

**INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA**

**BRUNA PINHEIRO DE MELO**

**INDICADORES DE OCUPAÇÃO URBANA SOB O PONTO DE VISTA DA INFRA-  
ESTRUTURA VIÁRIA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia de Transportes do Instituto Militar de Engenharia, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências em Engenharia de Transportes.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Vânia Barcellos Gouvêa Campos D.Sc.

Rio de Janeiro  
2004

c2004

INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

Praça General Tibúrcio, 80 - Praia Vermelha

Rio de Janeiro - RJ

CEP: 222290-270

Este exemplar é de propriedade do Instituto Militar de Engenharia, que poderá incluí-lo em base de dados, armazenar em computador, microfilmear ou adotar qualquer forma de arquivamento.

É permitida a menção, reprodução parcial ou integral e a transmissão entre bibliotecas deste trabalho, sem modificação de seu texto, em qualquer meio que esteja ou venha a ser fixado, para pesquisa acadêmica, comentários e citações, desde que sem finalidade comercial e que seja feita a referência bibliográfica completa.

Os conceitos expressos neste trabalho são de responsabilidade do(s) autor(es) e do(s) orientador(es).

M528 Melo, Bruna Pinheiro de

Indicadores de ocupação urbana sob o ponto de vista da infra-estrutura Viária / Bruna Pinheiro de Melo - Rio de Janeiro : Instituto Militar de Engenharia, 2004.

184 p.: il., tab.

Dissertação (mestrado) - Instituto Militar de Engenharia - Rio de Janeiro, 2004.

1. Planejamento urbano. 2. Planejamento de transportes. 3. Indicadores. 4. Sustentabilidade. I. Instituto Militar de Engenharia. II. Título.

CDD629.04

**INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA**

**BRUNA PINHEIRO DE MELO**

**INDICADORES DE OCUPAÇÃO URBANA SOB O PONTO DE VISTA DA INFRA-  
ESTRUTURA VIÁRIA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia de Transportes do Instituto Militar de Engenharia, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências em Engenharia de Transportes.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Vânia Barcellos Gouvêa Campos- D.Sc.

Aprovada em 13 de abril de 2004 pela seguinte Banca Examinadora:

---

Prof.<sup>a</sup> Vânia Barcellos Gouvêa Campos - D.Sc. Presidente

---

Prof.<sup>a</sup> Suely da Penha Sanches - D.Sc.

---

Prof.<sup>o</sup> Ronaldo Balassiano - Ph.D.

Rio de Janeiro

2004

Aos meus pais, Paulo e Fátima.

## **AGRADECIMENTOS**

As palavras de agradecimento sempre parecem pequenas demais se comparados com a grandeza da ajuda. Mas a gratidão merece ficar impressa também no papel para documentar a assistência necessária para a finalização deste trabalho.

À Deus que fez passarem pela minha vida nestes anos pessoas que me tornaram uma pessoa melhor e que diariamente me dá motivos para agradecer.

Aos meus irmãos, Maria Paula e Matheus pelo carinho à distância e pela diversão nos momentos em que estivemos juntos.

Aos meus avós, Athanásio, Maria Salomé e Maria Bendita, e a meus tios e tias, primos, primas e amigos, de Bela Vista e Campo Grande, pelas orações e torcida.

À minha querida amiga "Rica", que voltou para Deus antes que eu voltasse para casa, agradeço a lembrança constante que sei que sempre existirá.

Ao Gen. Ex. Expedito Hermes Rego Miranda, pela indicação que me trouxe à esse estabelecimento de ensino.

Ao Instituto Militar de Engenharia, pelas excelentes condições oferecidas pelo curso e principalmente pela honra de fazer parte para sempre da minha história.

A CAPES pela ajuda financeira disponibilizada.

Aos professores da PG Transportes pelos conhecimentos e anos compartilhados.

À minha orientadora D.C. Vânia B. G. Campos pela disposição mostrada durante este trabalho.

Ao Sgt. Oazem, pela presteza e à D. Lucinda pelo café e pela limpeza.

Aos amigos do IME, da turma de 2001, Ana Flavia e Márcia Tavares, e a todos da turma de 2003, especialmente Lucélia e Jussara.

À equipe multidisciplinar da turma de 2002: Cap. Chagas, Ten. Fernando, Vladimir, Luís Fernando, e em especial :

Ao Ten. Kary pela filosofia de todos os dias.

À Isolina ,Rachel e ao Ten. Veiga pela companhia e disposição nos exercícios vespertinos, que nossos hábitos se mantenham saudáveis e que sejam uma lembrança destes anos especiais.

À Flavia minha gratidão pela integração em casa e pela companhia saudável e alegre. E minha eterna "inveja" por você ter defendido em janeiro.

À Iva, pelo convívio em casa e pela amizade demonstrada nestes anos, minha torcida para o seu sucesso.

Ao Paulo pelos dois anos de estudos conjunto, de segunda à segunda, pela disposição em ajudar, minha admiração e amizade.

A todos que de alguma forma contribuíram para esta realização.

"Dizem assim :

Para chegares a saborear tudo,  
não queiras ter gosto em coisa  
alguma.

Para chegares a possuir tudo,  
não queiras possuir coisa alguma.

Para chegares a ser tudo,  
não queiras ser coisa alguma.

Para chegares a saber tudo,  
não queiras saber coisa alguma.

Para chegares ao que não gostas,  
hás de ir por onde não gostas.

Para chegares ao que não sabes,  
hás de ir por onde não sabes.

Para vires ao que não possuis,  
hás de ir por onde não possuis.

Para chegares ao que não és,  
hás de ir por onde não és "

SÃO JOÃO DA CRUZ

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....</b>	<b>12</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>13</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
1.1 Considerações iniciais.....	16
1.2 Uso do solo e Transporte.....	17
1.3 Objetivo.....	19
1.4 Justificativa.....	19
1.5 Estrutura do Trabalho.....	21
<b>2 O PLANEJAMENTO URBANO: TEORIAS, CONCEITOS E A RELAÇÃO COM O TRANSPORTE.....</b>	<b>23</b>
2.1 Considerações Iniciais.....	23
2.2 História do Planejamento Urbano.....	24
2.2.1 Antiguidade.....	24
2.2.2 Cidades Medievais.....	25
2.2.3 Período Renascentista.....	25
2.2.4 A Revolução Industrial e o Planejamento Urbano no século XIX.....	26
2.3 O Planejamento Urbano Contemporâneo.....	27
2.3.1 Modelos de Planejamento urbano.....	28
2.3.2 Zoneamento e subdivisão.....	29
2.3.3 Unidade de vizinhança.....	30
2.3.4 O Novo Urbanismo.....	31
2.3.4.1 Princípios do Novo Urbanismo.....	32
2.3.5 O planejamento segundo o Conceito "Smart Growth".....	34
2.4 Planejamento e sustentabilidade.....	37
2.4.1 A cidade sustentável.....	38
2.4.2 Agenda 21.....	41
2.5 Planejamento Urbano nas Cidades Brasileiras.....	42
2.5.1 Evolução.....	42
2.5.2 O Estatuto da Cidade.....	44



2.5.3	Considerações Sobre o Planejamento nas Cidades Brasileiras.....	46
2.6	O Transporte Urbano e sua Marca na Cidade .....	49
2.7	O Planejamento Urbano e o Planejamento da Circulação.	51
2.7.1	O Modelo de Traffic Calming.....	53
2.8	Considerações Finais.....	55
<b>3</b>	<b>TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO URBANO.....</b>	<b>57</b>
3.1	Considerações Iniciais.....	57
3.2	Eras do Transporte.....	57
3.3	Acessibilidade e Mobilidade.....	61
3.3.1	Fatores de Uso do Solo que Afetam a Acessibilidade...	63
3.3.2	Diferentes Tipos de Acessibilidade.....	64
3.4	Considerações Finais.....	65
<b>4</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DA INFRA-ESTRUTURA VIÁRIA.....</b>	<b>68</b>
4.1	Considerações Iniciais.....	68
4.2	As vias de Circulação.....	68
4.2.1	Forma de avaliação da capacidade viária.....	72
4.2.2	Metodologia HCM para analisar as vias Urbanas .....	74
4.2.3	Classe das vias urbanas .....	76
4.2.4	Velocidade de Fluxo livre.....	78
4.2.5	Níveis de serviço .....	79
4.3	Considerações Finais.....	81
<b>5</b>	<b>DEMANDA DE VIAGENS .....</b>	<b>83</b>
5.1	Considerações Iniciais.....	83
5.2	Conceituação de Viagens.....	83
5.3	Modelos de Planejamento de Transporte.....	85
5.3.1	Modelos de Transporte e uso do solo .....	85
5.3.2	Modelo de 4 etapas .....	87
5.4	Modelos de Geração de viagens.....	88
5.4.1	Fatores que influenciam a geração de viagens.....	89
5.4.1.1	Padrão de Uso do solo .....	90
5.4.1.2	Características sócio-econômicas .....	91

5.4.1.3	Sistema de transporte...	92
5.4.2	Modelo de classificação cruzada e modelos de regressão	92
5.4.2.1	Modelo de Classificação Cruzada.....	92
5.4.2.2	Modelos de regressão.....	93
5.5	“Degeneração” de viagens.....	94
5.6	Estudos Existentes.....	96
5.7	Considerações Finais.....	105
<b>6</b>	<b>INDICADORES DE OCUPAÇÃO URBANA.....</b>	<b>107</b>
6.1	Considerações Iniciais.....	107
6.2	Conceito de Indicadores .....	107
6.3	Indicadores da Ocupação Urbana.....	108
6.3.1	Descrição dos Indicadores da dimensão Densidade.....	110
6.3.2	Descrição dos Indicadores da dimensão Diversidade.	112
6.3.3	Descrição dos Indicadores da dimensão Desenho .....	120
6.4	Análise das Formas de obtenção dos valores das variáveis .....	129
6.5	Proposta dos indicadores de Ocupação Urbana.....	133
6.5.1	Indicadores de Densidade.. .....	134
6.5.2	Indicadores de Diversidade.....	134
6.5.3	Indicadores de Desenho .....	136
6.6	Resumo dos indicadores .....	138
6.7	Efeito dos indicadores.. .....	138
6.8	Considerações Finais .....	143
<b>7</b>	<b>PROCEDIMENTO PARA PROPOSTA DA OCUPAÇÃO DE ACORDO COM A INFRA-ESTRUTURA VIÁRIA.....</b>	<b>145</b>
7.1	Considerações Iniciais.....	145
7.2	Estrutura do procedimento.....	145
7.2.1	Etapa 1: Categorização da via .....	146
7.2.2	Etapa 2: Caracterização do Uso do Solo e os Parâmetros de Ocupação.....	147
7.2.3	Etapa 3: Localização da área .....	155
7.2.4	Etapa 4:Verificação da demanda existente ou Projetada	156

7.2.5	Etapa 5: Verificação do nível de serviço .....	157
7.2.6	Etapa 6: Proposta das medidas .....	159
7.2.7	Etapa 7: Alteração na demanda.....	161
7.2.8	Etapa 8: Realimentação.. ..	162
7.3	Exemplo de Aplicação do Procedimento.....	164
7.4	Considerações Finais .....	171
<b>8</b>	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>173</b>
8.1	Conclusões.....	173
8.2	Recomendações .....	175
<b>9</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>177</b>

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIG. 2.1	MODELO DE NEWMAN& KENWORTHY .....	39
FIG. 2.2	COMPARAÇÃO ENTRE DUAS FILOSOFIAS DE PLANEJ. URBANO .....	41
FIG. 3.1	CIDADE DO PEDESTRE .....	58
FIG. 3.2	CIDADE DO TRANSPORTE COLETIVO .....	59
FIG. 3.3	CIDADE DO AUTOMÓVEL .....	60
FIG. 4.1	METODOLOGIA HCM .....	76
FIG. 5.1	COMPORTAMENTO DAS VIAGENS .....	84
FIG. 5.2	MODELO DE QUATRO ETAPAS .....	87
FIG. 6.1	INTENSIDADE DO USO DO SOLO .....	113
FIG. 6.2	VARIEDADE DO USO DO SOLO .....	113
FIG. 6.3	N.º ESTAB. COMERCIAIS .....	114
FIG. 6.4	ÍNDICE DE LOJAS DA VIZINHANÇA .....	115
FIG. 6.5	ÍNDICE DE DISSIMILARIDADE .....	117
FIG. 6.6	ÁREA COM RUAS RETILÍNEAS .....	122
FIG. 6.7	INTERSEÇÕES .....	124
FIG. 6.8	CARACTERÍSTICAS DAS VIAS .....	124
FIG. 6.9	DESENHO DA REDE .....	126
FIG. 6.10	FLUXOGRAMA DE EFEITOS DOS INDICADORES .....	139
FIG. 7.1	VIA ARTERIAL LIGANDO DUAS ÁREAS DE ALTA DENSIDADE .....	147
FIG. 7.2	VIAS COLETORAS E LOCAIS .....	147
FIG. 7.3	TAMANHO DO LOTE .....	148
FIG. 7.4	ÁREA OCUPADA DENTRO DO LOTE .....	149
FIG. 7.5	ÍNDICE DE APROVEITAMENTO .....	150
FIG. 7.6	AFASTAMENTO FRONTAL .....	151
FIG. 7.7	VAGAS DE ESTACIONAMENTO .....	151
FIG. 7.8	PASSEIO, LOGRADOURO E FAIXAS DE ROLAMENTO .....	152
FIG. 7.9	FLUXOGRAMA PARA A CARACTERIZAÇÃO DO SOLO .....	155
FIG. 7.10	CAPACIDADE DA VIA .....	158
FIG. 7.11	ESTRUTURA DO PROCEDIMENTO PROPOSTO .....	163
FIG. 7.12	MAPA DA CIDADE EM ZONAS .....	164
FIG. 7.13	MAPA DOS BAIRROS DA ZONA Z2 .....	166

## LISTA DE TABELAS

TAB. 1.1	CRESCIMENTO DA POPULAÇÃO URBANA NO MUNDO .....	16
TAB. 2.1	ESTRATÉGIAS DE TRAFFIC CALMING .....	54
TAB. 4.1	CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS URBANAS DE BELO HORIZONTE ...	70
TAB. 4.2	CATEGORIA DAS VIAS (HCM) .....	71
TAB. 4.3	RELACIONAMENTO ENTRE AS VIAS .....	72
TAB. 4.4	NÍVEL DE SERVIÇO PELA VELOCIDADE DE VIAGEM (HCM) ...	80
TAB. 4.5	NÍVEL DE SERVIÇO PELA CAPACIDADE DA VIA POR FAIXA (HCM) .....	81
TAB. 6.1	INDICADORES PESQUISADOS .....	109
TAB. 6.2	VARIÁVEIS E SUAS FONTES .....	130
TAB. 6.3	INDICADORES PROPOSTOS .....	138
TAB. 7.1	ZONAS DA CIDADE .....	164
TAB. 7.2	GRUPOS DE USOS .....	165
TAB. 7.3	CLASSES DAS VIAS .....	165
TAB. 7.4	PARÂMETROS URBANÍSTICOS .....	166
TAB. 7.5	REGULAMENTOS MUNICIPAIS .....	167
TAB. 7.6	CAPACIDADE EM VEÍCULOS/ H POR NÍVEL DE SERVIÇO ....	168
TAB. 7.7	MEDIDAS PROPOSTAS.....	168
TAB. 7.8	DEMANDA GERADA E DEGENERADA.....	169
TAB. 7.9	REALIMENTAÇÃO.....	170

## RESUMO

Para melhorar a qualidade de vida nas cidades, é fundamental que as preocupações com o planejamento do uso do solo e dos transportes e a sustentabilidade do ambiente estejam associadas, isto é, que não sejam tomadas iniciativas ou mediadas de forma isolada, como se suas interações não afetassem o produto final.

Para entender essas interações, este trabalho contempla um estudo sobre, o planejamento urbano, o planejamento dos transportes e a relação existente entre o uso do solo e os transportes.

A interação entre transporte e uso do solo foi utilizada como ferramenta de auxílio à previsão da demanda de transportes em função da ocupação urbana, por meio de indicadores que refletem a tendência de se utilizar menos o automóvel.

Estes indicadores da ocupação urbana foram selecionados de pesquisas realizadas em alguns países sobre a influência do uso e da ocupação do solo na diminuição da quantidade de milhas viajadas, e escolhidos pela facilidade de obtenção a partir de dados de cadastros municipais brasileiros, além de compreenderem bem os aspectos físicos da cidade.

Os indicadores propostos no trabalho, apesar de não poderem avaliar quantitativamente a diminuição de viagens prevista, podem ser usados como propostas de modificações pertinentes para a diminuição de viagens.

De posse destes indicadores foi proposto um procedimento que relaciona a infra-estrutura viária na forma da capacidade da via (baseado no método do HCM-2000) com a ocupação da área servida. Este procedimento busca auxiliar o planejamento da ocupação da área urbana de acordo com a rede viária existente.

## **ABSTRACT**

For improving the quality of life in the cities, it is important to think about the concerns regarding the relationship among the land use, the transportation systems and the sustainability of the urban environment, and how their interactions affect the urban development.

In this work we studied the interactions between the land use and the transportation system considering not only the urban planning but also transportation planning. The analysis of the interaction between transport and land use was used for proposing indicators of urban occupation regarding the trend of reducing the automobile use.

These indicators were chosen from a list of indicators proposed in researches carried out in countries worried about the influence of the urban occupation on the reduction of miles traveled by person using a car.

As a result, although the indicators proposed in this work, cannot to be used to quantify the reduction of trips, they can support the proposal of pertinent modifications for reduction of trips. Moreover, a procedure is proposed for assisting the planning of occupation of an urban area in accordance with the operational and physical characteristics of the existing street network. This procedure evaluates the interaction between the urban occupation and the capacity and the level service of the existing street network.

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A partir da segunda metade do século XX observou-se mundialmente uma tendência de urbanização da população em função de mudanças econômicas e sociais. Isto pode ser observado na TAB. 1.1, onde se verifica que a população urbana mais que dobrou a partir de 1950 e alcançou no ano 2000 três bilhões de habitantes, o que corresponde a 47% da população do mundo.

**TAB. 1.1 Crescimento da População Urbana no Mundo**

	Percentual urbano			
	1950	1975	2000	2030
América do Norte	63,90	73,80	77,40	84,50
América Latina e Caribe	41,90	61,40	75,40	84,00
Oceania	61,60	72,20	74,10	77,30
Europa	52,40	67,30	73,40	80,50
Ásia	17,40	24,70	37,50	54,10
África	14,70	25,20	37,20	52,90
Total	27,9	37,9	47,0	60,30

OBS: Principais áreas estão ordenadas de acordo com o percentual urbano em 2000.

Fonte: IBGE 2003

Adaptado do World Urbanization Prospects: The 2001 Revision.

Todo este crescimento, porém, não é planejado, e leva a saturação do ambiente urbano, que pode ser constatado pelos congestionamentos de tráfego que atingem a maioria das grandes cidades em que a mudança ocorre rapidamente e a provisão de transportes simplesmente não acompanha essas mudanças. Essa provisão é um fator limitante ao desenvolvimento sustentável da cidade.



A realização de grandes obras viárias com finalidade de aumentar a mobilidade e acessibilidade, é um meio encontrado para evitar o colapso do sistema de transporte das cidades, mas normalmente é apenas um modo de prolongar a vida do sistema de transporte obsoleto, pois a oferta de mais espaço para a circulação leva a um uso mais intensivo do automóvel e conseqüentemente a uma situação semelhante ou até pior do que a anterior. Como conclusão, o que deveria prover mobilidade à população acaba por diminuí-la, além de gerar impactos negativos no meio ambiente como o aumento no consumo de energia. Alternativas, como restrições de circulação de veículos são apoiadas por alguns grupos, mas a restrição à liberdade implícita nesse ato não é agradável à opinião pública. Um maior acesso ao transporte público, entretanto parece ser o modo mais adequado para a manutenção da mobilidade urbana e ante os padrões de sustentabilidade que se procura seguir.

No nível urbano, o crescimento demográfico e a mobilidade estão relacionados com a capacidade e necessidades da infraestrutura de transporte, sejam elas vias, sistemas de transporte público ou calçadas para pedestres. Conseqüentemente, existe uma gama variada de formas urbanas e sistemas urbanos de transporte.

## 1.2 USO DO SOLO E TRANSPORTE

Transporte é basicamente um serviço que permite às pessoas, empresas e outras entidades realizarem suas atividades em diferentes lugares.

Uma premissa básica do planejamento dos transportes é a de que usos diferentes do solo geram padrões de viagens diferentes. Se as viagens urbanas se fazem por meio do sistema

viário urbano, então este também deve ser vinculado ao tipo de ocupação que ele serve.

A inter-relação entre usos do solo e transportes é conhecida há muito tempo. Mitchell e Rapkin (1954) notaram que "a especialização das atividades urbanas se faz necessária para que seus estabelecimentos e seus membros se comuniquem uns com os outros, e conseqüentemente é certa a tendência desses estabelecimentos fazerem da acessibilidade a principal consideração do local a ser escolhido". O padrão de uso do solo é então um sistema dependente em que a escolha da localização de um estabelecimento é feita nos termos de quão aquela distribuição espacial vai influenciar e ser influenciada pelos outros padrões de uso com os quais ele vai interagir (WINGO, 1972).

A relação entre a estrutura urbana e os transportes é resumida por CALVET (1970):

"é difícil chegar ao conhecimento dos transportes urbanos sem passar antes pelo estudo da estrutura urbana sobre a qual eles vão se desenvolver. O problema dos transportes não é um problema que pode se resolver em si mesmo. Ele atua num determinado cenário, a cidade, então é preciso conhecer a fundo suas características para determinar, não somente a demanda por transportes, como também os meios mais adequados para satisfazê-la, o que está extremamente relacionado com as peculiaridades da estrutura física da urbe".

Tradicionalmente, o planejamento de transporte é baseado no atendimento às previsões do tráfego e não no gerenciamento da demanda, gerando custos sociais, econômicos e ambientais que hoje são inadmissíveis, como: grandes distâncias a serem vencidas pela infra-estrutura básica viária e tempos de viagem elevados, sistemas de transporte restritos e aumento da poluição entre outros.

As novas visões do urbanismo colocam o transporte como peça fundamental para mudar a configuração urbana. Planos de

ocupação do solo baseados em menor tempo de viagens, um bom aproveitamento da capacidade viária existente, infra-estrutura de transporte público em substituição ao automóvel, um maior respeito ao pedestre, ruas mais agradáveis para a comunidade, e a diminuição da emissão de poluentes são temas obrigatórios em qualquer tentativa de recuperação da cidade.

A integração do uso do solo urbano, transporte, mobilidade, acessibilidade e sustentabilidade são a chave para uma grande melhoria na qualidade de vida das cidades. Portanto, esses itens não podem ser separados, mas sim integrados. O uso do solo e desenvolvimento afetam a demanda por transportes, a infra-estrutura de transporte afeta o uso do solo, assim como mecanismos de mobilidade afetam o desenvolvimento e o comportamento das viagens, afeta o meio ambiente.

Desta forma fez-se necessário o desenvolvimento de instrumentos que possibilitem adequar o desenvolvimento urbano com o sistema viário, de modo a garantir uma maior qualidade de vida para os habitantes da cidade.

### 1.3 OBJETIVO

Este estudo tem como objetivo a definição de indicadores que possibilitem estabelecer índices de ocupação da área urbana relacionados com a infra-estrutura viária existente ou projetada.

