering and planning. New York, McGraw-Hill, 1978. 767 p.

39. MUMFORD, Lewis. A cidade na história: suas origens, transformações e perspectivas. Trad. Neil R. da Silva. 2.ed. São Paulo, Martins Fontes, 1982. 741 p.

40. MUNDO terá cem milhões de sem-teto. Jornal do Brasil, Rio de Janeiro, 23 de abr. 1989. 1.cad, p.27.

41. NOVAK, Helio. As cidades do Brasil do futuro. Revista de Administração Municipal, Rio de Janeiro, 35 (186): 6-20, jan./mar., 1988.

42. PASTERNAK TASCHNER, Suzana. Habitação e adensamento urbano. In: SIMPOSIO NACIONAL DE PLANEJAMENTO E ENGENHARIA URBANA, 1, São Paulo, 1987. Anais... São Paulo, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1987.

43. RAGON, Michel. Où Vivrons-nous Demain?. Paris, éditions Robert Laffont, 1963. 214 p.

44. RICHARDSON, Harry W. Economia urbana. Trad. Flávio Wanderley Lara. Rio de Janeiro, Interciência, 1978. 194 p.

45. RIGOTTI, Giorgio. Urbanistica: la composizione. Torino, Torinese, 1952. 618 p.

46. RODWIN, Lloyd. Planejamento urbano nos países em desenvolvimento. Trad. Ary Blaustein. Rio de Janeiro, Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional - USAID, 1967. 100 p.

47. SANCHEZ, Suely da Penha. Contribuição à análise operacional de redes de transporte coletivo em cidades de porte médio. São Carlos, 1988. 117 p. Tese de Doutorado em Transportes, Universidade de São Paulo.

48. SANTOS, Milton. Economia Espacial: Críticas e Alternativas. Trad. Maria Irene de Q. F. Szmrecsanyi. São Paulo, Humanismo, Ciência e Tecnologia - HUCITEC, 1979. 168 p.

49. SCHMIDT, Benício Viero & FARRET, Ricardo Libanez. A questão urbana. Rio de Janeiro, Jorge Zahar, 1986. 96 p.

50. SCHMITT, Robert C. Density, health and social disorganisation. Journal of the American Institute of Planners, (32): 38-40, jan., 1966.

51. SOMMER, Robert. Espaço pessoal: as bases comportamentais de projetos e planejamentos. Trad. Dante Moreira Leite. São Paulo, EPU/EDUSP, 1973. 220 p.

52. TOURINHO, Manoel Malheiros. Rural e urbano: crítica à visão oficial e sugestão para uma abordagem sociológica. Revista de Administração Pública, Rio de Janeiro, 23 (1): 113-118, jan., 1989.

53. TUNG, Robert Shieng-I & SCHNEIDER, Jerry. The investigation of land use/transportation interrelationships: a CAD aproach. Computer and Graphics (Pergamon), Great Britain, 11 (3): 249-254, 1987.

54. URDANETA, Alberto. Custos do desenvolvimento urbano. Planejamento. Salvador, 2 (3): 293-317, mai./jun., 1974.

55. VELHO, Gilberto. A utopia urbana. Rio de Janeiro, Zahar, 1973. 111 p.

56. VILLAÇA, Flávio. Uso do solo urbano. São Paulo, Fundação Prefeito Faria Lima - Centro de Estudos e Pesquisas de Administração Municipal, 1978. 71 p.

57. VUCHIC, Vukan R. Urban public transportation - Systems and tecnology, New Jersey, Prentice-Hall, 1981. 673 p.

58. WAISMAN, Jaime. Avaliação do desempenho de sistemas de ônibus, em cidades de porte médio, em função de sua produtividade, eficiência operacional e qualidade dos serviços. São Carlos, 1983. 306 p. Tese de Doutorado em Transportes, Universidade de São Paulo.

59. WHITTICK, Arnold. Enciclopedia de la planificacion urbana. Madrid, Instituto de Estudios de Administracion Local, 1975. 1405 p.