Esses índices serão utilizados na tentativa de determinar uma ocupação sustentável e de acordo com os níveis de serviço oferecidos pela infra-estrutura viária urbana.

### 1.4 JUSTIFICATIVA

A cidade é um sistema complexo de relações que está em permanente mudança. A ocupação e o uso do solo determinam os

deslocamentos necessários para que os habitantes da cidade realizem suas tarefas, de trabalho, lazer, ou outros.

O modelo de desenvolvimento, baseado no transporte individual por automóvel, não têm mais atendido as necessidades dos habitantes. Os custos sociais, econômicos e ambientais deste modelo são: grandes distâncias a serem vencidas pela infra-estrutura básica de energia elétrica, águas tratadas, rede de captação de esgoto, rede viária, sistema de transporte que não chegam á áreas carentes, distâncias entre a residência e os locais de trabalho, aumentando o tempo perdido em viagens, e o aumento da poluição proveniente dos motores de combustão dos automóveis.

Nas últimas décadas, com a redução dos recursos públicos e com a Lei de Responsabilidade Fiscal (BRASIL, 2000) começa-se a ver que esses custos são inadmissíveis, que a ineficiência no uso dos recursos e serviços públicos não pode ser mantida pela caixa do governo.

O instrumento de planejamento urbano denominado de Estatuto da Cidade (Lei 10.257) (BRASIL,2001), reflete essa preocupação atual com o binômio uso do solo- infra-estrutura de transportes, e apresenta no Capítulo I- Diretrizes Gerais, artigo 2º, como uma das diretrizes, a ordenação do pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbano e o controle do uso do solo tendo como parâmetro a infra-estrutura urbana (dentre as quais os transportes).

Ainda o Estatuto da Cidade determina em seu Art. 3º que está dentro das atribuições da União a instituição de diretrizes para o desenvolvimento urbano, inclusive os transportes urbanos (BRASIL,2001).

Assim, o desenvolvimento deste trabalho se justifica pois busca relacionar a ocupação urbana com a infra-estrutura viária, a fim de prover melhor qualidade de vida aos

habitantes e conseqüentemente um desenvolvimento sustentável para a cidade.

Este relacionamento se dará por meio de medidas de ocupação do solo relacionadas aos indicadores propostos, que poderão servir para impedir que a demanda gerada pelo transporte individual ultrapasse a capacidade do sistema existente ou projetado.

### 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho encontra-se dividido em 8 (oito) capítulos :

No Capítulo 1 (um) apresentam-se as Considerações Gerais, uma introdução do relacionamento Solo-Transporte, o Objetivo, a Justificativa e a Estrutura do Trabalho.

No Capítulo 2 (dois) apresenta-se a evolução do planejamento urbano, assim como os modelos existentes, com destaque para o modelo do Novo Urbanismo, do qual as medidas de diminuição da dependência do automóvel servirão de base para os indicadores propostos. Ainda relacionado ao planejamento, apresenta-se os conceitos da cidade sustentável e as políticas adotadas no Brasil para alcançar essa meta de sustentabilidade, como o Estatuto da Cidade e o Código Brasileiro de Trânsito, que serão utilizados mais a frente no procedimento proposto.

No Capítulo 3 (três) apresenta-se a evolução do desenvolvimento urbano relacionando com os transportes, um paralelo da evolução das cidades com as tecnologias de transporte e as definições de acessibilidade e mobilidade.

No Capítulo 4 (quatro) apresentam-se as características da infra-estrutura viária urbana , das vias de circulação e sua classificação e uma revisão sobre o método de capacidade HCM .

No Capítulo 5 (cinco) apresenta-se um estudo sobre os modelos de planejamento de transportes, as demanda de viagens,

e os fatores que afetam essa demanda. É feita ainda uma revisão de alguns estudos recentes que utilizam como variáveis independentes da geração de viagens fatores de usos do solo e ocupação urbana encontrados no modelo do Novo Urbanismo.

No Capítulo 6 (seis) apresenta-se os indicadores de ocupação urbana relacionados com a diminuição da demanda de viagens apresentadas na revisão no capítulo cinco. Destes indicadores são selecionados os que mais representam a forma urbana e que possam ser encontrados nas determinações legais de ocupação e uso do solo.

No Capítulo 7 (sete) apresenta-se um procedimento simplificado no qual serão utilizados os indicadores de ocupação urbana na forma de políticas de ocupação do solo , para que se possa alcançar a ocupação sustentável e de acordo com os níveis de serviço oferecidos pela infra-estrutura viária da área urbana.

No Capítulo 8 (oito) apresentam-se as conclusões e recomendações do trabalho.

## **20 PLANEJAMENTO URBANO: TEORIAS, CONCEITOS E A RELAÇÃO COM O TRANSPORTE**

### 2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Segundo VIGIER (2003), o Planejamento Urbano pode ser definido como a formulação de alternativas para padrão de assentamento urbano, o uso racional dos recursos para aliviar os problemas urbanos, e provisão da estrutura física e social da cidade, assim como transportes, áreas comunitárias e serviços. Um efetivo planejamento urbano compreende os objetivos desenvolvimentistas assim como os meios de o fazer.

Ainda para VIGIER (2003), o planejamento é um processo repetitivo e iterativo. Ele requer a formulação de metas sociais que podem ser transformadas em objetivos políticos que, por sua vez, possam ser detalhados em programas e projetos específicos. Ainda que metas sociais tendem ser preferencialmente de longo prazo, suas transformações em programas tendem a ser reflexos imediatos de objetivos políticos. O planejamento também é um processo dinâmico. Movimentos populares, flutuações econômicas, inovações tecnológicas, ou, mais comumente, a obsolescência física da planta da cidade requer revisões periódicas do planejamento estratégico.

Neste capítulo apresenta-se uma síntese histórica do planejamento, desde a antiguidade até os dias atuais, onde aparece o pensamento da sustentabilidade, que é a base para uma revolução no planejamento urbano, através de uma preocupação com os modelos de ocupação e sua influência nos transportes. Esse pensamento é encontrado no Estatuto da Cidade, que é um instrumento da lei brasileira que pretende organizar o desenvolvimento das cidades.

## 2.2 HISTÓRIA DO PLANEJAMENTO URBANO

O desejo humano de formatar o desenvolvimento urbano vem das primeiras cidades, entre 5.000 e 3.500 anos antes de Cristo. Ainda que o tamanho das cidades fosse reduzido para o padrão moderno, sua população era freqüentemente presa dentro de muralhas de defesa. As pressões de desenvolvimento numa área delimitada certamente levava a restrições legais contra os direitos da propriedade privada (GALLION, 1960).

### 2.2.1 ANTIGUIDADE

As civilizações ancestrais ocasionalmente planejaram novas cidades ou ampliações dos assentamentos já existentes. O plano mais difundido era o retangular ou de ruas em padrões de grelhas que permitiam considerável flexibilidade ao tamanho das quadras enquanto mantinham a ordem visual (GUIMARÃES, 1997).

No século III os regulamentos de construção romanos prescreviam padrões de construções, alturas máximas permitidas de prédios em vias públicas, e recuos mínimos de outros edifícios. O governo interferia diretamente no planejamento, forçando os donos a reconstruir edifícios danificados por incêndios sob pena de confisco (Vespasiano DC 70) e reparar edifícios dilapidados (Editado por Adriano DC 129) (VIGIER, 2003). As ruas eram largas o bastante para acomodar o crescente número de carroças pesadas, que eram proibidas de trafegar a noite (editado por Julio César ,44AC) (ARAÚJO, 1998), assim como a invasão de tendas e lojas na via pública (sob Titus Flavio Domitian, DC 81-96).



### 2.2.2 CIDADES MEDIEVAIS.

A maior parte dos planos reguladores romanos caíram em desuso durante o período de decadência urbana que seguiu ao desmembramento do império (476 DC). As cidades medievais se desenvolviam de forma desordenada, irregular e insalubre dentro dos limites das propriedades muradas. Mesmo quando as cidades fortificadas foram estendidas para aliviar o seu enchimento ou anexar os assentamentos, poucos esforços foram feitos para regular o desenvolvimento da propriedade privada. Os estatutos urbanos, ou eram concebidos por procuração ou derivado dos costumes locais, sendo basicamente, ferramentas de taxaçaõ que regulavam as atividades de ofício e mercado, e garantindo um suporte adequado aos mercados das cidades (VIGIER, 2003).

### 2.2.3 PERÍODO RENASCENTISTA

VIGIER (2003), cita que no Renascimento, com a melhoria das técnicas de guerra e o grande interesse na estética e na razão, as formas das cidades se tornaram mais complicadas. As cidades eram embelezadas por ruas largas e praças abertas, e pela construção de novas igrejas, prefeituras, e palácios.

O meio urbano necessitava de controles para o seu desenvolvimento. Após o grande incêndio, a lei "Act for Rebuilding the City of London" (1667) (VIGIER 2003) reformulou a aparência da cidade, com avenidas largas e abertas, e especificava a altura máxima, tipo de material permitido nas construções, assim como a aparência dos edifícios.

A influência do planejamento renascentista também é notada em várias cidades fundadas por europeus na América e Ásia. Cidades coloniais espanholas e portuguesas seguiam o plano de

grelha retangular e de quadra centrais cercada pela igreja matriz e prédios do governo (GUIMARÃES, 1997).

#### 2.2.4 A REVOLUÇÃO INDUSTRIAL E O PLANEJAMENTO URBANO NO SÉCULO XIX

Muitos dos problemas que ainda afetam as cidades - poluição ambiental, segregação econômica e social - apareceram durante a Revolução Industrial. A urbanização desenfreada e a incapacidade dos governos de ampliar suas responsabilidades tradicionais levaram à proliferação de edifícios abaixo do padrão, a mescla de indústrias pesadas com habitações e o aumento desenfreado da densidade nos arredores das fábricas, comprometendo o abastecimento de água e o sistema de esgotamento sanitário.

“Manchester, Inglaterra, em 1830 era um exemplo da deteriorização urbana. A população da cidade tinha mais do que dobrado em 30 anos e mais da metade das habitações não tinham condições de higiene. Apenas 20% das moradias tinham acesso a luz e ventilação através de passagens estreitas, normalmente menores do que 2 metros; mais de 80% das casas não tinham água corrente, e 30 ou mais famílias dividiam um mesmo banheiro; menos da metade das ruas eram pavimentadas; lixo era recolhido somente uma vez ao mês nos distritos mais pobres. Nova Iorque, no fim do século XIX, tinha quase 40% da sua população, em grande parte imigrantes, vivendo em cortiços superlotados” (VIGIER,2003).

“Condições similares apareciam em Berlim, Chicago, e outras grandes cidades. A mortalidade infantil era alta, e epidemias de cólera apareciam freqüentemente ”(VIGIER,2003).

Em 1859, Ildefonso Cerdá é encarregado pelo rei espanhol de um plano para a organização da expansão de Barcelona. Diagonais sobre o plano quadriculado e quarteirões irregulares, largos, compõem o plano de Cerdá, “ele inclusive

rompe com o sistema tradicional de construção contínua na periferia das quadras: é no interior destas que, de modo ordenado pelas vias vão se dispor os edifícios”.(GUIMARÃES, 1997).

Na cidade desumana e insalubre da Revolução industria nasceu o planejamento urbano. Na Inglaterra, principal palco dessa revolução, a lei “The Health of the Towns Act” (1868) deu aos municípios o poder de prescrever os padrões sanitários para residências e fechar aquelas consideradas impróprias para a habitação humana. Em 1875 a lei “Public Health Act” permitiu às cidades a regulamentação de novos prédios e a delegação da construção de sistemas de fornecimento de água e de coleta de esgoto, e da coleta de lixo (VIGIER, 2003).

Em outros lugares da Europa, novos distritos eram planejados na periferia urbana, substituindo as agora obsoletas fortificações. Locais insalubres eram limpos e extensas avenidas atravessavam os antigos distritos. Em Paris, o Barão Georges Eugene Haussmann lançou em 1848 o Plano Hausmann , que iria substituir 40% das residências da cidade por novos edifícios, enquanto novos distritos seriam formados na periferia da cidade.

No Estados Unidos, apareceu o movimento “City Beautiful” que procurava regular o crescimento das cidades, mas até 1901 a construção de cortiços insalubres era permitida em cidades como Nova Iorque (VIGIER, 2003) .

### 2.3 O PLANEJAMENTO URBANO CONTEMPORÂNEO

Segundo VIGIER (2003), os objetivos de desenvolvimento podem variar muito de acordo com as condições locais e o consenso do que deve ser conseguido pela comunidade. Os planejadores urbanos podem escolher desenvolver a área não construída da cidade, revitalizar sua área central, demolir lugares

insalubres e os substituir por prédios novos, ou uma combinação desses objetivos. Os objetivos do desenvolvimento, usualmente combinando aspectos sociais e físicos, são parte de um plano global, com condições documentadas, analisando os pontos fracos e explorando alternativas para solução. Comparando os custos e vantagens sociais, econômicas e políticas de cada solução possível, a alternativa preferida pode ser selecionada e detalhada em projetos e programas específicos.

### 2.3.1 MODELOS DE PLANEJAMENTO URBANO

No contexto do planejamento urbano contemporâneo, a ordenação do solo evoluiu da separação da área agricultável da área de moradia, para a alta especialização do uso do solo. Essa especialização acontece concomitantemente às mudanças sociais da cidade.

Quando a cidade era basicamente pontos de troca de mercadoria, então as feiras e mercados tinham a sua área específica, assim como os templos religiosos e edifícios públicos. Em algumas épocas existiram até mesmo áreas reservadas à caça, agricultura e relativas à pontos de defesas. Com o advento da indústria, e a posterior deterioração da qualidade de vida nas cidades, começou-se a pensar em separar por regulamentos rígidos os usos do solo na cidade, principalmente no que diz respeito ao solo de uso residencial. As residências deveriam estar agrupadas com outras e distantes das áreas poluídas pelas indústrias. Mas essas áreas residenciais não eram pensadas como áreas de convivência, mas sim, como áreas onde a mão de obra dormiria (cidades dormitórios), daí a inexistência de serviços públicos para atender esses moradores.

O zoneamento como instrumento legal surge então para dar padrões à esses assentamentos proletários, restringindo a utilização dos lotes e terrenos, determinando áreas de circulação, e direcionando cada atividade para uma localidade na cidade.

No século XX, numa tentativa de se atender às necessidades da população das áreas residenciais, o conceito de unidade de vizinhança surge tentando levar às áreas residenciais serviços que elas só encontravam nas áreas centrais, como áreas de lazer e serviços públicos.

O zoneamento e as unidades de vizinhança, que surgiram como um ordenador do solo urbano, com o advento do automóvel, geraram a segregação física e social da cidade. Novos modelos de planejamento urbano, chamados de Novo Urbanismo, procuram hoje diminuir as restrições rígidas de uso e utilização do solo, buscando um uso integrado do solo e uma reintegração dos indivíduos à comunidade.

### 2.3.2 ZONEAMENTO E SUBDIVISÃO

Segundo Hely Lopes Meirelles (apud FERRARI, 1984) "O zoneamento consiste na repartição do solo segundo a sua precípua destinação urbanística".

O zoneamento cobre os aspectos físicos das construções e restrições de utilização de terrenos, com a função de alocar as atividades na cidade de acordo com a compatibilidade de usos. Tamanhos mínimos de lotes, altura máxima, ou afastamentos das divisas são determinadas pelo zoneamento. Regras de subdivisões recomendam os padrões do plano da cidade a serem usadas na construção de residências. Elas especificam a largura das vias e das conversões, tamanho das calçadas, serviços públicos e drenagem, iluminação das ruas, e paisagismo. Junto com os códigos de construção e de bem estar,

o zoneamento e a subdivisão podem efetivamente controlar a qualidade de novas construções.

“Esse modelo de destinação da área urbana para uma determinada ocupação única foi o padrão do desenvolvimento de baixa densidade e espalhado que as grandes cidades do mundo aceitaram. Eles eram tidos como solução para a perda da qualidade de vida e do congestionamento do tráfego comuns às cidades industriais” (BURCHEL, 1999).

Este modelo pode influenciar o problema social urbano na medida em que determina os custos de novas residências especificando a quantidade de terra necessária para a moradia e o padrão, essa influência aumenta. Por causa do aumento do valor da terra, variações nessa quantidade irão afetar o custo de construção. Neste caso, o zoneamento tende a resultar numa estratificação sócio-econômica.

### 2.3.3 UNIDADE DE VIZINHANÇA

O conceito de unidade de vizinhança é uma área residencial que dispõe de relativa autonomia com relação às necessidades quotidianas de consumo de bens e serviços urbanos. A unidade de vizinhança só deve conter habitações e serviços subsidiários, como escolas primárias, parques e comércio local.

Este conceito foi formulado por Clarence Arthur Perry no contexto do plano de Nova York de 1929, que define assim a unidade de vizinhança (BARCELOS, 2003):

- Tamanho - uma unidade de vizinhança deve prover habitações para aquela população, sua área depende da densidade populacional.
- Limites - a unidade de vizinhança deve ser limitada por todos os lados por ruas suficientemente largas para facilitar o tráfego, ao invés de ser penetrada pelo tráfego de passagem.

- Espaços públicos - um sistema de pequenos parques e espaços de recreação, planejados para o encontro e para as necessidades particulares da unidade de vizinhança devem ser providenciados.

- Áreas Institucionais - locais para escola e outras instituições tendo a esfera de serviço coincidindo com os limites da unidade de vizinhança, devem ser adequadamente agrupadas em lugar central e comum.

- Comércio local - um ou mais locais de comércio básicos adequados à população devem ser oferecidos.

- Sistema interno de ruas - a unidade deve ser provida de um sistema especial de ruas, sendo cada uma delas proporcional à provável carga de tráfego. A rede de ruas deve ser desenhada como um todo, para facilitar a circulação interior e desencorajar o tráfego de passagem.

Observa-se a preocupação com a localização dos equipamentos de consumo comum, principalmente a escola, mas as áreas não residenciais são relegadas no planejamento.

A unidade de vizinhança se tornou o conceito de planejamento mais difundida no mundo. Radburn, Nova Jersey, projetado por Clarence Stein e H. Wright em 1929 como uma aplicação da idéia de Unidade de vizinhança se tornou sinônimo de cidade residencial na era dos automóveis (BARCELOS,2003).

#### 2.3.4 O NOVO URBANISMO

“O novo Urbanismo (ou desenho neotradicional, desenvolvimento orientado a mobilidade, desenvolvimento orientado ao transporte público coletivo e desenvolvimento tradicional) surgiu nos Estados Unidos no final da década de 80. Buscando se inspirar em padrões utilizados antes da II Guerra Mundial, ele procura reintegrar os componentes da vida moderna - habitação, local de trabalho, fazer compras e recreação - em bairros de uso misto, compactos, adaptados ao

pedestre, unido por um sistema de tráfego eficiente” (TDM ENCYCLOPEDIA, 2003).

A ascensão do automóvel e o zoneamento das cidades mudaram os padrões de desenvolvimento da forma da cidade. A rigorosa separação de usos do solo implementada após a Segunda Guerra Mundial causou o que foi convencionalmente chamado de desenvolvimento dos subúrbios, ou espalhamento.

Essa popularização dos subúrbios trouxe um preço alto, privando os centros urbanos dos pedestres, levando a um consumo exagerado de áreas residenciais, com uma densidade muito baixa. O uso do automóvel é alto, porque ele é requerido em quase todas as ações de transporte humano. Aqueles que não possuem carros, ou não dirigem, estão em desvantagem em relação à sua mobilidade.

O Novo Urbanismo é uma reação a esse “espalhamento”. É um movimento crescente, baseado na crença do retorno aos velhos padrões de vizinhança, em comunidades sustentáveis.

Novas comunidades estão provendo seus bairros de modernos locais de convivência e facilidades que os consumidores demandam. Áreas existentes tem incorporado o desenho do Novo Urbanismo implementando por exemplo o Traffic Calming <sup>1</sup>(TDM ENCYCLOPEDIA, 2003) e melhorias para pedestres, repensando os espaços viários, utilizando restrições de estacionamentos, buscando um desenvolvimento mais eficiente para o solo urbano.

#### 2.3.4.1 PRINCÍPIOS DO NOVO URBANISMO

O coração do novo urbanismo está no desenho das unidades de vizinhança (da qual se utiliza o conceito), que STEWTEVILLE (2000) define como:

---

<sup>1</sup> Moderação de Tráfego - nome dado à características de design e estratégias de diminuição da velocidade de viagem dos veículos e do volume de veículos na via (TDM ENCYCLOPEDIA, 2003).



- A vizinhança apresenta um centro distinguível. Ele é frequentemente uma praça, e em algumas vezes uma interseção movimentada. A parada do transporte coletivo deve ser localizada nesse centro.

- A maioria das habitações estão à cinco minutos de caminhada do centro, em média 600 metros.

- Existe uma variedade de tipos de habitações - geralmente casas, casas geminadas e apartamentos - então pessoas de todas as idades, casadas, solteiras, ricas e pobres encontram uma habitação compatível para viver.

- Lojas e escritórios ficam nos limites da vizinhança, com variedade suficiente para suprir as necessidades da vizinhança.

- São permitidos pequenos edifícios no terreno das casas que funcionem como escritórios.

- A escola primária deve ser construída perto o bastante para que a maioria das crianças possam ir caminhando de suas casas.

- Devem existir pequenos parques perto das residências, não distantes mais do que 300 metros.

- As ruas da vizinhança são uma rede conectada, que dissipa o tráfego oferecendo rotas para qualquer local tanto para pedestres como para veículos.

- As ruas são relativamente estreitas e cercadas por fileiras de árvores. Isso diminui a velocidade do tráfego, e cria um meio agradável para pedestres e ciclistas.

- Os prédios da região central são construídos perto das ruas, criando uma área livre bem definida.

- Estacionamentos e garagens fechadas raramente se encontram em frente às ruas. Estacionamento é relegado à parte posterior dos prédios, usualmente acessado por vielas.

- Lugares proeminentes no fim de ruas ou nos centros dos bairros são reservados para prédios cívicos. Esses servem como ponto de encontro da comunidade, atividades educacionais, religiosas e cultural.

- As unidades de vizinhança são organizadas de modo a serem auto-governados. Uma associação formal debate e decide os assuntos relacionados à manutenção, segurança e mudanças físicas. Os impostos são responsabilidade da cidade.

#### 2.3.5 O PLANEJAMENTO SEGUNDO O CONCEITO "SMART GROWTH"

O Smart Growth é um termo para um conjunto de políticas que integram decisões de uso do solo e transporte. Essas medidas encorajam a criação de padrões de uso do solo com maior acessibilidade, melhoram as opções de transporte, criam comunidades mais agradáveis de se viver, reduzindo o custo dos serviços públicos (TDM ENCYCLOPEDIA, 2003).

O conceito do Smart Growth enfatiza a acessibilidade, através da localização próxima de locais de uso freqüente da comunidade. Para isso, a unidade de planejamento é a comunidade local, vizinhança ou vila, que apresenta um uso misto do solo, uma área de um tamanho que permita caminhar para acessar os serviços públicos, que se desenvolve ao redor de uma área comercial. Este conceito contrasta com o planejamento de subúrbio que enfatiza a mobilidade como solução para os problemas de transporte, e tende a planejar comunidades grandes, baseadas no automóvel com poucas considerações ao acesso do pedestre. O Smart Growth reflete o planejamento regional, enquanto o novo urbanismo reflete princípios similares a nível local (TDM ENCYCLOPEDIA, 2003).

Dentro do conceito de Smart Growth procura-se adequar a mobilidade do automóvel com alternativas de transporte público coletivo (ou seja em oposição ao desenvolvimento dependente do

automóvel ou do planejamento do tipo car - free, que proíbe a utilização do carro em certas circunstâncias) e padrões de uso do solo acessíveis, mistos, e eficientes que oferecem ao morador uma gama de opções de densidade e preço, enquanto preserva o espaço verde e áreas comunitárias.

Práticas sínteses das políticas de Smart Growth, adaptadas do Victoria Transport Policy Institute encontradas na TDM ENCYCLOPEDIA, 2003:

- definir plano estratégico que estabeleça uma visão global da comunidade de qual uso individual do solo e decisões de transporte deverão ser apoiadas;

- criar comunidades autocontidas que reduzam a distância média de viagem, e encorajam formas alternativas de transporte, localizando usos compatíveis do solo próximos uns dos outros;

- desenvolver comunidades com características físicas particulares que criem um senso de coesão e orgulho da comunidade, incluindo espaços públicos atrativos, arquitetura de alta qualidade, e elementos naturais que reflitam o caráter único daquela comunidade;

- encorajar o desenvolvimento compacto, de qualidade que permita e encoraje a alta densidade, particularmente ao redor de terminais de transporte e centros comerciais. Reduzir o tamanho dos lotes, recuos, espaços necessários para estacionamentos, e tamanho das ruas. Permitir a transferência de capacidade de desenvolvimento das áreas mais afastadas para as áreas mais centrais. Buscar um desenho urbano de melhor qualidade para solucionar problemas associados com a alta densidade;

- encorajar o desenvolvimento de comunidades que mantenham os agrupamentos pequenos e bem definidos, com nomes e características. Coordenar o desenvolvimento para facilitar a acessibilidade;

- encorajar o desenvolvimento das áreas vazias que reduzam a distância média de viagens e encorajem a caminhada, o ciclismo e o uso do transporte coletivo, aproveitando essas áreas vazias para a construção de novos edifícios, já perto de outros centros de atividades. Encorajar a restauração de edifícios antigos e decadentes;

- mudar os impostos e taxas de utilização estruturando as taxas de propriedades e impostos para refletir o custo mais baixo do serviço público em áreas densas, e dar incentivos econômicos para encorajar os negócios a se localizarem em áreas mais acessíveis;

- concentrar atividades encorajando, assim, as viagens a pé e por transporte público através da criação de nós de alta densidade e usos mistos ligados por um serviço de transporte público convencional;

- encorajar o desenvolvimento orientado ao transporte público aumentando a densidade em áreas com distância de caminhada (400 a 800m) das estações de transporte de alta capacidade e corredores, e prover nessas áreas uma alta qualidade de facilidades para pedestres;

- gerenciar as áreas de estacionamentos para uma maior eficiência, encorajando os estacionamentos rotativos entre outras estratégias. Reservar estacionamentos para veículos com mais de um passageiro, os "veículos caronistas";

- evitar zonas com restrição que requeiram padrões excessivos e inflexíveis para estacionamentos e capacidade viária. Limitar os impactos indesejáveis como barulho, tráfego e odores ao invés de fechar categorias de atividades;

- criar redes de ruas interconectadas que mantenham, se possível, as ruas curvas, particularmente em áreas residenciais. Utilizar o gerenciamento e a moderação de tráfego para controlar os impactos dos veículos ao invés de ruas sem saída e cul de sacs;

- desenho local que encorajem os edifícios a terem as faces para as ruas da cidade, ao invés de afastados atrás de grandes lotes de estacionamento. Evitar grandes áreas de estacionamentos ou outros usos não atrativos nas áreas comerciais;

- melhorar as condições de viagens não motorizadas, encorajando a caminhada e o ciclismo com a melhora das calçadas, caminhos, travessias de ruas, proteção de tráfego veicular rápido, e providenciar amenidades de ruas (árvores, coberturas, bancos, iluminação para pedestre, etc). Melhorar as conexões para as viagens não motorizadas, como trilhas que ligam ruas sem saída;

- implementar programas de gerenciamento de demanda de tráfego que reduzam o tráfego total de veículos e encorajar o uso de modos mais eficientes;

- preservar o espaço verde, espaços abertos, particularmente áreas com grande valor ecológico e recreacional;

- encorajar a mistura de tipos de residências e de preços de residência, não permitir que essas áreas sofram especulações imobiliárias. Desenvolver residências sobre comércios, casas geminadas e planos de compra de casas que ajudem a criar uma vizinhança ao alcance de todos;

## 2.4 PLANEJAMENTO E SUSTENTABILIDADE

Desenvolvimento sustentável:

"É aquele que harmoniza o imperativo do crescimento econômico com a promoção da equidade social e preservação do patrimônio natural, garantindo assim que as necessidades das atuais gerações sejam atendidas sem comprometer o atendimento das necessidades das gerações futuras" BRUNDLAND (1987).

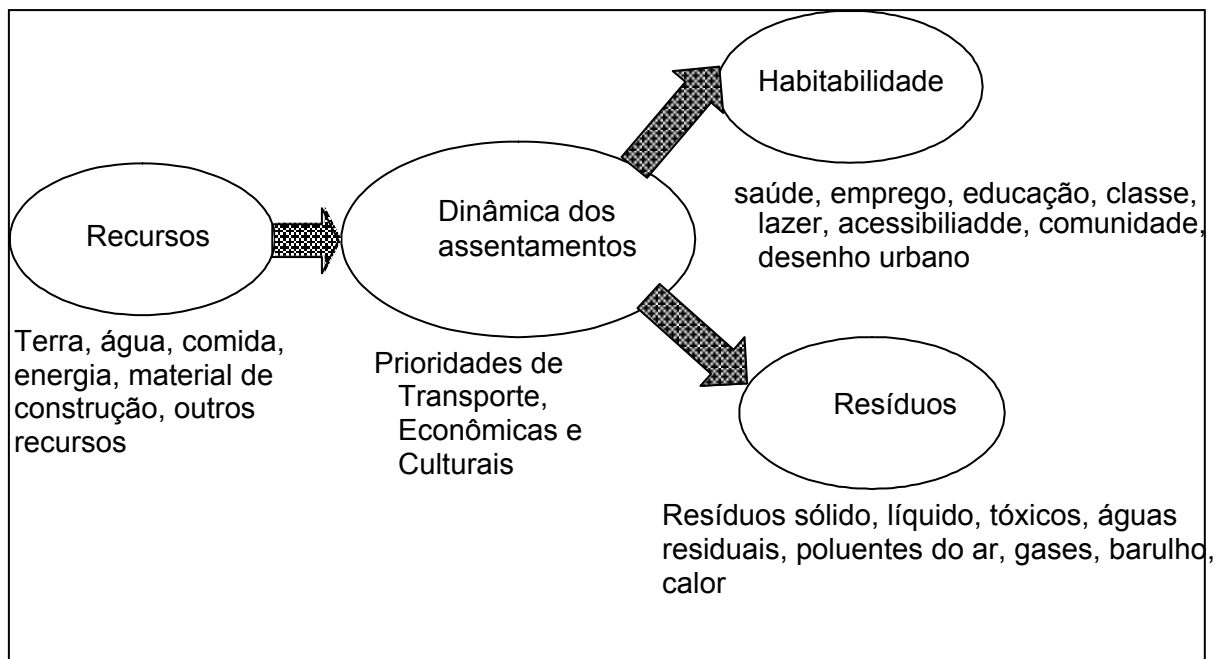
O planejamento regional e urbano está direcionado para as comunidades e sua população, para o uso do solo e as infra-estruturas econômicas através de processos de definição de objetivos, planejamento e regulamentos; o planejamento ambiental converge para o ambiente biofísico das pessoas e das suas comunidades e para os efeitos dos outros processos de planejamento e de desenvolvimento de atividades. (SLOCOMBE, 1993).

WINTERS (apud CUNHA (2000)), afirma que o planejamento sempre integrou princípios de sustentabilidade (definição de objetivos e programas de longo prazo, inter-relação entre dimensões sociais, econômicas e ambientais, proteção de recursos escassos e promoção de estratégias de reconversão e proteção ambiental).

Segundo Owens (apud CUNHA, 2000) "apesar de existirem limites para além dos quais crescimento e desenvolvimento se tornam insustentáveis, o planejamento territorial pode constituir numa contribuição para tornar esses limites mais elásticos."

#### 2.4.1 A CIDADE SUSTENTÁVEL

Segundo NEWMAN & KENWORTHY(1999) é possível definir a meta de sustentabilidade das cidades como a redução do uso dos recursos naturais e da produção de resíduos, enquanto simultaneamente melhora-se a qualidade de vida, dentro da capacidade do ecossistema local. Nesta meta baseia-se o modelo para assentamentos humanos dado por NEWMAN & KENWORTHY 1999(apresentado na FIG. 2.1).



**FIG. 2.1 Modelo de Newman & Kenworthy**

A base deste modelo é o sistema biológico, tudo o que entra deve sair, ou seja quanto maiores os recursos consumidos, maiores os resíduos. Assim o melhor meio de controlar a saída é controlando a entrada.

Segundo NEWMAN & KENWORTHY (1999) este modelo metabólico é um meio efetivo de se criar uma visão holística da sustentabilidade da cidade. Ele permite a criação de indicadores de sustentabilidade relacionados com:

- Energia e qualidade do ar
- Água, matéria prima e resíduos
- Terra, áreas verdes e biodiversidade
- Transporte
- Serviços públicos e saúde

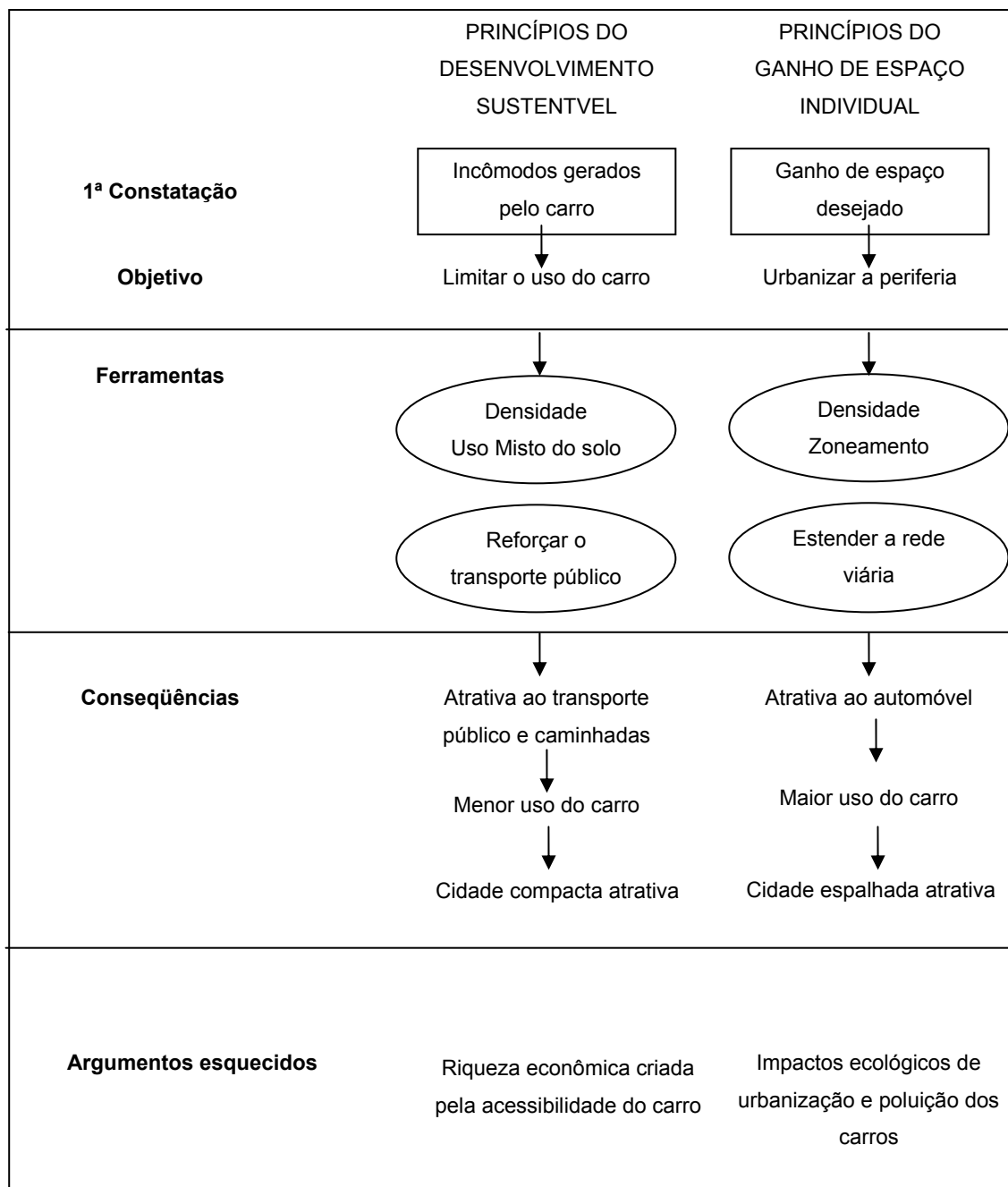
Os indicadores indicam os aspectos onde estão existindo melhoras ou pioras em relação aos recursos consumidos e seus conseqüentes resíduos.

Ainda para NEWMAN & KENWORTHY (1999) nos países subdesenvolvidos, a sustentabilidade das cidades tem sido

apresentada como uma solução, visto que a preocupação com o ambiente de forma geral abrange uma gama de questões que vão da produção de alimento, consumo de energia, gerenciamento do transporte e do lixo até a eliminação da pobreza, a proteção das fontes geradoras de energia e a requalificação da vida cultural urbana.

COSTA (2001) apresenta a FIG. 2.2 onde compara a filosofia de planejamento sustentável com o planejamento de baixa densidade.





Fonte: COSTA(2001) Adaptado de Fouchier (1997)

FIG. 2.2 Comparação entre duas filosofias de planej. urbano

#### 2.4.2 AGENDA 21

A Agenda 21 Global é um documento consensual para o qual contribuíram governos e instituições da sociedade civil de 179 países num processo que culminou com a realização da

Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), em 1992, no Rio de Janeiro, a ECO 92. A Agenda 21 traduz em ações o conceito de desenvolvimento sustentável (CIDADES SUSTENTÁVEIS, 2003).

A Agenda 21 brasileira está dividida em seis grandes áreas temáticas: 1- cidades sustentáveis, 2- agricultura sustentável, 3- infra-estrutura e integração regional, 4- gestão dos recursos naturais, 5- redução das desigualdades sociais, 6- ciência e tecnologia e desenvolvimento sustentável.

A nível local, existem as Agendas 21 do município, bairros, ruas, etc.

Os indicadores de sustentabilidade sugeridos seriam:

- redução de desperdício de recursos (naturais, financeiros, humanos)
- controle e prevenção da degradação ambiental;
- redução do volume de lixo e tratamento do mesmo;
- melhoria nas condições de moradia, saneamento e provisão de água;
- melhoria no nível de saúde (higiene e prevenção) e educação básica;
- oportunidades para cultura, lazer e recreação;
- promoção de oportunidades para trabalho (CIDADES SUSTENTÁVEIS, 2003);

## 2.5 PLANEJAMENTO URBANO NAS CIDADES BRASILEIRAS

### 2.5.1 EVOLUÇÃO

A urbanização brasileira caracterizou-se, depois da década de 60, pela expansão desordenada da periferia das grandes cidades. Isto pode ser constatado facilmente na imagem de

loteamentos destituídos de infra-estrutura básica ao redor da cidade, loteamentos estes inclusive de início ilegais, que o poder público, por pressão dos moradores, e por incapacidade de remanejamento destes, tornava legal, num processo desordenado que chega aos dias de hoje convertido em cidades espalhadas e mal servidas de infra-estrutura.

Estas extensões da cidade foram parceladas e ocupadas sem levar em conta padrões de qualidade ambiental, regulamentações urbanísticas ou quaisquer outras regulamentações que garantissem ao proprietário, normalmente pessoas de baixa renda, inclusive o direito legal à propriedade.

O modelo de ocupação comprometia a qualidade de vida da cidade.

O Governo Federal, para reverter o quadro de deterioração urbano-ambiental das cidades, instituiu a Lei nº 6.766/79, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano (BRASIL,1979). Essa lei, que ficou conhecida como Lei Lehman, estabelecia exigências mínimas de padrões urbanísticos necessários para aprovar a implantação do loteamento urbano: drenagem de águas pluviais, redes de abastecimento de água potável e esgotamento sanitário, energia elétrica pública e domiciliar e as vias de circulação, pavimentadas ou não (BASTOS 2003).

A lei estabelecia ainda, limites para a ocupação do solo observando cuidados com a preservação do meio ambiente. Determinava que os loteamentos deveriam reservar (sem edificações) uma faixa de 15 metros de cada lado ao longo de cursos d'água, rodovias, ferrovias e dutos, e exigia a doação para o Poder Público de, no mínimo, 35% da área da gleba a ser loteada para a implantação de sistema de circulação, áreas verdes e equipamentos como escolas, creches, posto de saúde, etc. salvo loteamentos destinados ao uso industrial, com lotes maiores que 15.000 m<sup>2</sup> (BASTOS 2003).

As alterações introduzidas na lei de parcelamento do solo urbano, pela Lei 9.785 (BRASIL,1999) , flexibilizaram os parâmetros urbanísticos (taxas ou indicadores que são o tamanho mínimo dos lotes e o coeficiente de aproveitamento) exigidos no parcelamento do solo urbano, dando maior autonomia aos municípios para a execução de sua própria política urbana (BASTOS 2003).

## 2.5.2 O ESTATUTO DA CIDADE

Em 10 de julho de 2001, foi sancionada a Lei 10.257 autodenominada de o ESTATUTO DA CIDADE (EC).

A lei, desde seu primeiro artigo, objetiva regular o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental. Além disso, coloca como uma das diretrizes da política urbana a ordenação e controle do uso do solo visando evitar a poluição e a degradação ambiental. (SAULE, 2000).

O Estatuto da Cidade também apresenta em seus objetivos a adequação da infra-estrutura urbana ao uso do solo (artigo 2º, inciso IV, BRASIL 2001) e a sustentabilidade ambiental, social e econômica do município através de padrões da expansão urbana compatíveis (Artigo 2º, inciso VIII, BRASIL, 2001).

A estrutura do estatuto da cidade divide-se em cinco capítulos, que tratam respectivamente de: diretrizes gerais; instrumentos de política urbana; plano diretor; gestão democrática da cidade; e disposições gerais assim definidas:

- Diretrizes gerais que define o objetivo da política urbana, qual seja, o de ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana e traz orientações sobre a forma de alcance desse objetivo.

- Instrumentos de política urbana que regulamenta o art. 182, parágrafo 4º, da Constituição Federal, que dispõe sobre

as sanções a serem aplicadas, quando necessárias, à manutenção de terrenos já urbanizados em ociosidade. Além disso, este capítulo disciplina outros institutos jurídicos relevantes: a usucapião especial urbana (art. 183 da Constituição), o direito de superfície, o direito de preempção, a outorga onerosa, as operações urbanas consorciadas, a transferência do direito de construir e o estudo de impacto de vizinhança.

- Plano diretor que define os parâmetros básicos a serem seguidos pelos municípios no cumprimento da obrigação constitucional de elaboração desse plano. O Plano diretor é o "instrumento básico da política de desenvolvimento expansão urbana".

- Gestão democrática da cidade que procura garantir mecanismos de participação da sociedade civil na gestão urbana.

- Disposições gerais em que se altera a lei da ação civil pública e a lei de registros públicos, de forma a adequá-las às disposições do estatuto da Cidade, bem como traz a penalidade aos Prefeitos que a desobedecerem ou não procederem conforme a regra geral instituída no EC. (BRASIL,2001).

O planejamento passa a ser cotidiano dos administradores públicos, não sendo mais o diferencial dos bons administradores.

O município tem a obrigação, através da elaboração de Plano Diretor ou Lei Municipal, de definir os usos permitidos e os índices urbanísticos de parcelamento e ocupação do solo, tais como o tamanho mínimo dos lotes e o coeficiente de aproveitamento, levando em conta a função social da propriedade urbana e o direito de todos à cidade, abordando o tema do parcelamento do solo urbano.

Como garantia do interesse social, a legislação municipal estabelece que pelo menos 35% da gleba parcelada deve ser

reservada para uso social e ambiental. Dessa área, normalmente se faz a seguinte divisão (BASTOS 2003):

a) 15 a 20% para sistema viário;

Deve-se destinar de 15 a 20% para o sistema viário, evitando que seja sub-dimensionado, ou poderá se transformar em um obstáculo ao desenvolvimento da cidade, exigindo recursos para a desapropriação quando houver aumento do volume de tráfego. Além desse inconveniente, o cenário futuro poderá ser o de áreas urbanas destituídas do acesso aos serviços públicos básicos.

b) 10 a 15% para área verde;

Deve-se destinar de 10 a 15% da gleba para área verde e áreas institucionais. As praças e as áreas verdes são espaços importantes nas cidades não só do ponto de vista ecológico, mas também por serem lugares de encontro da comunidade, que devem ser conservados pelo poder público e pela comunidade.

c) 5 a 10% para área institucional.

A variação se deve a influência de contingências locais e imposições das instituições públicas. No entanto, como referência, são extremamente úteis ao planejamento urbano

### 2.5.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE O PLANEJAMENTO NAS CIDADES BRASILEIRAS

O processo de urbanização das cidades brasileiras vem se caracterizando pela descontinuidade e desarticulação das áreas urbanas e existência de grandes espaços intersticiais na configuração territorial, associando-se ainda, à pobreza e ao desequilíbrio do meio ambiente natural mediante ao parcelamento indiscriminado do solo e invasão de terras.

O instrumento de planejamento que surge para ordenar este crescimento e urbanização é o Plano Diretor Municipal.

O Plano Diretor Municipal, em geral, segue as seguintes etapas nas suas proposições :

- macrozoneamento;
- diretrizes de política territorial e urbana;
- propostas de intervenções viárias e de localização de grandes equipamentos;
- parâmetros gerais de normatização de uso, de ocupação e parcelamento do solo;
- indicação de situações e parâmetros de aplicabilidade dos instrumentos de política urbana expressos na Lei Orgânica;
- indicações de ações públicas setoriais fundamentais ao desenvolvimento territorial.

No que diz respeito aos parâmetros de uso e ocupação do solo, verifica-se que nestes não existem restrições quanto ao tipo de uso do solo em relação ao tipo de via que o serve, salvo o uso industrial nas vias locais que são exclusivas para áreas residenciais. Assim, as características de ocupação estão relacionadas com os tipos de vias que normalmente são divididas em :

- Arteriais - com a possibilidade do uso do solo para atividades industriais de médio porte, pequeno porte, serviços, comércio e residências.
- Coletoras - para atividades industriais de pequeno porte, comércio e serviços com expansão limitada e residências.
- Locais - que permitem o uso residencial com baixa incidência dos outros usos.
- Especiais - como calçadas, ciclovias, que devem ser tratadas como estímulo ao transporte não motorizado e não apresentam restrições quanto a zona de uso. No capítulo 4 serão tratadas mais detalhadamente as vias e suas capacidades.

Os usos são também normalmente divididos em 4 grandes grupos, residenciais (que inclui o uso misto), comerciais e

industriais, com os usos especiais ou áreas de preservação ambiental também aparecendo de acordo com a localização e prioridades de desenvolvimento da cidade. Os tipos de uso serão apresentados no capítulo 3.

Nos planos diretores e de uso e ocupação do solo pesquisados (Belo Horizonte(2000), Salvador (1998), São Paulo (2002)e Campo Grande (1995)) observa-se uma preocupação com o assunto ocupação do solo e a malha viária, mas ela é reticente quanto a uma determinação mais precisa da possibilidade do uso: quase todos os usos são permitidos em todas as vias, numa hierarquização do uso do solo, e não do sistema viário.

Como exemplo, já citou-se que as vias arteriais podem ser ocupadas por residências até mesmo por indústrias. Isso se deve à mentalidade do poder público de que o tamanho da via é adequado para receber um fluxo intenso, o que pode ser correto sob um ângulo, mas se visto sob a ótica da sustentabilidade, que deveria ser o eixo dos planos diretores, fica a dever nos quesitos:

- da ocupação racional do solo- quando essas vias se encontram em áreas afastadas da cidade;
- qualidade de vida da população - porque esse tipo de via tem a finalidade de dar mobilidade ao automóvel, tendendo a beneficiar apenas o usuário-proprietário da automóvel, deixando o transporte público em segundo plano;
- oneroso para o poder público - porque este precisa levar a infra-estrutura básica de água, energia , esgoto, transporte público e equipamentos sociais para a população estabelecida no seu entorno.

O transporte coletivo público também aparece nos planos sempre com destaque, mas também é tratado como se a existência da malha viária bastasse para a colocação da linha e para a resolução dos problemas de mobilidade. De novo existe uma falha na elaboração destes textos e leis, pois o adensamento



da área e até a sua posição relativa na cidade também deveriam ser tratados com a mesma importância, por se tratar de um serviço caro e em alguns casos subsidiado pela prefeitura, e que normalmente opera sub-utilizado.

## 2.6 O TRANSPORTE URBANO E SUA MARCA NA CIDADE

A conexão transportes-uso do solo é um conceito importante tanto para os planos de uso do solo como para os planos de transporte. Mudanças na localização, tipo e densidade de uso do solo, mudam as escolhas de viagens das pessoas, assim como mudam os padrões de transporte. O transporte afeta o uso do solo dando meios para movimentação dos bens, das pessoas e da informação de um local para o outro (1000 FRIENDS OF OREGON, 1997 (a)).

O transporte urbano compreende o deslocamento de pessoas e produtos realizado no interior das cidades. Está organizado em transporte coletivo, individual e de carga. Em várias circunstâncias, esses modos são complementares, mas algumas vezes eles podem estar competindo pelo uso da área disponível ou pela infra-estrutura de transporte.

O propósito do transporte coletivo é dar acesso pelo meio público à movimentação entre partes específicas da cidade. A sua eficiência é baseada no transporte de massa e na economia de escala. Estão dentro desse modo os trens, ônibus, bondes, metrô.

O transporte individual inclui o carro, a moto, a bicicleta e as viagens a pé. A maioria das pessoas anda para satisfazer suas necessidades básicas, mas de acordo com a cidade, esse número pode variar. Em Tóquio, 88% dos movimentos dentro da cidade correspondem a caminhada, em Los Angeles isto representa somente 3% (RODRIGUE, 2003).

O transporte de cargas é o responsável pela movimentação de cargas nos centros urbanos. Ele caracteriza-se pela circulação de caminhões de entrega para as indústrias, os armazéns e comércios e para terminais maiores como portos, garagens e centros de distribuição (RODRIGUE, 2003).

Antes do automóvel, menos de 10% das terras das cidades eram voltadas para transporte de modo geral (RODRIGUE, 2003), mas isso mudou drasticamente. Com o aumento da mobilidade das pessoas e das cargas, uma crescente área da cidade foi voltada para a alocação da circulação.

Numa mesma cidade pode-se observar a forma impressa pelo transporte na sua estrutura. Os maiores componentes desse marca na cidade, impressa pelo transporte urbano são (RODRIGUE, 2003):

- Áreas de pedestres:

Referem-se à quantidade de área voltada ao pedestre. Este espaço é freqüentemente dividido com as vias. À calçadas se destinam de 10 a 20% da área destinada as vias. Nas áreas centrais, as calçadas tendem a serem usadas somente para pedestres, devido ao fluxo destes ser alto. Entretanto, em outros lugares, num contexto motorizado, observa-se a utilização das calçadas como estacionamentos de automóveis, reduzindo a área de circulação para o pedestre.

- Vias e áreas de estacionamento:

Referem-se à quantidade de espaço voltado a vias (onde circulam os automóveis), que apresentam dois estados de atividade, em movimento ou estacionados. Numa cidade motorizada, em média 30% da superfície urbana é voltada para estradas enquanto outros 20% são voltadas para estacionamentos. Na América do Norte entre 30 a 60% da superfície da cidade é usada para ruas e estacionamentos.

- Áreas de ciclismo:

Numa forma desorganizada, o ciclismo simplesmente divide espaço com os automóveis. Entretanto, têm-se criado espaços específicos para bicicletas nas áreas urbanas, como pistas reservadas e facilidades para estacionamento.

- Sistema de transporte coletivo:

Muitos sistemas de transporte coletivos, como ônibus e bondes, dividem espaço nas ruas com os automóveis, o que frequentemente diminui a sua eficiência. Outros, como metrô e trens têm sua própria infra-estrutura, com pistas segregadas e uma maior eficiência. Muitos programas para mitigar congestionamentos resultaram na criação de pistas reservadas para ônibus. O transporte coletivo contribui para uma ocupação racional do solo, favorecendo o adensamento populacional e a concentração de comércio e serviços, assim como a diminuição do consumo de energia por passageiro transportado, expressivamente mais econômico do que o transporte individual pelo automóvel (COSTA, 2001).

- Terminais de transporte:

Referem-se à quantidade de espaço voltado a terminais como portos aeroportos, estações e centro de distribuição. Muitos terminais de grande porte estão localizados na periferia das cidades, por normalmente apresentarem terrenos grandes o suficiente à um preço menor.

## 2.7 O PLANEJAMENTO URBANO E O PLANEJAMENTO DA CIRCULAÇÃO

“Planejamento da circulação é a atividade ligada ao trânsito, ou seja, aquela que define como a infra-estrutura viária poderá ser utilizada por pessoas e veículos”.

“Esta definição envolve também as atividades de administração do aparato de trânsito, de fiscalização sobre o comportamento dos usuários e de promoção da educação para o trânsito. Ao definir como as vias podem ser usadas, o planejamento da circulação influencia a escolha dos caminhos e dos meios de transporte que têm melhores condições de serem utilizados. O planejamento da circulação está ligado aos órgãos municipais de trânsito ou então incluído na secretaria municipal de transportes” (ANTP, 2003).

O trânsito urbano caracteriza-se por ser uma dinâmica contínua entre as vias terrestres (ruas, avenidas, etc.) e o cidadão. O sistema de trânsito é fundamental para o desenvolvimento urbano, pois permite ao cidadão locomover-se para a satisfação das suas necessidades e, conseqüentemente, as necessidades da cidade. Além disso, é por onde os cidadãos exercem seu direito constitucional de ir e vir em busca de seu bem estar. Por ter essa importância, os problemas relacionados ao trânsito, como altas taxas de congestionamentos e de acidentes, deveriam ser prioritários aos governos.

O Código de Trânsito Brasileiro - CTB (1998), instituído pela Lei 9.503, de 23 de setembro de 1997, e em vigor a partir de janeiro de 1998, é o instrumento legal para balizamento das ações do Estado relacionadas com a melhoria das condições de mobilidade, acessibilidade, segurança e fluidez do trânsito para o benefício do cidadão (BRASIL, 1998) .

O artigo 24 do código determina que cada cidade seja responsável pela organização e controle das atividades relacionadas ao trânsito local, através dos órgãos municipais de planejamento, operação e fiscalização (BRASIL, 1998). Essa função, entretanto é reduzida à execução de obras de pavimentação e drenagem na maioria dos municípios brasileiros. Em outros, a municipalidade ainda oferece um sistema de controle semaforico, sistema de transporte público e de guardas municipais para a ordenação do trânsito. Entretanto,

um planejamento real, que leve em consideração o impacto do tráfego no meio urbano, e vice-versa, é raro.

O desenvolvimento proposto pelo código não se restringe à gestão do trânsito, abrangendo outras áreas de administração municipal, como o planejamento, meio ambiente e obras. Como já comentado repetidas vezes, o crescimento da cidade ocorre sem controle, sem regulamentações específicas. De novo a periferia das cidades é exemplo deste crescimento insalubre, normalmente essas áreas têm baixa acessibilidade e são deficientes em serviços de infra-estrutura até em serviços sociais.

Uma gestão mais integrada do trânsito, transporte e uso do solo pode gerar um melhor aproveitamento dos recursos públicos revertendo em melhorias no tráfego, meio ambiente e segurança para a população.

A melhoria das condições de circulação de pedestres e bicicletas e dos transportes não motorizados, induzindo a um menor uso do automóvel particular, também na busca de uma maior sustentabilidade da cidade, é também citada no código. Esta melhoria, em parte, pode ser alcançada pela utilização de técnicas de Traffic Calming que serão apresentado a seguir.

#### 2.7.1 O MODELO DE TRAFFIC CALMING

“Traffic Calming (Moderação de tráfego) são várias características de desenho e estratégias de redução da velocidade de viagem dos veículos e do volume de viagens numa via. O projeto de Traffic Calm pode variar desde modificações pequenas em uma rua à uma total modificação de desenho de uma rede de ruas.

“As mudanças no desenho das ruas dão grande ênfase ao pedestre, ciclistas e moradores. Normalmente envolve mudanças nas características das ruas, com acomodação de faixas de ciclistas, calçadas e espaços verdes. Essas mudanças, como o alargamento de calçadas e o melhoramento de

travessias para pedestres, também facilitam a locomoção das pessoas com necessidades especiais, além de melhorar a segurança em geral” ( TDM ENCYCLOPEDIA, 2003).

As estratégias de Traffic Calming são listadas na TAB. 2.1 adaptada de MONTEIRO(2004) :

**TAB. 2.1 Estratégias de Traffic Calming**

Estratégia	Descrição
Ondulação	Porção elevada da via com perfil circular colocada em ângulo reto em relação à direção do tráfego. Construídas de meio-fio a meio-fio ou afilada nas pontas, junto ao meio-fio, por questões de drenagem.
Plataforma	Porção elevada da via colocada em ângulo reto em relação à direção do tráfego. É um tipo de ondulação construída com perfil plano (plataforma propriamente dita) e rampas (seção inclinada das plataformas, almofadas e platôs). É construída de meio-fio a meio-fio.
Almofada (speed cushion)	Porção elevada da via colocada em ângulo reto em relação à direção do tráfego, sendo que o perfil plano estende-se sobre parte da faixa de tráfego, com largura menor que a bitola de um ônibus convencional, mas maior que a bitola média dos veículos leves, desta forma os ônibus e veículos pesados não são afetados.
Platô (Interseção elevada-speed table)	É uma seção elevada da via da mesma altura da calçada, compreendendo toda a interseção, construída com perfil plano e rampas. O platô pode ser implementado em trechos de vias, neste caso sobre uma extensão maior que a de uma ondulação.
Sonorizadores	Os sonorizadores - faixas sonorizadoras e barras de trepidação - são pequenas áreas elevadas de um lado ao outro da pista de rolamento (em ângulo de 90° em relação à direção do tráfego), que são projetadas primeiramente para alertar os motoristas e incentivá-los a desacelerar devido à existência de uma situação de perigo. Os dispositivos têm o efeito de provocar fortes vibrações através do veículo, para o motorista e passageiros, além do ruído.
Ponto de Estrangulamento	É uma redução da largura da seção transversal da via, nos dois sentidos de circulação simultaneamente. É possível de ser construído para apenas um dos sentidos de circulação da via, alternadamente. Permite que dois carros passem um pelo outro com velocidade baixa, mas um carro e um veículo grande teriam dificuldades em passar, ou permite apenas a passagem de um veículo por vez, através de maior redução da largura.
Chicana	É um tipo de ponto de estrangulamento implementado em lados alternados. O deslocamento lateral deve ser severo para forçar a mudança da trajetória retilínea.
Estreitamentos de Vias	Ao contrário dos pontos de estrangulamento, os estreitamentos de vias são implementados ao longo de toda a extensão a ser tratada.
Rotatória	É uma interseção em círculo, cujo projeto varia da forma simples à elaborada, incluindo jardins, fontes, estátuas e esculturas no centro da rotatória.
Redução do Raio de Giro	Alterações na geometria das interseções reduzindo o raio de giro nas esquinas
Fechamento de Vias	É a interrupção da continuidade do tráfego veicular através da colocação de obstáculos físicos. Pode ser implantado em interseções ou em seções da via e, em ambos os casos, é necessário prover áreas de manobra.
Mudança de Revestimento (tipo, cor)	É o recobrimento parcial ou total da pista de rolamento e da calçada. Envolve a mudança da textura do revestimento buscando aprimorar a aparência do local a ser tratado, mas mantendo sua identidade. É usada principalmente em vias de centros históricos, em vias estreitamente comerciais e em locais com mérito paisagístico.
Arborização /	Utilização de árvores, jardins e vegetação como elementos

Vegetação	paisagísticos.
Entradas e Portais	Dispositivos construídos com elementos verticais para obter o efeito de portal. Indicam a entrada de áreas ambientais, vilarejos ou áreas especiais tais como centros históricos
Espaço Compartilhado	É definido como o abandono da tradicional divisão entre a pista e a calçada, neste espaço o pedestre tem liberdade de movimentos e os veículos trafegam na velocidade de caminhar.

Fonte: MONTEIRO, 2004.

Os efeitos esperados do Traffic Calming no uso do solo são um uso misto, uma maior ocupação da área urbana e um desenvolvimento orientado ao pedestre que reduz o uso do automóvel e conseqüentemente a dependência do carro.

## 2.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O planejamento urbano tem evoluído rapidamente desde a década de 60, com preocupações com a história, economia e integração social. A questão não é mais se o plano é ou não necessário, mais o quanto abrangente o plano deve ser.

Atualmente, o planejamento urbano tende a integrar o desenvolvimento humano com a sustentabilidade do ambiente em que ele vive. Conforme visto neste capítulo, em algumas teorias de planejamento urbano procura-se associar as características do sistema de transporte ao plano de urbanização, contribuindo para a sustentabilidade das cidades.

A busca da sustentabilidade das cidades é a saída para a manutenção da qualidade de vida da população, mas essa sustentabilidade requer um planejamento apurado e não deve ser definido por pressões políticas.

No Brasil, onde a urbanização caracteriza-se pela desarticulação das autoridades públicas, a busca por essa sustentabilidade pode ter como marco a promulgação do Estatuto da Cidade, em 2002.

O estatuto, além de ter a função primeira de democratizar a ocupação da área urbano, enfatiza a necessidade de se integrar as características de uso do solo com os sistemas de transporte, trazendo para a realidade brasileira uma

preocupação com os resultados de um planejamento urbano mal dimensionado. A influência do sistema de transportes no uso do solo, ou seja , a integração natural que existe entre estes tópicos, será apresentada no capítulo a seguir.



### 3 TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO URBANO

#### 3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A caracterização do espaço urbano, ou seja, a observação de suas formas e sua relação com a estrutura de transporte, é importante para a identificação de impactos que podem ocorrer no desenvolvimento urbano.

Para CERA (2003) existe uma relação entre a forma da cidade e as viagens que ocorrem dentro dela. E essa não é uma relação unilateral, observa-se que historicamente está ligada a tecnologia de transportes utilizada.

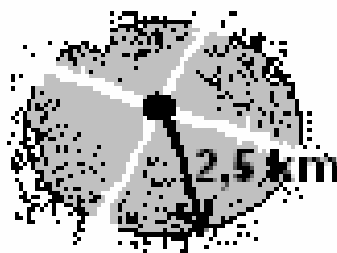
A forma da cidade, de certa maneira, sustenta as funções vitais da mesma. Assim neste capítulo apresenta-se a influência dos transportes nas formas características que as cidades adquirem ao longo dos anos. Além disso também são definidos aqui dois conceitos fundamentais para o planejamento urbano e de transporte, acessibilidade e mobilidade.

#### 3.2 ERAS DO TRANSPORTE

O desenvolvimento urbano pode ser dividido em eras relacionadas com um modo de transporte diferente (NEWMAN & KENWORTHY.1999):

- **A era do pedestre** (1800-1890) - onde o meio dominante de transporte era a pé. As cidades do pedestre tinham tipicamente menos do que 5km de diâmetro (FIG. 3.1), fazendo ser possível andar desde o centro aos limites da cidade em mais ou menos 30 minutos. O uso do solo era misto e a densidade alta (100 a 200 pessoas /ha). As cidades eram compactas de forma mais ou menos circular. O desenvolvimento dos serviços de transporte

coletivo na forma do serviço de bondes à tração animal estenderam o diâmetro da cidade, mas não mudaram a estrutura urbana. As linhas férreas facilitaram as primeiras mudanças reais na mudança da morfologia urbana. Dentro dos limites da cidade, as linhas de trem também disputavam espaço com as carruagens e charretes.



Fonte: FERRARI, 1986

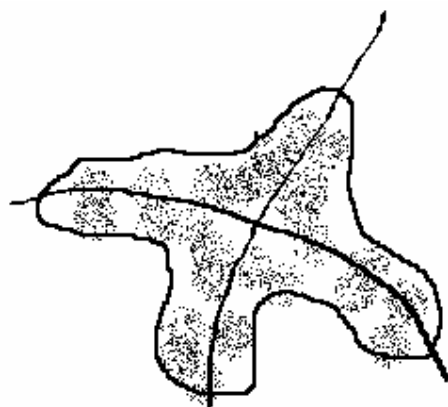
FIG. 3.1 Cidade do pedestre

Muitas cidades hoje apresentam áreas que mantêm as características de uma cidade de pedestres, como os centros das cidades medievais da Europa. Algumas cidades dos países em desenvolvimento e subdesenvolvidos também apresentam a alta densidade, uso misto do solo, e características de cidades de pedestres.

- **Era do transporte coletivo** (1890 - 1920) - ocorreu com a invenção do motor à tração elétrica que revolucionou a movimentação urbana. A primeira linha de trolley elétrico foi inaugurada em 1888 em Richmond, Virginia. A velocidade de operação do trolley era três vezes maior do que das charretes. A cidade se espalhou por 30 a 20 km ao longo das linhas do transporte, criando uma forma padrão irregular e estrelada, vista na FIG. 3.2. A periferia da cidade tornou-se uma área de rápido desenvolvimento residencial. Os corredores tornaram-se faixas comerciais e o centro da cidade foi cada

vez mais entrincheirado como uma área de uso misto e de alta densidade. A densidade global foi reduzida.

Ainda hoje, mesmo com a predominância do automóvel sobre o transporte coletivo, encontramos este tipo de cidade, onde se reconhece estes sub-centros, e os entroncamentos de vias principais de transporte público, que ainda são centros de atração. Este também é o modelo de muitas cidades planejadas para serem orientadas ao transporte coletivo.



Fonte: FERRARI, 1986

FIG. 3.2 Cidade do Transporte Coletivo

- **Era do automóvel** (1930) - o automóvel foi introduzido na Europa e na os Estados Unidos em 1890, mas era restrito pelo alto valor do carro. Com a técnica da fabricação em linha, apresentada por Henri Ford em 1920, a taxa de proprietários aumentou dramaticamente. Na década de 30, os automóveis tornaram-se comuns, causando mudanças no uso do solo, atraindo a população para áreas dispersas dos subúrbios (FIG. 3.3), pelo acesso fácil à uma terra mais barata. As companhias de transporte coletivo entraram em colapso, e logo tiveram que ser subsidiadas pelo poder público (NEWMAN & KENWORTHY ,1999).

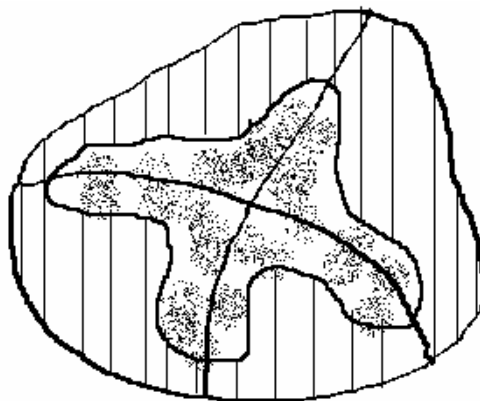
O uso do automóvel (assim como do ônibus) como o principal meio de transporte no mundo foi acelerado após a II Guerra Mundial, e progressivamente moldou as cidades. Ele tornou

possível o desenvolvimento em todas as direções, primeiro margeando as linhas de trem, e depois indo para longe.

As baixas densidades tornaram-se mais possíveis, e como reação as cidades industriais, os planejadores começaram a separar centros residenciais dos centros de negócios pelo zoneamento. Isso também aumentou as distâncias de viagem para o trabalho e lazer.

O transporte passou a ser, de início, uma preocupação a menos para os governos, que relegavam o transporte público ao segundo plano. Depender do automóvel era uma condição urbana.

As cidades cresceram praticamente 50 anos sob essas condições, sustentadas basicamente pelo automóvel, e na crença de que o carro as levaria onde quisessem, esbarrando hoje nas distâncias de viagens que já são incômodas até mesmo para o automóvel. Algumas cidades desenvolveram tecnologias de transporte coletivo de alta velocidade para alcançar essas regiões, distantes até 80Km do centro, mas isso requer um investimento muito alto o que restringe essa solução (NEWMAN & KENWORTHY, 1999).



Fonte: FERRARI, 1986

FIG. 3.3 Cidade do Automóvel

A realidade da maioria das cidades modernas é o encontro desses três padrões de desenvolvimento, distintos pelos seus

padrões de desenvolvimento e densidade (NEWMAN & KENWORTHY, 1999).

### 3.3 ACESSIBILIDADE E MOBILIDADE

Existem dois conceitos importantes para a compreensão da conexão transporte-uso do solo: a acessibilidade e a mobilidades. (1000 FRIENDS OF OREGON, 1997 (b))

RAIA JR. (2000) faz uma revisão dos conceitos de acessibilidade e mobilidade e verifica que eles são tratados de forma isolada, ainda que alguns autores dêem a ambos uma importância igual e características de complementaridade mútua. Essas definições não raramente são contrastantes. Neste trabalho estes conceitos estão baseados nas seguintes definições:

- Acessibilidade refere-se à capacidade de atingir determinado lugar, ou seja, a facilidade com que o indivíduo, num ponto qualquer, pode ter acesso a todos os lugares de uma determinada região, por meio de vias de transporte.

O mesmo autor define acessibilidade como sendo uma medida de esforço para se transpor uma separação espacial, caracterizada pelas oportunidades apresentadas ao indivíduo ou grupo de indivíduos, para que possam exercer suas atividades, tomando parte do sistema de transportes. Ela torna possível o acesso de indivíduos aos locais de emprego, lazer, estudo, compras, equipamentos públicos, e é função tanto do uso do solo quanto às características do sistema de transporte. Essa relação entre o uso do solo, transportes e acessibilidade pode ser notada nas regiões da cidade, onde a região central mais densamente povoada, com menores distâncias entre origem e

destino e maior oferta de vias e de meios de transportes é também a mais acessível.

- Mobilidade refere-se à facilidade com a qual o deslocamento pode ser feito. Essa facilidade de movimento do indivíduo está ligada diretamente ao sistema de transportes que ele usufruirá, então se o sistema de transporte da cidade for baseado no automóvel, podemos dizer que os proprietários de carro têm uma mobilidade maior do que os desprovidos deste meio de transporte.

Essa definição de mobilidade é a que melhor se enquadra na situação do planejamento de transportes das cidades brasileiras (que depende mais dos recursos existentes para obras viárias do que de qualquer tipo de preocupação formal com o planejamento), que preconiza que o melhor modo de se atingir a mobilidade é o automóvel, e então oferece meios para essa mobilidade irrestrita através da construção de rodovias. Porém, essa oferta gera normalmente uma demanda maior do que a esperada, saturando assim essas mesmas vias e limitando novamente o deslocamento.

A meta do planejamento de transportes no século passado (principalmente na segunda metade) foi aumentar a mobilidade das pessoas, principalmente com o uso do automóvel, imaginando que isso também aumentaria a acessibilidade ou simplesmente ignorando este outro parâmetro. O *Highway Capacity Manual* (2000), por exemplo, tem a mobilidade como balizadora de suas recomendações, pois mede a facilidade de viagens através de uma relação de Volume/ capacidade (das vias).

Atualmente, busca-se uma avaliação conjunta da acessibilidade-mobilidade, como forma de dar uma maior qualidade de vida ao cidadão, onde o acesso e a qualidade do transporte oferecido são satisfatórios.

### 3.3.1 FATORES DE USO DO SOLO QUE AFETAM A ACESSIBILIDADE

Para LITMAN (2003), a acessibilidade é afetada pelos seguintes fatores:

- densidade (número de pessoas ou empregos por unidade de área)- aumenta com a proximidade de destinos comuns, e o número de pessoas que usam cada modal, aumentando a demanda por transportes alternativos como caminhar, bicicleta e ônibus. A densidade como indicador de acessibilidade, depende do que ela é baseada: unidades de medida baseadas no tráfego, como nível de serviço ou média de velocidade numa parte específica da rodovia, indicam que o aumento da densidade reduz a performance do sistema de transporte. Entretanto, medidas baseadas na acessibilidade, como o custo generalizado de alcançar destinos comuns, indicam o que o aumento da densidade pode melhorar a acessibilidade. Dobrar a densidade da população e de negócios reduz a velocidade média em 25%, mas a distância média de viagem pode ser cortada pela metade porque existem mais atividades nas redondezas, então os moradores ganham com este resultado;

- uso misto do solo(diferentes tipos de atividades juntas, como lojas e escolas dentro ou ao lado de áreas residenciais) - reduz a quantidade de viagens motorizadas necessárias para alcançar atividades comuns;

- agrupamentos (distritos comerciais, shopping centers, centros recreacionais) - permitem mais destinos a serem visitados em cada viagem;

- conectividade da rede (mais estradas ou caminhos que conectam uma área geográfica com outra) - permite mais viagens diretas.

LITMAN (2003) avalia a acessibilidade de acordo com a seguinte escala adotada:

- nível de quadra: a acessibilidade é afetada pela qualidade das condições para o pedestre e pelos blocos de atividades na área. Por exemplo, o desenvolvimento comercial sozinho tende a ser menos acessível do que um centro comercial porque os clientes, usuários e empregados podem andar entre os negócios ao invés de precisarem dirigir para cada destino;

- nível de vizinhança: a acessibilidade é afetada pela qualidade das calçadas e pistas para bicicletas(ciclovias), conectividade das ruas, densidade e mistura de usos. Por exemplo, uma vizinhança mais acessível tenderá a ter lojas e serviços públicos dentro ou adjacentes a áreas residenciais então algumas atividades poderão ser feitas caminhando, de bicicleta, de ônibus ou viagens curta de carro;

- nível regional: a acessibilidade é afetada pela conectividade das ruas, serviço de transporte coletivo, densidade e mistura regional. Uma região mais acessível terá uma rede de muitas ruas (melhor do que apenas algumas grande arteriais) e serviço de transporte público eficiente tornando-se possível viajar de uma região a outra por carro ou transporte coletivo;

- nível inter-regional: a acessibilidade refere-se a qualidade das auto-estradas, serviço aéreo, de trem e de lojas.

### 3.3.2 DIFERENTES TIPOS DE ACESSIBILIDADE

Cada meio de transporte requer um certo espaço e produz um certo impacto que é recebido de um certo modo por cada tipo de comunidade que ocupa as terras servidas por eles. Como todos os meios de transporte têm que dividir o mesmo espaço urbano ao mesmo tempo, a discordância entre os meios de transporte ocorre inevitavelmente (LITMAN ,2003).



Esses conflitos se manifestam de vários modos, como os citados por LITMAN (2003) .

- Rodovias de acesso limitado, desenhada para a mobilidade máxima do veículo tem pouca acessibilidade (poucas entradas, interseções e cruzamentos), enquanto estradas desenhadas para a máxima acessibilidade (várias interseções) não podem acomodar com segurança tráfego de alta velocidade.

- Padrões de uso do solo que maximizam o acesso do automóvel (desenvolvimento de baixa densidade com atividades locais ao longo das arteriais e interseções) tendem a ter pouco acesso ao transporte coletivo, enquanto o desenvolvimento orientado ao transporte coletivo (desenvolvimento dentro de áreas com espaço para estacionamentos limitados e boa acessibilidade de pedestres) tende a ter problemas de tráfego e de estacionamento.

- Rodovias largas, e altas velocidades de tráfego tendem a criar barreiras ao pedestre, assim como os desenhos orientados ao pedestre são conflitantes com o uso massivo do automóvel.

Esses conflitos podem ser mitigados por um planejamento adequado, mas alguns deles são inevitáveis. As decisões de planejamento que favoreçam uma forma de acesso em detrimento de outras podem criar insatisfação.

As práticas de planejamento corrente de transportes são freqüentemente baseadas na tendência de favorecer o automóvel em detrimento dos outros modos de transporte.

### 3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A existência da cidade vem da necessidade do relacionamento entre as pessoas e esse relacionamento depende tanto dos meios de comunicação como dos transportes.

O transporte determina a distribuição espacial da cidade e a intensidade da ocupação da mesma. Cidades espalhadas de baixa

densidade relativa se formaram pela facilidade de se chegar às regiões mais distantes através do automóvel. Essa facilidade se dá pelo favorecimento da mobilidade do automóvel em detrimento dos outros meios de transporte, através da construção de auto-estradas e vias rápidas.

Essa influência dos transportes na forma da cidade é recíproca, a forma da cidade através das zonas de uso e os adensamentos tem a capacidade de induzir o uso de certos meios de transporte em detrimento de outros. Por exemplo, uma zona comercial normalmente atrai viagens, e essas viagens podem ser feitas a pé, de bicicleta, por meio de transporte público ou de automóvel. Numa configuração que dificulte o transporte por automóvel, ou que privilegie os sistemas de transporte público ou o transporte não motorizado, ou ainda num planejamento em que essas áreas comerciais estejam próximas das áreas residenciais e que se possa ir andando, a possibilidade de se utilizar o carro é bem menor do que numa situação em que a distância de viagem é grande, o transporte público é precário e não existem estímulos ao transporte não motorizado, como calçadas seguras, travessias de ruas, e ciclovias. O mesmo ocorre para as zonas industriais que atraem as viagens diárias dos trabalhadores e geram as viagens de entrega e distribuição de mercadoria.

A dependência do automóvel, até para atividades corriqueiras, como ir para escola, para a padaria, tem sido criticada por que além de criar um ambiente menos propício às relações comunitárias também contribui para a degradação ambiental pela geração de gases poluentes como o CO<sub>2</sub>, aumenta o nível de ruído da área, gera acidentes, congestionamentos e outras perdas econômicas para a sociedade. Ainda assim, o padrão de desenvolvimento espalhado e de baixa densidade continua a ser o mais comum, principalmente nas cidades dos países em desenvolvimento, e ademais, também é o padrão de

desenvolvimento preferido pelos moradores (NEWMAN & KENWORTHY, 1999), principalmente pela rejeição ou desconhecimento das práticas de adensamento.

A receptividade aos modelos de planejamento chamados tradicionais (como o Novo Urbanismo) acontece quando se mostra a vantagem destes modos em relação ao tempo de viagem para qualquer atividade. O tempo de viagem do automóvel, por sua vez, está diretamente relacionado com o consumo de combustíveis (eficiência energética). Sob este aspecto, a pesquisa de NEWMAN & KENWORTHY (1989) mostra a eficiência energética das cidades européias, mais compactas e sustentáveis do que as americanas e australianas: 25% das viagens a trabalho utilizam o transporte público e somente 44% com automóvel. O transporte não motorizado nessas cidades compactas é também relevante, 21% da população vão trabalhar a pé ou de bicicleta. Ou seja, apesar da tecnologia de transporte do automóvel ser cômoda, a influência do meio construído e da oferta de transporte público pode mudar os hábitos dos cidadãos. Não se pode esquecer, contudo, que historicamente o europeu também aceita mais facilmente mudanças de comportamento do que o americano, e que por exemplo o ciclismo é até um traço cultural de muitos países da Europa, isto leva também a análise destes comportamentos de viagens para o campo cultural e não só do planejamento urbano.

As definições apresentadas neste capítulo, sobre mobilidade, acessibilidade e a forma da cidade moldada pelo transporte individual, servirão como base para o entendimento das preocupações no dimensionamento das vias e com a qualidade do serviço oferecida para o automóvel, que serão vistas no capítulo seguinte.

## **4 CARACTERÍSTICAS DA INFRA-ESTRUTURA VIÁRIA**

### **4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

O sistema viário compreende o conjunto de vias de circulação de domínio e uso públicos projetadas e construídas com o objetivo de dar mobilidade à circulação de pedestres e veículos, assim como estacionamento de veículos. (PLAN GERAL, 2001).

Segundo a ANTP (2003) a via urbana tem várias utilizações. Ela é o espaço por onde circulam pessoas a pé ou utilizando veículos. É também utilizada para a distribuição de energia elétrica, telefonia e sinais televisivos e para conduzir água potável e retirar esgotos sanitários e águas pluviais. As calçadas também servem para a arborização e para a instalação de equipamentos públicos (telefone, caixa de correio).

Neste capítulo define-se a infra-estrutura viária da cidade, especificamente as áreas voltadas para a circulação dos automóveis, chamadas aqui de vias.

Será feita uma comparação entre as classificações de vias definidas por órgãos públicos responsáveis, com as especificações técnicas propostas pelo manual do HCM. Esta comparação tem por finalidade possibilitar a aplicação do método do HCM para a determinação do nível de serviço da via.

### **4.2 AS VIAS DE CIRCULAÇÃO**

As vias de circulação, conforme dito anteriormente, são os espaços organizados (públicos ou particulares, mas de uso público) para a circulação de veículos e pedestres (SALVADOR, 1984). Ou seja, as vias de circulação são as ruas e as calçadas. Neste trabalho, porém, como se trata da circulação

de automóveis, será tratada aqui somente a via de circulação do automóvel.

A Lei 9785, de junho de 1999, em seu artigo 4º preconiza que:

"as áreas destinadas a sistemas de circulação, a implantação de equipamento urbano e comunitário, bem como a espaços livres de uso público, serão proporcionais à densidade de ocupação prevista pelo plano diretor ou aprovada por lei municipal para a zona em que se situem." (BRASIL, 1999).

Embora previsto como Lei componente do Plano Diretor, o Sistema Viário tem algumas disposições esparsas na Lei de Zoneamento do uso e da Ocupação do Solo Urbano.

As vias urbanas podem ser classificadas de acordo com a sua capacidade, seu tempo de atraso, suas velocidades máximas.

O Código Brasileiro de Trânsito classifica as vias urbanas em vias: de trânsito rápido, arterial, coletora e local.

Essa classificação não é a mesma de muitas outras classificações dadas em planos diretores e de usos e ocupação do solo municipais, mas por se tratar de uma hierarquização baseada em lei federal, é apresentada aqui para futuras comparações.

- via de trânsito rápido - aquela) caracterizada por acessos especiais com trânsito livre, sem interseções em nível, sem acessibilidade direta aos lotes lindeiros e sem travessia de pedestres em nível;

- via arterial - aquela caracterizada por interseções em nível, geralmente controlada por semáforo, com acessibilidade aos lotes lindeiros e às vias secundárias e locais, possibilitando o trânsito entre as regiões da cidade;

- via coletora - aquela destinada a coletar e distribuir o trânsito que tenha necessidade de entrar ou sair das vias de trânsito rápido ou arteriais, possibilitando o trânsito dentro das regiões da cidade;

- via local - aquela caracterizada por interseções em nível não semaforizadas, destinada apenas ao acesso local ou a áreas restritas. (BRASIL, 1998).

Estas vias são classificadas de acordo com a sua velocidade média permitida.

Segundo o CBT os limites de velocidade para cada via são:

- via rápida - 80 Km /h;
- via arterial - 60 Km /h;
- via coletora - 40 Km /h;
- via local - 30 Km /h.

Para o CBT, a velocidade máxima numa via é estabelecida por meio de placas de Regulamentação (Placa R-19 = Velocidade Máxima Permitida), e é esse o limite que prevalecerá. O artigo 61 do CBT (que determina as velocidades permitidas para cada tipo de via) vale tão somente onde não houver sinalização determinando a velocidade máxima (BRASIL, 1998) .

Nos planos de uso e ocupação dos solos urbanos, também encontramos as classes de vias definidas de acordo com a sua velocidade diretriz (que é a velocidade máxima na qual o veículo pode trafegar na estrada em qualquer ponto com toda a segurança sem qualquer problema ou acidente), como por exemplo temos apresentado na TAB. 4.1 as velocidades diretrizes para as vias encontrada na Lei de Uso e Ocupação do Solo de Belo Horizonte de 2000 (BELO HORIZONTE,2000) :

**TAB. 4.1 Classificação das vias Urbanas de Belo Horizonte**

CARACTERÍSTICAS	VIA ARTERIAL				VIA COLETORA				VIA LOCAL	
	PRIMÁRIA		SECUNDÁRIA		PRIMÁRIA		SECUNDÁRIA		CLASSE I	CLASSE II
	CLASSE I	CLASSE II	CLASSE I	CLASSE II	CLASSE I	CLASSE II	CLASSE I	CLASSE II	CLASSE I	CLASSE II
Velocidad e Diretriz (km/h)	80	60	60	50	50	40	50	40	40	30

CLASSE I refere-se a vias com inclinação inferior a 30%.  
 CLASSE II refere-se a vias com inclinação superior a 30%.

Estas vias são assim descritas:

- via arterial - via ou trecho com significativo volume de tráfego, utilizada nos deslocamentos urbanos de maior distância, com acesso às vias lindeiras devidamente sinalizado;
- via coletora - via ou trecho com função de permitir a circulação de veículos entre as vias arteriais ou de ligação regional e as vias locais;
- via local - via ou trecho de baixo volume de tráfego, com função de possibilitar o acesso direto às edificações.

Já o manual do HCM classifica as via de acordo com sua capacidade, seu tempo de atraso, sua velocidade.

O manual do HCM define quatro classes de vias urbanas. Elas são designadas por números I,II,III,IV (ver TAB. 4.2)e refletem combinações de função e desenho.

Para o HCM as velocidades de fluxo livre das vias seriam:

- via classe I - 90 até 70 km/h;
- via classe II - 70 até 55 km/h;
- via classe III- 55 até 50 km/h;
- via classe IV - 50 até 40 km/h.

**TAB. 4.2 Categoria das Vias (HCM)**

Categoria de desenho	Categoria funcional	
	Arterial Principal	Arterial Secundária
Alta-velocidade	I	N/A
Subúrbio	II	II
Intermediária	II	III ou IV
Urbana	III ou IV	IV

Como a legislação de trânsito brasileira define as vias a partir de suas velocidades de tráfego, adotamos as classificações de classe das vias de acordo com a velocidade de fluxo livre. Utilizando este parâmetro, numa comparação entre as três classificações, CBT, HCM e Lei Municipal,

observa-se que as vias classificadas com rápidas no CBT, são as denominadas de via classe I pelo HCM, e na hierarquização do sistema viário proposta para Belo Horizonte, é denominada de via arterial primária, e assim por diante, como pode ser visto na TAB. 4.3 abaixo.

**TAB. 4.2 Relacionamento entre as Vias**

CBT	HCM	LUOS - BH
Via rápida	Via Classe I	Via arterial primária
Via arterial	Via Classe II, III	Via arterial secundária e via coletora primária
Via coletora	Via Classe IV	Via coletora secundária e via local
Via local	-Via Classe IV	Via local

As vias locais não aparecem na classificação do HCM- 2000, mas serão classificadas neste trabalho como de classe IV, pois sua função, principalmente no Brasil, se confunde com a função da via coletora.

#### 4.2.1 FORMA DE AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE VIÁRIA

A determinação da capacidade viária pode ser feita através de vários métodos , como por exemplo, o método "Gráfico" ou das "Propriedades de Desempenho", o Método de Webster e o Método de SETRA, utilizados em interseções sinalizadas , o método de Tauner, o método Inglês e o método Americano, utilizado em interseções com prioridade (MENEZES, 2000).

Neste trabalho optou-se por avaliar a capacidade segundo o método do Highway Capacity Manual (HCM) que define a capacidade de uma facilidade como sendo a taxa horária máxima de pessoas ou veículos que podem atravessar um ponto ou uma seção de uma pista ou rodovia durante um dado período de tempo sob certas condições preponderantes da rodovia, tráfego, e de controle. Ou seja é uma expectativa de quantos carros podem ser atendidos por um certo trecho ou por uma certa via, sob certas condições de tráfego.



A escolha do manual do HCM se deu pela ampla utilização mundial do método, que é balizadora dos procedimentos para a análise da capacidade e nível de serviço da via, como por exemplo, das diretrizes do DNER para a elaboração de estudos e projetos Rodoviários do Brasil (BRASIL, 1999).

A capacidade por faixa é calculada por uma lista de procedimentos para estimar a quantidade de tráfego que pode ser suportada por uma facilidade (via) sob uma gama de condições operacionais.

O HCM 2000 oferece práticas de avaliação da qualidade de serviço das estradas e ruas que servem como vias de transportes. Este manual propõe procedimentos para avaliar a capacidade de uma via baseado no conceito de nível de serviço.

Os procedimentos do manual são dados através de representações tabulares ou gráficas para uma lista de condições específicas, que devem ser ajustadas às condições existentes. As condições ideais considerando tempo bom, boas condições de pavimento, usuários familiarizados com a via, e fluxo contínuo são:

- largura da faixa de 3,60m;
- distância de 1,80m entre a lateral da pista e qualquer obstrução;
- somente carros de passageiros no tráfego;
- terreno plano;
- velocidade de fluxo livre de 100km/h em auto-estradas de múltiplas faixas;
- em estradas de duas faixas, a inexistência de trechos em que não se possa ultrapassar;
- nenhum impedimento de tráfego devido a controle de tráfego e locais de retorno.

#### 4.2.2 METODOLOGIA HCM PARA ANALISAR AS VIAS URBANAS

Esta metodologia é a proposta pelo HCM e pode ser usada para calcular a mobilidade numa rua urbana. O grau de mobilidade fornecido é calculado em termos de velocidade de viagens para atravessar o tráfego. A acessibilidade da via não é calculada nesta metodologia, entretanto o nível de acesso fornecido por uma rua deve ser considerado quando se avalia sua performance, especialmente se a rua tem a intenção de prover acesso.

A metodologia descrita foca a mobilidade. Ruas urbanas com função de prover mobilidade aos usuários tendem a ter no mínimo 3km de comprimento entre interseções sinalizadas (1,5km nas áreas do centro). Uma via mais curta também pode ser analisada, mas é provável que a sua função primária seja a acessibilidade. O acesso pode ser analisado em alguns graus através da análise das interseções individuais ao longo das ruas (HCM, 2000).

Ruas de mão única ou mão dupla podem ser analisadas por essa metodologia, entretanto, cada direção de viagem da pista de mão dupla requer uma análise separada.

##### **Limitações da metodologia:**

A metodologia não explica diretamente as seguintes condições que podem ocorrer entre interseções (HCM 2000):

- presença ou não de estacionamentos ao longo da via;
- densidade de entradas de automóvel ou acessos controlados;
- adição de faixas para entrada ou saídas de interseções;
- o impacto das interseções em nível;
- qualquer restrição de capacidade entre interseções (assim como pontes estritas);
- pistas de retorno no meio de quadras e de mão dupla de retorno à esquerda;

- movimentos de retorno que excedam 20% do volume total da rua;

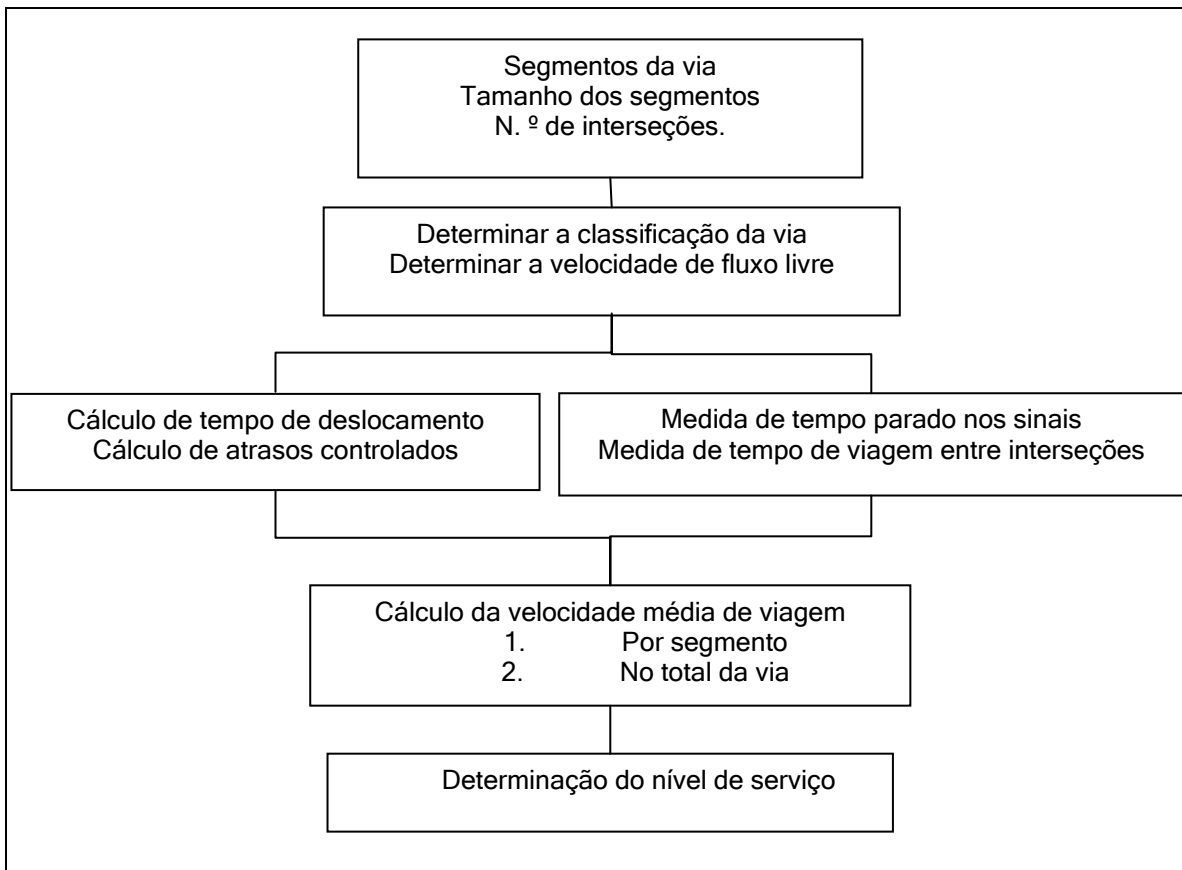
- filas numa interseção que interferem numa outra interseção;

- congestionamento de cruzamentos bloqueando o tráfego.

Um esquema da metodologia utilizada pelo HCM foi adaptado para ilustrar melhor seu funcionamento na FIG. 4.1.

Esta metodologia segue a seguinte ordem:

1. Localizar a via, seus segmentos com seus tamanhos e suas interseções.
2. Classificar a via e determinar sua velocidade de fluxo livre
3. Calcular o tempo médio de deslocamento e dos atrasos controlados através dos dados de medida do tempo parado, e do tempo de viagem.
4. Calcular a velocidade média de viagem para o segmento e para a extensão total da via.
5. Determinar o nível de serviço.



**FIG. 4.1 Metodologia HCM**

#### 4.2.3 CLASSE DAS VIAS URBANAS

A classe das vias urbanas, de acordo com o HCM, é medida primeiro pela velocidade de fluxo livre. Se este dado não estiver disponível, então se devem identificar as categorias funcionais e de desenho a que elas pertencem.

Conforme dito anteriormente, o manual do HCM define quatro classes de vias urbanas. Elas são designadas por números I, II, III, IV (ver TAB. 4.2) e refletem combinações de função e desenho. O componente funcional é separado em duas categorias: arterial principal e arterial menor. O componente de desenho é separado em quatro categorias: alta velocidade, de subúrbio, intermediária e urbana. As características associadas com cada categoria, como descritas no HCM 2000, estão descritas nesta seção.

Classificação de acordo com a função:

Uma arterial principal serve principalmente para os deslocamentos entre importantes centros de atividade na área metropolitana e uma porção substancial de viagens entrando e saindo da área. Ela também conecta auto-estradas com grandes geradores de tráfego. Em cidades menores (menos de 50.000hab), sua importância é derivada do serviço prestado ao tráfego de passagem na área urbana. Serviços à área contígua são subordinados a função de movimento de tráfego (HCM 2000).

Uma arterial menor conecta e incrementa o sistema da arterial principal. Ainda que sua função principal seja a mobilidade de tráfego, ela desempenha essa função a níveis mais baixos e enfatiza a acessibilidade do solo mais do que arterial principal. Um sistema de arteriais menores serve a viagens de comprimento moderado e distribui as viagens a áreas menores do que aquelas servidas pela arterial principal.

Classificação de acordo com o desenho:

Vias de alta velocidade representam ruas urbanas com densidade de acesso muito baixa, faixas separadas para retornos para a direita e a esquerda, e sem estacionamentos na pista. As pistas podem ser divididas ou não por canteiros centrais. As interseções semaforizadas são pouco frequentes e bem espaçadas por longas distâncias. O desenvolvimento lindeiro é de baixa densidade, e o limite de velocidade é de 90-75km/h. essa categoria de desenho inclui muitas ruas urbanas e suburbanas.

Vias de subúrbio representam as ruas com baixas densidades de pontos de acesso, faixas separadas para retornos, e sem estacionamento. Pode ser dividido ou não por separadores físicos. As interseções semaforizadas são espaçadas para uma boa progressão de movimentos (mais de 3km entre cada sinalização). O desenvolvimento lindeiro é de baixo a média

densidade, e o limite de velocidade está usualmente entre 65-75km/h.

Vias intermediárias representam uma rua urbana com pontos de acessibilidade em densidades moderadas. Ela pode ter múltiplas faixas divididas por separadores físicos ou não divididos de uma mão ou duas. Pode haver alguns retornos separados ou pistas de retorno a esquerda contínuas e em algumas trechos existe permissibilidade para estacionamento. Ela tem uma densidade de ocupação lindeira mais alta do que o desenho de subúrbio e normalmente tem dois ou três semáforos por quilômetro. As velocidades limites permitidas são 50-65 km/h.

Vias urbanas representam a rua urbana com uma alta densidade de pontos de acesso. Elas são freqüentemente de pista única de uma ou duas mãos. O estacionamento é normalmente permitido. Geralmente, existem poucas pistas separadas para retornos, e algumas interferências para a passagem de pedestre existe, é comum existirem de 4 a oito semáforos por quilômetro. O desenvolvimento lindeiro é denso com uso comercial. Os limites de velocidade variam de 40-55 km/h.

#### 4.2.4 VELOCIDADE DE FLUXO LIVRE

A velocidade de fluxo livre é usada para determinar a classe da via urbana e para estimar o tempo de passagem do segmento. Se a velocidade de fluxo livre não pode ser medida em campo, o analista deve tentar tomar a medida de uma via similar na mesma área. Se não tiver nenhuma dessas opções, o analista deve basear-se nos limites ordenados de velocidade ou em valores padrões do manual (HCM 2000).

Para este estudo, as velocidades de fluxo livre serão as velocidades limites das vias, estabelecidas pela legislação vigente, pois este parâmetro servirá de base para a comparação entre a classificação da lei brasileira e o manual do HCM.

#### 4.2.5 NÍVEIS DE SERVIÇO

Nível de serviço é a medida de qualidade que descreve condições operacionais no tráfego. Geralmente se baseia em medidas como velocidade ou tempo de viagem, liberdade de manobrar, interrupções de tráfego, conforto e conveniência.

Seis níveis de serviço são definidos para cada tipo de facilidades. As letras designam cada nível, de A até F, com o nível A representando as melhores condições de operação e o nível F a pior. Cada nível de serviço representa uma variação de condições de operação e as percepções do motorista para estas condições. A segurança não está incluída nas medidas que estabelecem o nível de serviço (HCM 2000).

O critério de determinação do nível de serviço pode ser definido pela classe da rua. Esse critério varia com a classe: quanto menor a via urbana, menor a expectativa do motorista quanto à via e menor a velocidade associada ao nível de serviço.

Estes níveis de serviço podem ser determinados pela velocidade de viagem (TAB. 4.4):

- Nível A: Condição de fluxo livre, com altas velocidades e baixos volumes de tráfego. Baixa densidade de trânsito. Existe pouca ou nenhuma restrição à liberdade de manobra dos veículos no tráfego. Os motoristas podem manter a velocidade desejada, com pequeno ou nenhum retardamento.

- Nível B: Fluxo estável. Pequena redução da velocidade de operação, que começa a sofrer alguma restrição devido ao tráfego presente. Os motoristas têm ainda razoável liberdade na escolha de sua velocidade e faixa de trânsito. Baixa probabilidade do fluxo sofrer restrições.

- Nível C: Fluxo estável, Menor velocidade de operação, porém ainda satisfatória. Muitos motoristas sofrem restrições

na liberdade de escolha da velocidade e nas manobras de ultrapassagem ou mudança de faixa.

- Nível D: Próximo de fluxo instável. Velocidade de operação tolerável, porém muito afetado por variações de volume ou restrições temporárias. Os motoristas têm pequena liberdade de manobra e pouca comodidade. Estas condições podem ser toleradas por curtos períodos de tempo.

- Nível E: Fluxo instável. Menor velocidade de operação. Volume próximo ou igual à capacidade da rodovia. Ao atingir a capacidade da rodovia, a velocidade é geralmente próxima de 40 km/h. Podem ocorrer paradas de curta duração.

- Nível F: Fluxo forçado. Velocidade bastante reduzida. Podem ocorrer paradas de curta ou longa duração, formando-se filas de veículos, devido ao congestionamento. No caso extremo, a velocidade e o volume caem a zero.

**TAB. 4.3 Nível de Serviço pela Velocidade de Viagem (HCM)**

<i>Classe da via</i>	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>
Variação Velocidade de fluxo livre	90 a 70 km/h	70 a 55 km/h	55 a 50 km/h	55 a 40 km/h
Velocidade típica	80km/h	65 km/h	55 km/h	45 km/h
Nível de Serviço	Média da velocidade de viagem (km/h)			
A	>72	>59	>50	>41
B	>56-72	>46-59	>39-50	>32-41
C	>40-56	>33-46	>28-39	>23-32
D	>32-40	>26-33	>22-28	>18-23
E	>26-32	>21-26	>17-22	>14-18
F	<=26	<=21	<=17	<=14

A capacidade da via por faixa para o nível de serviço adequado é dada na TAB. 4.5. Essa tabela, dada no HCM, relaciona o volume de carros que passam pela via na hora crítica com a qualidade que esta oferece aos usuários, ou seja, seu nível de serviço.



**TAB. 4.4 Nível de serviço pela Capacidade da Via por faixa(HCM)**

Faixas	A	B	C	D	E
Classe I					
1	N/A	740	920	1010	1110
2	N/A	1490	1780	1940	2120
3	N/A	2210	2580	2790	3040
4	N/A	2970	3440	3750	4060
Classe II					
1	N/A	N/A	620	820	860
2	N/A	N/A	1290	1590	1650
3	N/A	N/A	1920	2280	2370
4	N/A	N/A	2620	3070	3190
Classe III					
1	N/A	N/A	600	790	840
2	N/A	N/A	1250	1530	1610
3	N/A	N/A	1870	2220	2310
4	N/A	N/A	2580	2960	3080
Classe IV					
1	N/A	N/A	270	690	790
2	N/A	N/A	650	1440	1520
3	N/A	N/A	1070	2110	2180
4	N/A	N/A	1510	2820	2900

\*Unidade= veículos/h

Observa-se na TAB. 4.5 que para ao nível de serviço A, ou seja, em condições de fluxo livre, a quantidade de veículos passando por hora é muito pequena (menor do que 740). Este nível de serviço não é definido nas classes de vias urbanas. Para o nível de serviço B, que só é encontrado em vias classe I, esses níveis são de baixo fluxo. Os outros níveis de serviço, C,D,E, porém são encontrados em todas as classes de vias, ou seja, os fluxos mais densos diminuem o nível de serviço da via.

#### 4.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As cidades podem ser densamente ocupadas e compactas, ou espalhadas e de baixa densidade. As cidades que apresentam altas densidades não necessariamente têm uma menor utilização do automóvel, mas dependem menos deste tipo de veículo, pois nessas circunstâncias, o transporte coletivo torna-se mais eficiente e econômico, oferecendo uma opção modal aos moradores. Cidades de baixas densidades normalmente são resultado de uma opção pelo transporte individual, onde a

mobilidade molda os espaços, através de auto-pistas e de grandes áreas para estacionamento. Em ambos os casos as vias devem atender satisfatoriamente como um meio de escoamento do fluxo.

A classificação das vias sob alguns padrões serve como um meio de verificação de com que qualidade estas vias servem a esses usuários (moradores).

Uma das classificações usuais é a classificação do HCM que classifica as vias de acordo com a sua capacidade e velocidade. Este manual utiliza uma metodologia para avaliação da qualidade de serviço das vias (Nível de Serviço). Para a realização do procedimento final, este será o método utilizado.

No capítulo seguir tratar-se-á da demanda de viagens geradas para uma análise posterior de relação entre a demanda e a oferta de infra-estrutura viária.

## 5 DEMANDA DE VIAGENS

### 5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Dentro do objetivo deste estudo em que se procura prover uma ocupação adequada do solo em relação a infra-estrutura viária, faz-se necessário um estudo de modelos de avaliação de demanda de transporte. Assim, neste capítulo apresentam-se modelos de previsão de demanda, mais especificamente modelo de quatro etapas, na etapa referente à geração de viagens. Também se apresenta o conceito de "degeneração" de viagens originados do planejamento do Novo Urbanismo. São apresentados, assim, os estudos que tratam deste assunto, os quais relacionam o meio construído com essa "degeneração" de viagens por automóvel.

### 5.2 CONCEITUAÇÃO DE VIAGENS

Segundo HOBBS (1974) uma viagem é definida como uma jornada simples entre dois pontos realizada por um indivíduo num modo de transporte e para um objetivo específico. As viagens são normalmente consideradas como geradas por um tipo de uso de solo particular e atraídas por outros. O número de viagens surgidas na unidade de tempo, usualmente para uma zona de tráfego, é chamada de taxa de geração de viagens.

As viagens são classificadas como internas, externas e através, de acordo com o seu comportamento na área de pesquisa (FIG. 5.1).

- Viagens internas são aquelas em que os dois extremos se encontram no interior da área de pesquisa;
- Viagens externas são aquelas em que um só extremo se encontra dentro da área de pesquisa;

- Viagens através são aquelas que possuem os dois extremos fora da área de pesquisa, mas a atravessam, influenciando na circulação.

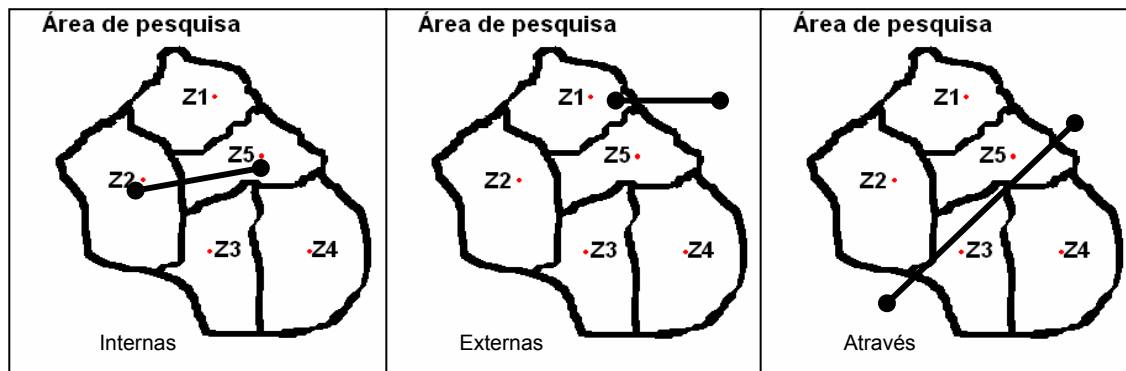


FIG. 5.1 Comportamento das Viagens

As viagens relacionadas com a sua origem, se dividem em:

- Base residencial (Home Based - HB), aquelas em que um dos extremos é a residência.

- Base não residencial (Non Home Based - NHB), aquelas em que nenhum dos extremos é a residência.

Ainda segundo HOBBS (1974), apesar das viagens possuírem vários motivos, elas são usualmente definidas pelo seu motivo principal. Assim quanto aos motivos ou destino ou origem (ou ambos), as viagens podem ser para:

- Trabalho
- Compras
- Escola
- Faculdade
- Outros.

Pode-se ter também uma subdivisão quanto ao modo de realização da viagem:

- Automóvel (motorista)
- Ônibus
- Automóvel (passageiro)

- Trem
- Táxi
- Outros

### 5.3 MODELOS DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTE

Por aproximação, o modelo é uma informação construtiva utilizada para representar e processar os relacionamentos entre uma variedade de idéias, conceitos e crenças. Os modelos têm uma linguagem, normalmente matemática, um uso específico e uma correspondência com a realidade.

Para apresentação dos modelos de planejamento de transportes procurou-se diferenciá-los segundo as suas características mais evidenciadas. Assim os modelos foram divididos em:

#### 5.3.1 MODELOS DE TRANSPORTE E USO DO SOLO

Para melhor se compreender o comportamento das viagens em áreas urbanas, vários modelos operacionais de transporte /uso do solo vêm sendo desenvolvidos por décadas. Modelos integrados de transporte/ uso do solo foram desenvolvidos depois da segunda metade do século XX. Entre eles se encontram:

- Modelo de Lowry.

Considerado como o primeiro modelo de transporte /uso do solo (1964), ele associa dois componentes da interação espacial. O primeiro calcula as interações espaciais entre atividades empregadoras básicas e zonas residenciais, enquanto o segundo calcula a interação espacial entre atividades empregadoras de serviço e zonas residenciais.

O modelo de Lowry associa duas funções de interação espacial representadas como a localização dos empregos da indústria e a localização dos empregos no setor de serviços. A impedância de ambos é a fricção do espaço, refletindo em custo de transporte (RODRIGUE,2003).

- DRAM/EMPAL (Disaggregated Residential Allocation Model/ Employment Allocation Model).

É o modelo mais utilizados nos Estados Unidos. É basicamente uma rotina onde o componente EMPAL localiza os empregos da região de estudo e o componente DRAM então localiza as residências e calcula as viagens geradas de casa para o trabalho, casa para compras e trabalho para compras. Sua maior falha está relacionada à ausência de dados referentes ao mercado imobiliário em sua utilização(OAK RIDGE NATIONAL LABORATORY, 1995).

- MEPLAN.

Este modelo é derivado do modelo de Lowry, mas considera mais exaustivamente o mercado imobiliário e sua influência na localização da população. O modelo considera os dois componentes do sistema de transporte/ uso do solo como mercados, um mercado para o uso do solo e um mercado para os transportes. Está incluída neste modelo a teoria do valor do aluguel onde indivíduos selecionam seus locais de residência como um compromisso entre a disposição para pagar pela residência e seus custos de transporte relacionados (RODRIGUE,2003).

Também existem modelos que empregam técnicas de micro-simulação, como o NBER-HUDS (Kain e Apgar, 1981 e 1985 apud KLAIN, 2003), MASTER- Micro-Analytical Simulation of Transport, Employment and Residence (MACKETT, 1990), modelos

integrados com o GIS como o CUFM- California Urban Futures Model (John Landis, 1995, apud TRANSPORTATION PLANNING ANALYSIS UNIT, 1995), modelos que utilizam a programação linear como o POLIS, modelos baseados em escolhas discretas como o Metrosim (Alex Annas, 1992 e 1994 apud TRANSPORTATION PLANNING ANALYSIS UNIT, 1995).

### 5.3.2 MODELO DE 4 ETAPAS

O modelo de quatro etapas é o modelo que foi amplamente utilizado no Brasil, a partir da década de 70 pelo GEIPOT (Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes). O fluxograma deste modelo está apresentado na FIG. 5.2.

Este modelo é dividido em 4 etapas que compreendem: estimacão da demanda de viagens, de onde os movimentos originam, como eles são distribuídos no espaço, que modais são utilizados e finalmente que segmentos da rede de transporte estão sendo usados.

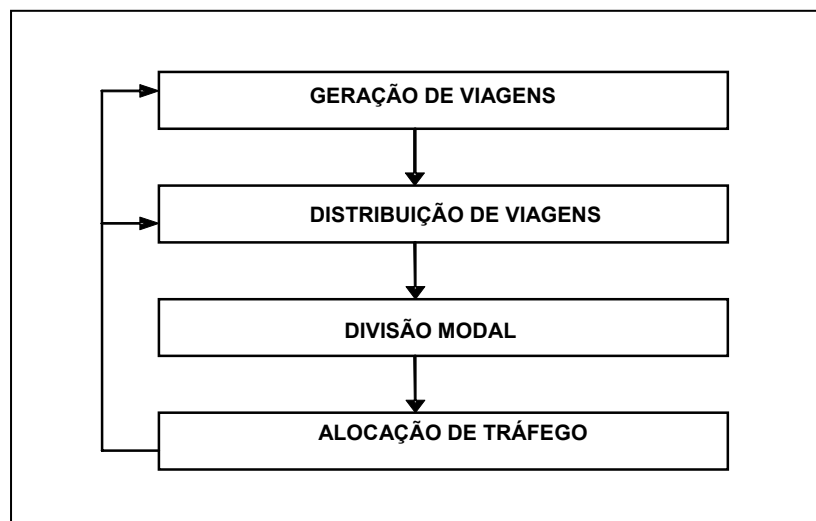


FIG. 5.2 Modelo de Quatro Etapas

É um procedimento que se estrutura na seguinte seqüência de modelos (ORTÚZAR, 1999)

- Geração de viagem. -estima o número total de viagens geradas e atraídas por zonas.

- Distribuição de viagens - estima qual o padrão de viagem que será realizado por zona , de qual zona para qual zona.

- Divisão modal - a escolha do modo de transporte a ser utilizado para a viagem. Esta etapa é a mais influenciada pela política de transporte da cidade, que determina a atratividade das viagens pelo automóvel ou pelo modo público.

- Alocação de tráfego -como essas viagens são alocadas na rede de transportes. Essa alocação, por sua vez, afeta, através dos tempos de viagem, a geração e a distribuição modal, dados esses que podem realimentar o modelo de forma iterativa.

A seguir serão explicadas as maneiras que se prevê o número de viagens geradas. Esta previsão é feita para o número total de viagens motorizada, entretanto, neste trabalho estudaremos apenas as viagens feitas por automóveis.

#### 5.4 MODELOS DE GERAÇÃO DE VIAGENS

De acordo com o TRANSPORTATION PLANNING HANDBOOK (1992) existem dois tipos de modelos de geração de viagens: modelos de produção e modelos de atração. Modelos de produção de viagens estimam o número de viagens que se origina em cada zona de tráfego. Os modelos de atração de viagens estimam o número de viagens destinadas a cada zona.

Para ORTÚZAR (1999), a etapa de geração de viagens tenta prever o número total de viagens geradas por ( $O_i$ ) e atraídas por ( $D_j$ ) em cada zona ou área de estudo. As viagens (NHB ou HB) são geradas e atraídas por cada motivo específico. Não se pode determinar que uma zona residencial seja estritamente produtora de viagens, assim como uma zona comercial seja uma zona exclusiva de atração de viagens. As pessoas podem sair de



uma zona de comércio para outra, do trabalho para as compras, por exemplo. Para garantir, entretanto, que o número total de viagens originadas em todas as zonas seja igual ao número das viagens atraídas Ortúzar sugere que os modelos de produção de viagens sejam baseados em pesquisas desagregadas por residências e que os modelos de atração são melhores estimados utilizando dados agregados da zona de estudo.

Diferentes modelos de produção e de atração podem ser usados para cada motivo de viagem. Modelos especiais de geração são usados para estimar viagens não baseadas em residências, como as de caminhão, e viagens externas.

Variáveis utilizadas comumente para estimar a produção de viagens incluem tamanho da residência, renda, número de trabalhadores, propriedade de veículos e fatores de uso do solo como densidade residencial. Fatores de acessibilidade são usados menos freqüentemente (TRANSPORTATION PLANNING HANDBOOK, 1992).

Os modelos de geração de viagens têm por finalidade correlacionar os dados sócio-econômicos, de uso do solo (causas) com dados de viagem (efeitos), determinando quais fatores que ocasionam determinado tipo de viagem.

As viagens, geralmente são ditas funções da forma urbana e do meio sócio-econômico. Então as características da viagem podem ser definidas pela função:

$$\textit{Características da viagem} = f(\textit{forma urbana, fatores sócio-econômicos})$$

#### 5.4.1 FATORES QUE INFLUENCIAM A GERAÇÃO DE VIAGENS

BRUTON (1986) define três fatores primordiais para a geração de viagens:

- Padrão de uso do solo e do desenvolvimento na área de estudo

- Características sócio-econômicas da população que se desloca na área de estudo.

- Natureza, tamanho e capacidade do sistema de transportes da área de estudo.

HOBBS (1974), entretanto, não inclui as características do sistema de transporte.

#### 5.4.1.1 PADRÃO DE USO DO SOLO

Usos diferentes do solo geram viagens com características diferentes. Além disso, a intensidade com que os solos são ocupados, a faixa de renda da população residente (que esta intimamente ligada com a propriedade de veículos) são fatores de uso do solo que refletem na taxa de geração de viagens.

O uso de solo residencial, por corresponder a 80-90% das origens ou destino (BRUTON,1986) ou 50% (PITU- SP -1999) dos destinos; assim, das viagens realizadas no perímetro urbano pode ser tomado como o maior gerador de viagens, portanto, mesmo a cidade tendo uma gama de tipos de uso, o uso residencial parece ser o mais significativo.

O desenvolvimento residencial pode ser representado em termos de área bruta, área construída, densidade habitacional bruta, densidade habitacional da área construída, população, etc.

A utilização comercial e industrial também são outros fatores importantes na geração de viagens, pois são geradores de empregos, e pólos de atração comercial. Cada atividade comercial e industrial produz um volume diferente de viagens, então deve-se diferenciar a natureza destas, serviço ou manufatura, para a geração de viagens. A medida comum utilizada é o número de empregos disponíveis na área, ou a área construída, e ainda uma relação entre estes dois valores.

A utilização do solo para escolas, universidades e centros recreacionais também é considerada na geração de viagem.

Segundo HANDY (1996) algumas estratégias de planejamento urbano também podem ser descritas como expressivas quanto ao impacto que causam na geração de viagens, pelo menos empiricamente, pois os modelos existentes de geração de viagens são insensíveis a estes efeitos, sendo que eles têm sido avaliados em estudos de caso, mas não podem ser generalizados para outras áreas.

A insensibilidade a essas estratégias, que em sua maioria procuram mudar o comportamento das viagens individuais de carro (ou seja, o meio tradicional de deslocamento gerador da viagem pelo modelo de 4 etapas) vai ser tratada na seção posterior definida como "degeneração" de viagens.

#### 5.4.1.2 CARACTERÍSTICAS SÓCIO-ECONÔMICAS

Fatores sócio-econômicos como nível de renda, propriedade de veículo, tamanho e estrutura do domicílio têm papel significativo na geração de viagens.

Residências com uma renda mensal alta têm mais probabilidade de possuir um automóvel do que as de renda baixa, assim como, se existe mais de uma pessoa empregada na residência existem mais possibilidades de existir mais de um carro, ou de que pelo menos se façam mais viagens. Residências com rendas menores, normalmente realizam menos viagens e uma grande parte destas viagens são feitas via transporte público.

Fatores residenciais que têm relação com a propriedade de veículos: renda, idade, densidade, acessibilidade ao transporte público, restrições de estacionamentos e preços de estacionamentos (BRUTON, 1986).

#### 5.4.1.3 SISTEMA DE TRANSPORTE

As características do sistema de transporte estão incluídas na lista das variáveis que afetam a geração de viagens apenas superficialmente, pois estas não vêm sendo utilizadas nos modelos de geração de viagens. (TDM ENCYCLOPEDIA, 2003).

#### 5.4.2 MODELO DE CLASSIFICAÇÃO CRUZADA E MODELOS DE REGRESSÃO

Duas estratégias para formulação de modelos de geração de viagens são utilizadas comumente: análise de classificação cruzada e modelos de regressão.

##### 5.4.2.1 MODELO DE CLASSIFICAÇÃO CRUZADA

O Modelo de classificação cruzada agrupa residências de acordo com as características sócio-econômicas (nível de propriedade de veículos, renda, tamanho da residência) para criar grupos relativamente homogêneos. Taxas médias de produção são então computadas para cada grupo dos tipos observados. A análise de classificação cruzada similarmente pode ser feita para o cálculo de viagens atraídas, e neste caso a classificação é geralmente por uso do solo ou empregos (manufatura, varejo, escritório, número de empregados por acre) (NATIONAL TRANSPORTATION LIBRARY ,2003).

Dentre as vantagens do modelo de classificação cruzada destaca-se que este é fácil de se aplicar, captura a correlação entre as variáveis independentes, e não impõe uma suposição à priori sobre as relações funcionais entre as variáveis. Mas este método tem, segundo a NATIONAL TRANSPORTATION LIBRARY (2003) inúmeras desvantagens:

- em aplicações típicas as variâncias dentro da célula são ignoradas, mesmo que a vasta maioria de variações surjam dentro e não entre células;

- um grande número de categorias ou dimensões levam rapidamente a células vazias ou esparsamente completas;

- por um problema de tamanho de amostras, é necessário normalmente minimizar o número de células ou limitar o número de variáveis pela agregação de valores de cada variável em poucas classes.

- também pelo problema de tamanho da amostra, os intervalos de confiança no valor médio da célula podem apresentar uma grande variação entre as células.

- o método é sensível ao agrupamento aplicado em classes definidas para cada variável.

- quando a variável dependente é a média da zona, o método de classificação cruzada é sensível ao sistema de zoneamento usado.

Para a NATIONAL TRANSPORTATION LIBRARY (2003) é particularmente difícil explicar fatores de uso do solo e acessibilidade numa metodologia de classificação cruzada, por que o número de células rapidamente torna-se muito grande e porque estas variáveis são particularmente difíceis de dividir em classes significativas.

A classificação cruzada é um método confiável quando se acredita que um pequeno número de variáveis sejam suficientes para um bom modelo de geração de viagens.

#### 5.4.2.2 MODELOS DE REGRESSÃO

A regressão linear é uma técnica estatística muito usada na estimação de viagens futuras, na qual se considera que fatores independentes afetam a geração de viagens. É uma técnica simples e muito utilizada no Brasil. Entretanto, a imposição

da linearidade coloca muitos problemas no processo, onde nem sempre a sua aplicação é a melhor especificação. A transformação das variáveis (forma exponencial, transformação de Box-Cox<sup>2</sup>, etc.) fazem a transposição dessas dificuldades enquanto se mantêm o uso dos softwares de regressão linear (TRANSPORTATION PLANNING HANDBOOK, 1992).

O modelo de regressão linear consiste em observar os valores que certas variáveis  $Y = \{Y_i\}$  tomam para valores diferentes da variável  $X$ . Temos então uma função  $y = f(x)$ .

Já os modelos de regressão múltipla são uma extensão dos modelos lineares, mas agora com mais variáveis explanatórias. As soluções entretanto tem que ser analisadas para que não ocorra a multicolinearidade, ou seja, existe uma relação linear entre as variáveis explanatórias, ou ainda verificar se o coeficiente de determinação  $R^2$  é aceitável.

Nos modelos de geração de viagem o método de regressão múltipla têm sido usado com dados agregados (zonas - atração de viagens) e desagregados (residencial e pessoal - produção de viagens).

A maioria dos modelos de geração de viagens consideram somente as viagens feitas por veículos, viagens a pé e de bicicleta são excluídas dos dados para estimar as taxas de geração de viagens (WALLACE, 1998).

## 5.5 "DEGENERÇÃO" DE VIAGENS

Os modelos de planejamento urbano denominados de Novo Urbanismo pregam a diminuição da dependência do transporte individual, ou seja o automóvel. Essa dependência visualizada nas cidades espalhadas e pelos congestionamentos das rodovias

---

<sup>2</sup> Procedimento que transforma dados de séries temporais, estabilizando a variância e tornando a distribuição aproximadamente normal

urbanas têm sido sistematicamente atacada pelos urbanistas, engenheiros e ambientalistas, que procuram dar à cidade alternativas de crescimento mais sustentáveis e saudáveis.

Como já descrito no capítulo 2, o Novo Urbanismo sugere novas formas de dar à cidade essa autonomia do automóvel, através de modelos de ocupação mais densos, que procuram integrar as funções da cidade em menores espaços e em que o desenho urbano tem papel de destaque na tentativa de tornar o automóvel menos atrativo e o transporte público mais eficiente. Além disso, estes modelos buscam os valores de comunidade já esquecidos, como o contato pessoal, e as aglomerações em locais públicos, que também foram prejudicados pela "era do automóvel" por meio das avenidas largas que separam os vizinhos e pelos grandes espaços destinados aos estacionamentos que tornam o ambiente da cidade mais hostil.

Então, resumindo, a proposta do Novo Urbanismo aparece como um meio de "degenerar" as viagens de automóvel transferindo-as para os outros meios, ou o transporte público coletivo ou ciclismo e caminhada. Essa "degeneração" de viagens aparece na forma de menores taxas de viagens por automóvel e de menores distâncias de viagens para a região adaptada ao modelo.

A efetividade destas medidas de planejamento é por vezes contestada, mas os estudos do comportamento de viagens sob essa influência deixam transparecer que ela existe. Medidas desta influência, entretanto são difíceis de se obter devido a subjetividade existente quando se trata de medir o comportamento humano e a natureza desagregada dos indicadores.

A seguir apresenta-se uma revisão de estudos que procuraram verificar essa efetividade do Novo Urbanismo sob a diminuição da utilização do automóvel através de indicadores de acessibilidade.

## 5.6 ESTUDOS EXISTENTES

Conforme dito, a geração de viagens está diretamente relacionada com o tipo de utilização do solo. A determinação de valores numéricos para equações de regressão das variáveis relacionadas com a ocupação do solo - seguindo o modelo geração de viagens onde o número de viagens geradas é uma função do uso do solo, assim como da densidade - ainda prova-se pouco significativa, além de ser muito específica para modelos generalistas.

A influência dos aspectos de uso do solo na geração de viagens por automóvel é notada, mas ainda não totalmente compreendida. Os estudos relacionados à geração de viagens por automóvel revisados aqui normalmente têm feito comparações entre as taxas de milhas viajadas (VMT<sup>3</sup>) e o tipo de vizinhança, suas características de desenho, de ocupação, e de uso do solo.

Nesta revisão, procurou-se fazer um apanhado das pesquisas relacionadas ao binômio transporte-uso do solo, buscando identificar variáveis a serem utilizadas na definição de indicadores de ocupação do solo.

HANDY (1996) cita Hanson ,1982, que testou a importância relativa das características da forma urbana versus as características sócio-econômicas na distância e frequência de

---

3 •A VMT refere-se ao comprimento das viagens e à quantidade de viagens feitas pelos automóveis. Ela diminui quando o deslocamento de viagem é menor (áreas mais compactas) e quando se diminui a necessidade de deslocamento, ou pela supressão desta (como por exemplo, trabalho em casa) ou pela troca de meio de transporte - do automóvel para outros meios, ou coletivos (transporte público), ou carona, ou ainda transporte não motorizado (bicicleta ou a pé).



viagens. A forma urbana foi caracterizada pelo número de estabelecimentos comerciais dentro de um raio de 1Km a partir do ponto de estudo, e pelo número diferente de uso do solo dentro desse mesmo raio. A análise mostrou que as características sócio-demográficas explicavam mais as variações do que as características de forma urbana. A forma urbana porém apareceu como extremamente importante para explicar as distâncias de viagem com base residencial.

Holtzclaw (1990) (APUD HANDY ,1996), usando dados da Área da baía de São Francisco, CA, procurou relacionar a VMT com a densidade e em 1994 (HOLTZCLAW, 1994), num mesmo tipo de pesquisa, na mesma área, relacionou a VMT com a densidade e a acessibilidade do transporte público. Para isso, ele dividiu a região em 5 áreas de vizinhança, caracterizadas em termos de densidade residencial líquida, densidade populacional bruta, e densidade de empregos no serviço no local, e adicionou a este procedimento em 1994, índices de acessibilidade, de lojas na vizinhança e de acessibilidade do pedestre. Os fatores sócio-econômicos não foram envolvidos, por se tratarem de áreas com diferenças modestas de renda.

O resultado, como esperado, foi que para cada tipo de vizinhança (que apresentavam características de densidades diferentes) foi encontrada uma VMT diferente. Mais ainda, HOLTZCLAW (1994) observou que quando as densidades residenciais, populacionais e comerciais, e de transportes público diminuem, a taxa de propriedades de veículos aumenta, assim como a VMT. Dobrando a densidade residencial ou populacional, a VMT *per capita* diminui em 20 a 30%. Esse resultado, à primeira vista contraditório ao princípio de que o número de habitantes esta diretamente relacionado ao número de automóveis, se explica pela migração das viagens por automóvel para o meio a pé, possíveis devido à adequação das

vias de transporte aos pedestres, e às pequenas distâncias de viagens.

Quando avalia o impacto do transporte público na redução efetiva das viagens por automóvel, HOLTZCLAW (1994) nota que a alta densidade de São Francisco e seu sistema de transporte diminuem o tamanho das viagens suficientemente para permitir que cada uma milha (1,64 Km) viajada no transporte público substitua oito milhas (13,12 Km) (viajadas no automóvel). Citando pesquisa realizada em Nova Iorque especificamente no distrito de Manhattan (também servido por um bom sistema de transporte, e de alta densidade tanto populacional quanto residencial) ele encontrou que um motorista dessa região dirigia 46% a menos se comparado à um motorista morador do subúrbio, e que apenas 20% dos moradores possuíam carros. Neste caso ocorre a migração do modo automóvel para o transporte público. É interessante notar que nas regiões centrais, mais densas comercialmente, mesmo que a necessidade de transporte seja maior, as viagens de automóvel são menores. É importante, porém, que se observe as características da população de Manhattan, que pelo preço do espaço urbano são criados numa cultura sem automóvel, diferente dos habitantes de cidades em que não existe essas restrições.

No estudo LUTRAQ para Portland (apud HANDY, 1996) que pretendia determinar as implicações do desenho orientado ao pedestre, das altas densidade e do nível de serviço, na geração de viagens e na VMT, criou-se uma lista de medidas simpáticas ao pedestre chamado de "fatores do meio ambiente do pedestre" composto por 4 variáveis :

- Facilidade para cruzar a rua;
- Continuidade das calçadas;
- Características do sistema viário (cul-de-sac x cartesianas);
- Topografia.

Uma equipe de especialistas deu as notas para se obter um fator total para pedestres (que variava de 4-12). Esse fator assim como as distância médias de viagem foram utilizadas para agrupar as zonas. A porcentagem de viagens a pé e de bicicleta e uma média da VMT foram calculadas e comparadas por zona em relação aos fatores de pedestre e por zonas categorizadas pela densidade residencial e nível de serviço do transporte público. Os resultados mostraram uma diminuição significativa na VMT e um aumento na modalidade de transporte solidário quando o fator do meio ambiente do pedestre aumenta, sugerindo que o desenho orientado ao pedestre está associado com um menor uso do automóvel. Também aparecem no resultado que as vizinhanças orientadas ao pedestre quando cercado por subúrbios orientados ao automóvel, não geram os mesmos resultado do que quando as vizinhança ao redor são também orientadas ao pedestre, mostrando a necessidade e importância de se avaliar a área que cerca a zona e as características da vizinhança.

O estudo LUTRAQ (1000 FRIENDS OF OREGON, 1993) sugere que o comprimento das viagens feitas pelos moradores de subúrbios hostis aos pedestres poderão ser reduzidas em 10% com uma melhoria na forma urbana, através de aumento da densidade, proximidade do emprego, padrões de vias , calçadas contínuas , facilidades para cruzar as vias e melhorias nos níveis de serviço de transporte público.

Frank e Pivo (1994) (apud HANDY, 1996) usaram dados da Puget Sound Transportation Panel para testar a relação entre divisão modal e 3 variáveis de forma urbana (densidade populacional bruta, densidade de emprego bruta, e uso misto do solo) para sete tipos diferentes de uso do solo. Primeiro, fez-se uma correlação entre variáveis de forma urbana e o percentual de viagens pelos 3 modos (veículo individual, ônibus e a pé). Depois, para cada modo, foi definida uma equação de regressão

múltipla, tendo como variáveis independentes as variáveis da forma urbana e as características sócio-econômicas. Os resultados mostraram que as variáveis de forma urbana são importantes preditores da diminuição das viagens por automóvel (veículo individual) assim como dos modos ônibus e a pé.

CERVERO E KOCKELMAN (1997) investigaram a influência da densidade, diversidade e desenho urbano na demanda por viagens e propõem um modelo que relaciona as características do meio construído com as variações da VMT por residência e com a escolha modal, principalmente para viagens não relacionadas ao trabalho.

Os resultados mostram que a densidade, a diversidade de uso do solo e o desenho orientado ao pedestre reduzem significativamente as taxas de viagens e encorajam as viagens por meios alternativos ao automóvel.

O desenvolvimento compacto provou ser a maior influência para essa redução nas viagens ao trabalho.

O fator que captura a qualidade das vias para pedestre teve apenas uma influência moderada na escolha modal para viagens não relacionadas a trabalho. Os moradores que vivem em vizinhanças orientadas ao pedestre e com estacionamentos restritos, apresentaram uma diminuição na VMT e um aumento na taxa de ocupação do veículo para viagens não relacionadas a trabalho.

As características, de densidade, de desenho e de ocupação e uso do solo são chamadas por CERVERO & KOCKELMAN(1997) de dimensões do meio construído da cidade.

LEVINE E TORNG (1998), no trabalho "A Choice-Based Rationale for Land Use and Transportation Alternatives" comparam duas áreas , uma em Boston e a outra em Atlanta, nos EUA, sendo que a área de Boston representa uma ocupação mais densa (930.000 residências em uma área de 1.400 de milhas quadradas) do que a de Atlanta (1.100.000 residências em 3.000 milhas quadradas).

O objetivo dessa comparação era ver a efetividade das políticas regulatórias e das formas de planejamento orientadas ao pedestre e ao transporte solidário e público.

Através da utilização das variáveis que caracterizavam as vizinhanças (densidade populacional, densidade de emprego, porcentagens de interseções em T, densidade de interseções, densidade de ruas, velocidade média, número médio de faixas, acessibilidade do automóvel, relação automóvel-transporte coletivo, variedade de uso do solo e intensidade do uso do solo) junto com fatores de preferência individuais dos moradores e políticas de ocupação do solo, verificou-se que a forma urbana influencia os parâmetros pelos quais se medem os comportamentos de viagens, como o VMT.

No trabalho de WADDELL (2000), relacionado ao software Urbansim, apresenta-se um banco de dados criado para relacionar o desenvolvimento do uso do solo com os transportes.

O banco de dados é alimentado pelos dados referentes às unidades residenciais (número de moradores, número de pessoas empregadas, número de crianças, idade, renda), às características das áreas - as unidades de medida do programa são células de 150x150m<sup>2</sup>- (total de residências, total de residências vazias, total de área não residencial, total de área não residencial vazia, tipo de desenvolvimento, valor residencial, características do meio), e às características dos empregos (em qual setor). Este modelo foi aplicado com sucesso em cidades como Salt Lake City, Honolulu e em Eugene-Springsteen na área metropolitana de Oregon nos EUA.

Num outro trabalho, que pretende responder às questões quanto aos fatores que influenciam no número total de viagens para compras nos Estados Unidos e os efeitos observáveis da tecnologia de informação nestas viagens, CUBUKCU (2001) apresenta a EQ. 5.1:

$$\ln(TRIP) = \beta_1 A_{si} + \beta_2 X_{si} + \beta_3 T_{si} + \xi_i \quad \text{EQ. 5.1}$$

Onde o número de viagens geradas para compras (**TRIP**) para uma área  $si$  é dependente dos seguintes fatores:

- "A"-fatores referentes às características físicas da área (padrão de uso do solo como a população total, densidade populacional, média de temperatura anual, número de centros de emprego);
- "X"-fatores referentes às características sócio-econômicas da população (renda, idade, raça, gênero, status de emprego e tamanho da residência);
- "T"-fatores referentes às características de tecnologia, relacionados à posse de computadores e modem.

Os resultados mostraram que população, densidade e média de idade da população são variáveis altamente significativas (sendo de influência negativa, ou seja, quanto maior a densidade da população e a idade, menor o número de viagens geradas), a temperatura e posse de computador e modem são menos significativas. O status de emprego pareceu ser insignificante para a geração de viagens nesse caso.

KRICEK (2001) criou o conceito de acessibilidade de vizinhança (Neighborhood Accessibility- NA) também para verificar a influência da forma urbana no comportamento das viagens. Kricek classifica as variáveis de acessibilidade de vizinhança (NA) sob três dimensões básicas: densidade, diversidade e desenho (configuração das ruas).

A **densidade** é medida na forma de densidade bruta.

A **diversidade** (ou o uso misto do solo) é medida pelo número de empregos no comércio e serviços na área. Os dados de emprego são: o número de empregos no comércio ou serviço numa

zona de análise e o número de estabelecimentos comerciais e de serviço, um valor de dissimilaridade de uso do solo.

As variáveis relacionadas ao **desenho** /configuração viária são descritas de acordo com quatro categorias: padrão das ruas, amenidades para pedestre e elementos experimentais como o traffic calming e índices compostos.

O modelo desenvolvido pelo METRO PLANNING DEPARTMENT TRAVEL FORECASTING (2003) para a demanda de viagens na área metropolitana de Portland - Vancouver para geração de viagens utiliza os seguintes dados de uso do solo:

- número de residências na zona
- número de empregos na zona
- grupo de idade
- área (acres) por uso do solo: residencial, industrial, estacionamento, total.
- número de interseções locais (medida de acessibilidade).

RAJAMANI et. al (2003) investiga o impacto da forma urbana, mais especificamente o meio construído nas viagens não relacionadas com o trabalho (que para eles representam  $\frac{3}{4}$  das viagens realizadas dentro da área urbana) e a escolha modal.

Para a análise empírica, foram consideradas quatro variáveis:

- características sócio-demográficas das residências
- características sócio-demográficas dos indivíduos
- características das viagens
- medidas da forma urbana

As medidas da forma urbana incorporadas ao modelo pertencem a quatro categorias: uso misto do solo, acessibilidade, densidade residencial e conectividade das redes de ruas, descritas a seguir:

O **uso misto do solo** compreende os quocientes de distribuição e variáveis de diversidade de uso misto do solo.

A **acessibilidade** representa as variáveis de forma urbana. Foram consideradas na análise: uma lista de medidas de acessibilidade, porcentagem de residências dentro de uma distância de caminhada de estabelecimentos comerciais e a porcentagem de residências dentro de uma distância de caminhada de um ponto de ônibus.

A **densidade residencial** é definida como população por unidade de área de uma vizinhança.

A **conectividade** da rede local de ruas captura a adequação das ruas da vizinhança para o uso de pedestres e ciclistas. A lista de variáveis inclui um índice de conectividade (número de ligações sobre o número interseções na vizinhança - se este valor for alto indica um grande número de rotas disponíveis para um dado par de locais) e a porcentagem de ruas com cul-de-sac na vizinhança.

Como resultado, RAJAMANI et. al (2003) cita:

a) Uso misto do solo - o efeito da taxa de área de lazer por residência, indicou que a disponibilidade dessas áreas na vizinhança aumenta a propensão de se andar para ir a áreas de lazer. O coeficiente positivo especifica a caminhada como o modo substituto para o automóvel potencializado pelo uso misto do solo.

b) O efeito do índice de diversidade do uso do solo está de acordo com a efetividade que o uso misto do solo apresenta no encorajamento da caminhada como modo de transporte para viagens que não para trabalho.

c) Os resultados da lista de acessibilidade indicam que os moradores de zonas com uma acessibilidade regional mais alta por um certo modo, tem grande preferência em utilizar este modo para viagens de lazer. A porcentagem de residências dentro de uma distância de caminhada de um ponto de ônibus (uma medida de acessibilidade local) indica uma alta propensão



dos moradores que vivem nessa área de utilizar o transporte público.

d) Os impactos da densidade residencial (capturada pela densidade populacional) de que as vizinhanças densas diminuem a probabilidade de se utilizar o automóvel e aumentam a probabilidade de utilizar o transporte público também foi encontrado. Entretanto, o aumento do uso do transporte público parece insignificante pelo seu alto grau de correlação entre a "porcentagem de residências dentro de uma distância de caminhada de um ponto de ônibus e a variável de densidade residencial".

e) A variável de porcentagem de cul-de-sac é intuitiva. Um grande número de ruas com cul-de-sac na vizinhança é um fator de dificuldade para a caminhada pela sua forma curvilínea e suas rotas aparentemente mais longas.

Dos estudos referidos acima, apresenta-se no capítulo seguinte uma lista dos indicadores utilizadas pelos autores como representativas da relação entre a demanda de viagens e a forma urbana.

## 5.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A viagem é o deslocamento feito pelos moradores, por qualquer meio, da sua origem até o seu destino pretendido.

Para se compreender melhor o comportamento das viagens na cidade, essencial para o planejamento urbano, modelos que relacionam transporte e uso do solo foram desenvolvidos. Dentre estes modelos está o modelo de quatro etapas, que é utilizado tradicionalmente no Brasil. Estas etapas são: geração de viagens (demanda e produção), distribuição de viagens, modos utilizados e alocação do tráfego.

As demandas de viagens são influenciadas pelas características sócio-econômicas dos moradores assim como pelo

meio onde ela ocorre, ou seja o uso do solo e o sistema de transportes que o serve.

Busca-se cada vez mais desenvolver estudos que investiguem o potencial das relações causais entre a forma urbana e as viagens. A idéia é principalmente diminuir as viagens de carro. As estratégias mais comuns para isso são reduzir a distância entre os locais, através do uso misto do solo, e apoiar o transporte alternativo como caminhada , ciclismo, e transporte coletivo (BOARNET e CRANE, 2001).

Por meio da pesquisa realizada, observa-se que o indicador tradicional de previsão de demanda a densidade, parece ser ainda a maior influência na geração de viagens, apesar de muito influenciada pelos indicadores referentes ao desenho urbano e a diversidade do uso do solo.

A densidade, porém, deve ser vista sob dois aspectos: quando tratada isoladamente ela tende a aumentar o número de viagens por automóvel, pois a necessidade de locomoção de mais pessoas ou serviços gera mais viagens, mas a densidade quando induzida por medidas como a melhora do sistema de transporte público, ou a criação de terminais ou estações de transporte , o uso misto do solo e ainda com medidas que incentivem a caminhada ou o ciclismo, tende a diminuir o número de viagens por automóvel, enquanto também torna o transporte público mais eficiente economicamente.

Para Barret (apud CERA, 2000) a alta densidade reduz viagens de automóvel pelos seguintes motivos:

- Em altas densidades pode-se ter um grande número de facilidades numa pequena área, o que reduz a necessidade de longas viagens, em particular as viagens para o trabalho.
- Altas densidades são mais próprias para os transportes coletivos.

Os indicadores que são utilizados para relacionar a forma da cidade com os transportes serão vistos no capítulo a seguir.

## **6 INDICADORES DE OCUPAÇÃO URBANA**

### **6.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

Neste capítulo são propostos indicadores de ocupação urbana que influenciam a demanda de viagens, especificamente aqueles relacionados com as viagens por automóvel, com o objetivo de aplicá-los em planos de urbanização com base na infraestrutura viária das cidades. A definição destes indicadores teve como base os estudos apresentados no capítulo anterior.

Um indicador de ocupação urbana deve referir-se aos elementos relativos ao meio construído da cidade. Então, não pode ser considerado apenas um indicador ou indicadores referentes à uma dimensão do sistema. Desta forma para a proposta dos indicadores baseou-se na concepção de CERVERO e KOCKELMAN (1996) de que o meio construído da cidade é função da densidade de ocupação, da diversidade de usos e do desenho impresso pelo homem na cidade, e todos estes fatores devem ser contemplados pelo conjunto de indicadores.

### **6.2 CONCEITO DE INDICADORES**

O indicador é a ferramenta que mede a resposta do sistema às atividades humanas. Ele é uma medida, uma constatação de uma situação. Tem como principal característica o poder de sintetizar um conjunto complexo de informações, retendo apenas o significado essencial dos aspectos analisados (MITCHELL, 1997).

Para MARZALL E ALMEIDA (2000), um indicador deve fornecer uma resposta imediata às mudanças efetuadas ou ocorridas em um dado sistema, ser de fácil aplicação (custo e tempo adequados e viabilidade para efetuar a medida), deve permitir um enfoque integrado, relacionando-se com outros indicadores e permitindo

analisar essas relações. Além disso, deverá ser útil e significativo para seus propósitos, além de compreensível.

Ainda MARZALL E ALMEIDA(2000), notam que esta medida tem por objetivo caracterizar e acompanhar um dado sistema dentro de uma realidade conceitual, e dessa forma permitir:

- a quantificação de fenômenos complexos ;
- a simplificação dos mecanismos e lógicas atuantes na área considerada ;
- a determinação de como as ações humanas estão afetando seu entorno;
- alertar para as situações de risco e conseqüente mobilização dos atores envolvidos;
- prever situações futuras;
- informar e guiar decisões políticas .

### 6.3 INDICADORES DA OCUPAÇÃO URBANA

A partir da revisão bibliográfica realizada no capítulo 5, procurou-se inicialmente identificar quais indicadores utilizados nas diversas pesquisas influenciavam na diminuição de viagens por automóvel. Essa influência foi observada nas medidas de frequência de viagens e da distância de viagens, que são representantes da "degeneração" de viagens causadas pela influência das características de ocupação urbana que o Novo Urbanismo defende para o meio construído da cidade

Assim, na TAB. 6.1 apresentam-se estes indicadores, que foram divididos segundo as dimensões citados por CEVERO E KOCKELMAN (1996) : Densidade (amarelo) , Diversidade (azul) e Desenho (rosa)e segundo cada um dos pesquisadores . As respectivas descrições destes indicadores serão apresentadas nos item 6.3.1, 6.3.2 e 6.3.3.

**TAB. 6.1 Indicadores Pesquisados**

Hanson	LUTRAQ	Holtzclaw	Frank e Pivo	Cambridge Systematics	Cervero	Levine e Torng	Wadell	Cubucku	Kricek	Rajamani	METRO
(1982)	(1993)	(1994)	(1994)	(1994)	(1994)	(1998)	(2000)	(2001)	(2001)	(2002)	(2003)
N.º de estabelecimentos comerciais dentro de um raio	Dens. residencial	Dens. residencial líquida	Dens. Populacional bruta	Percepção de segurança	Populacional	Populacional	Total de residências	População total	Dens. residencial	Dens. residencial	Emprego
	Índice de acessibilidade do pedestre	Dens. populacional bruta	Dens. de emprego bruta		Prazer estético	Acesso emprego					
Nível de serviço do transporte público				Dens. de empregos no serviço		Uso misto do solo	Uso misto do solo	Mistura vertical	% de interseções em T	Total de área não residencial	Número de centros de emprego
	Entropia	Densidade de interseções	Renda								
Núm. de diferentes tipos de uso do solo dentro de um raio	Índice de lojas na vizinhança	Índices de acessibilidade	Acessibilidade de serviços	Lojas e serviços de conveniências	Int de uso do solo para uso comercial, residencial	Densidade de ruas	Tipo de desenvolvimento	Valor residencial	Renda	Redes de rua	Número total de interseções locais
					Centros de atividades	Velocidade média					
	Índice de acessibilidade do pedestre				Intensidade comercial	Número médio de faixas	Relação automóvel-transporte coletivo				
					Prop de usos comerciais	Acessibilidade do automóvel					
					Ruas (padrões, interseção, comprimento)						
					Pedestres e ciclistas (faixas, sinais, tamanho da quadra)						
					Desenho						

### 6.3.1 DESCRIÇÃO DOS INDICADORES DA DIMENSÃO DENSIDADE

Os indicadores da dimensão densidade estão de alguma forma relacionados com a densidade de ocupação do solo , sob diversas formas e usos, são eles:

- **Densidade populacional**

Definição\_ População total dividida pelo total de áreas residenciais

Influência nas viagens de automóvel: frequência de viagens e distância viajada

- **Número de centros de emprego**

Definição\_ Números de centros de comércio ou serviço

Influência nas viagens de automóvel: Taxa de viagens

- **Densidade de empregos**

Definição\_ Número de empregos pela área total

Influência nas viagens de automóvel: Distância viajada

- **Densidade residencial**

Definição\_ Número de residências por área residencial

Influência nas viagens de automóvel: Distância viajada

- **Densidade residencial líquida**

Definição\_ Número de residências por área residencial líquida (sem vias, parques, etc.)

Influência nas viagens de automóvel: Distância viajada

- **Densidade residencial bruta**

Definição\_ Área construída pela área total, segundo a EQ. 6.1:

$$D = \frac{Ac}{At}$$

EQ. 6.1

Onde  $D$  é a densidade residencial bruta,  $Ac$  é a área residencial construída e  $At$  é a área total, incluindo as terras destinadas a estacionamentos, vias, etc.

Influência nas viagens de automóvel : distância viajada

- **Densidade de lojas de varejo**

Definição\_ Número de lojas de varejo por área desenvolvida. Nesta área desenvolvida estão excluídos espaços abertos, matas, terras vazias, cemitérios, grandes espaços recreacionais, espaços para infra-estrutura pública; varejo representa qualquer parcela comercial onde bens são vendidos, inclusive conveniências, supermercados, restaurantes, lojas em geral, lojas especializadas e estabelecimentos de lazer.

Influência nas viagens de automóvel : Freqüência de viagens e distância viajada

- **Densidade de centros de atividade**

Definição\_ Número de centros de atividade por acre desenvolvido, sendo que um centro de atividade é definido como qualquer conjunto de usos do solo no serviço ou comércio que estejam numa área superior a 930 m<sup>2</sup>, ou consistem em 3 ou mais lojas contíguas ou no mesmo terreno distantes uma da outra 60 m na mesma rua

Influência nas viagens de automóvel: Freqüência de viagens

- **População total**

Definição\_ Contagem dos moradores da zona

Influência nas viagens de automóvel: Freqüência de viagens

### 6.3.2 DESCRIÇÃO DOS INDICADORES DA DIMENSÃO DIVERSIDADE

Os indicadores da dimensão diversidade estão relacionados com o tipo de ocupação do solo, a mistura dos usos residencial e comercial. Indicadores relacionados às distâncias (e respectivos tempos de viagens) entre residência e trabalho estão nesta dimensão pois estão diretamente relacionados a mistura de usos do solo . Estão definidos assim:

- **Acessibilidade do automóvel**

Definição\_ Acessibilidade ao emprego via automóvel.

Para zona  $i$ , num do total de  $j$  zonas temos a EQ. 6.2:

$$acessib_i = \sum_{j=1}^n f(c_{ij}) emprego_j$$

EQ. 6.2

$Acess$  = acessibilidade ao emprego

$f(c_{ij})$ = fator de fricção associado com o tempo de viagem  $c$  entre as zonas  $i$  e  $j$

$emprego_j$ = número de empregos em  $j$ .

Influência nas viagens de automóvel: Freqüência de viagens

- **Intensidade do uso do solo (por quarto de milha)**

Definição\_ Mede a variedade de uso do solo na vizinhança (O número de células de  $\frac{1}{4}$  de milha (400 m) com usos diferentes do solo da unidade de vizinhança).



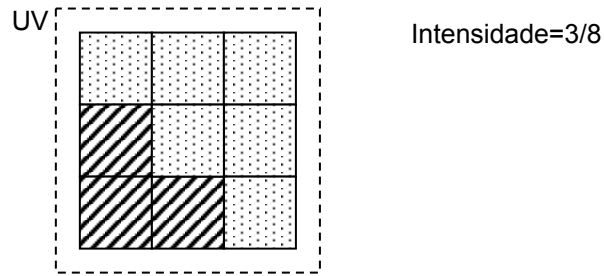


FIG. 6.1 Intensidade do uso do solo

Influência nas viagens de automóvel: Distância viajada

• **Variedade de uso do solo (por quarto de milha)**

Definição\_ Uma medida do uso misto do solo das células que cercam a área central (O número de usos do solo em células de  $\frac{1}{4}$  de milha que cercam a célula central), como se exemplifica na FIG. 6.2 .

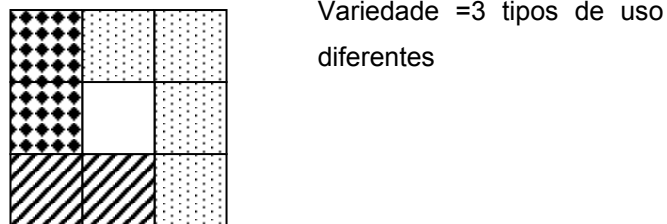


FIG. 6.2 Variedade do uso do solo

Influência nas viagens de automóvel: Distância viajada

• **Intensidade do uso do solo (por 2 milhas)**

Definição\_ Mede a variedade de uso do solo na vizinhança (O número de células de 2 milhas (3200 m) com usos diferentes do solo da unidade de vizinhança)

Influência nas viagens de automóvel: Distância viajada

- **Variedade de uso do solo (por duas milhas)**

Definição\_ Uma medida do uso misto do solo das células que cercam a área central (O número de usos do solo em células de 2 milhas (3200 m) que cercam a célula central).

Influência nas viagens de automóvel: Distância viajada

- **Número de estabelecimentos comerciais**

Definição\_ Quantidade de estabelecimentos comerciais dentro de um raio de 1000m, de acordo com a FIG. 6.3.

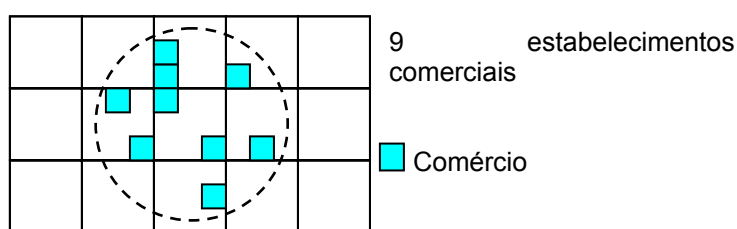


FIG. 6.3 N.º Estab. Comerciais

Influência nas viagens de automóvel: Freqüência de viagens e distância viajada

- **Número de usos diferentes do solo**

Definição\_ Quantidade de usos diferentes do solo dentro de um raio de 1000m.

Influência nas viagens de automóvel: Freqüência de viagens e distância viajada

- **Índice de lojas na vizinhança**

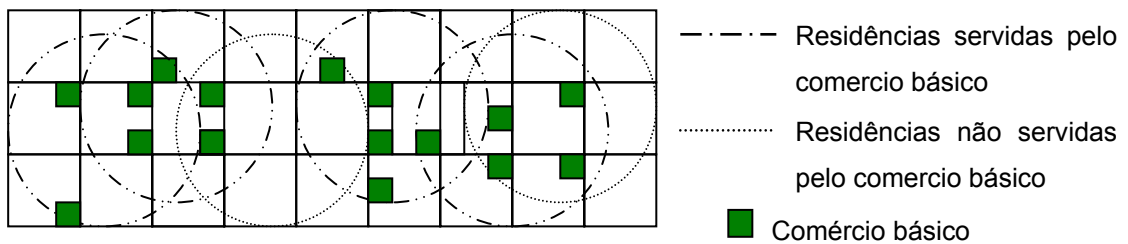
Definição\_ O índice de comércio mede a fração da população da comunidade que tem 5 comércios locais básicos dentro da distância de caminhada de  $\frac{1}{4}$  de milha. Esses comércios locais básicos (propostos por Holtzclaw, 1994) são definidos como: mercados alimentícios, restaurantes e farmácias, com supermercados contando como dois estabelecimentos comerciais

básicos. Definindo o NSI (índice de lojas na vizinhança) temos a EQ. 6.3:

*NSI= fração de residências dentro de uma distância de ¼ de milha de cinco comércios básicos*

**EQ. 6.3**

Para determinar o NSI, utilizamos os mapas da região, como mostrado na FIG. 6.4:



**FIG. 6.4 Índice de Lojas da vizinhança**

*NSI= 4/6*

Influência nas viagens de automóvel: Distância viajada

• **Uso misto do solo**

Definição\_ Variáveis binárias, indicando a presença ou a ausência de usos não residenciais dentro da vizinhança. A vizinhança é simplesmente classificada como mista ou não.

Cervero examina a influência dos parâmetros de uso misto do solo. Um parâmetro indica a presenças de lojas de varejo e outras atividades não residenciais dentro de uma área de 300 pés (90 metros) da residência pesquisada. O outro identifica, onde especificamente existe uma farmácia ou mercado entre 90 e 1600 metros da residência. O primeiro parâmetro identifica onde as conveniências se localizam nas redondezas e o segundo identifica onde existem as conveniências dentro de uma distância de caminhada. Handy utiliza uma porcentagem das residências dentro de uma distância de caminhada da área comercial.

Para medir o uso misto, emprega-se para cada estabelecimento comercial um dado (como CEP) que designa sua localização e seu número de empregados, ao invés de marcar os empregos em todos os setores, escolheu-se somente empregos em negócios por serem mais representativos de áreas de alta acessibilidade. Esses negócios incluem lojas de varejo, lojas de alimentos, lugares de lanches e bebidas, contando o número de empregos por célula (ao invés do número de comércios).

Influência nas viagens de automóvel: Freqüência de viagens

- **Acessibilidade ao emprego**

Definição\_ Expresso na forma do modelo de gravidade, acessibilidade para a zona i:

$$Acess_i = \left\{ \sum_j (empreg_j \exp[\lambda t_{ij}]) \right\}$$

EQ. 6.4

onde

*Acess* = acessibilidade ao emprego da zona i

*i* = zona de origem da análise do tráfego

*j* = zona de destino da análise de tráfego

*t<sub>ij</sub>* = tempo de viagem entre as zonas i e j

$\lambda$  = coeficiente de impedância

*emprego<sub>j</sub>* = número de empregos em j.

O índice de acessibilidade funciona como um representante da proximidade relativa e compacidade do uso do solo.

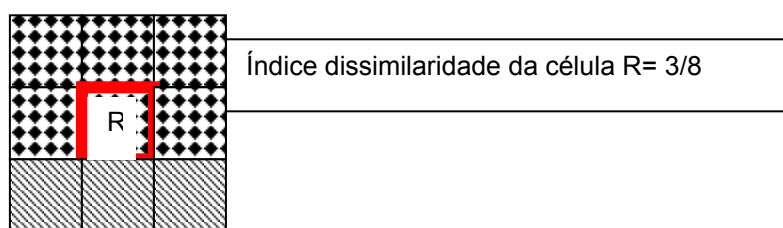
Influência nas viagens de automóvel: Freqüência de viagens

- **Índice de dissimilaridade**

Definição\_ Proporção de usos diferentes do solo dentro de uma célula de 1 hectare na área estudada (FIG. 6.5). Para capturar melhor a complementaridade espacial, é necessário olhar a dissimilaridade de usos dentro de uma área geográfica.

Um índice de dissimilaridade designa um uso predominante de cada hectare de terra e mede a dissimilaridade de cada hectare baseado nos usos dos hectares adjacentes.

Ele é medido da seguinte maneira, reticula-se a área a ser estudada em células de 1 ha, e para cada uma destas células calcula-se o índice de dissimilaridade em relação às 8 (oito) células que a cerca.



**FIG. 6.5 Índice de dissimilaridade**

Assim que o número de quadras adjacentes com usos diferentes do solo da quadra central cresce, o valor do índice da quadra central também cresce. A média desses pontos acumulados por todas as unidades de atividade na região representa a mistura geral da região. Entretanto, como identificado por Hess, Moudon et al. ,2000 (apud KRIZEK, 2002), o índice é só uma medida de onde quadras adjuntas são diferentes (ou não) da quadra central, e não sensível ao número de usos diferentes da quadra central.

Para cada área é dada EQ. 6.5:

$$I = \left\{ \frac{\sum_j^k \sum_l^8 \left( \frac{x_{jl}}{8} \right)}{K} \right\}$$

**EQ. 6.5**

onde:

$I$  = índice de dissimilaridade

$K$  = número de células ativamente desenvolvidas

$XI$  = 1 se a categoria da vizinhança difere da célula central  
(0 se não)

Influência nas viagens de automóvel: Freqüência de viagens

- **Entropia**

Definição\_ Entropia média para a categoria de uso do solo das células dentro de um raio de meio milha de cada célula da área medida. Um índice de entropia que mede o quão bem os usos dentro de uma dada área estão balanceadas (a entropia quantifica o balanço de categorias de uso do solo dentro da região). Uma vizinhança que contenha cada um dos usos do solo na mesma proporção da região obtém um valor de entropia máximo.

A entropia mede a presença ou a ausência de usos do solo, não o tipo ou intensidade da mistura para cada área:

$$\frac{\sum_k \left[ \sum_j P_{ij} \ln(p_{jk}) \right]}{\ln(J)} \quad / K$$

**EQ. 6.6**

onde

$p_{jk}$  = proporção de categoria de uso do solo  $j$  dentro de um raio de ½ milha (800 m) da área desenvolvida cercando a célula  $k$ .

$j$  = número de categorias de uso do solo

$k$  = número de hectares ativamente desenvolvidos na área

A entropia média varia de 0 (homogeneidade, na qual todos os usos do solo são iguais) e 1 (heterogeneidade, na qual a área é distribuída uniformemente para todos os usos do solo).a.

Influência nas viagens de automóvel: Freqüência de viagens

- **Mistura vertical**

Definição\_ Proporção de parcelas de lojas comerciais com mais de uma categoria de uso do solo no local

Influência nas viagens de automóvel: Freqüência de viagens

- **Intensidade de uso do solo**

Definição\_ Áreas para uso residencial, comercial, escritório, industrial, lazer, institucional, estacionamento ,etc sobre a área total desenvolvida.

Influência nas viagens de automóvel: Freqüência de viagens

- **Proporção de usos comerciais**

Definido pela quantidade de usos comerciais tais como: lojas de conveniência, serviços, supermercados, comércio alimentício, lazer, serviços auto-orientados, divididos pela área (em acres).

Influência nas viagens de automóvel: distância viajada.

- **Proximidade de áreas comerciais**

Definição\_ Proporção de área desenvolvida a no máximo ¼ de milha (400 m) distante de: lojas de conveniência, comércio e serviços

Influência nas viagens de automóvel: Freqüência de viagens e distância viajada.

- **Acessibilidade de caminhada**

Definição\_ Proximidade relativa para empregos no comércio e no serviço (refletindo atividades dentro da vizinhança que são prováveis de atrair viagens a pé).

Medida pela EQ. 6.7 (Levinson e Kumar,1995 apud CERVERO e KOCKELMAN, 1996):

$$AI_i = \sum_j (Ecs)_j \{ \exp[-0,19-1,52(Tc)_{ij}] \} \quad \text{EQ. 6.7}$$

onde

$AI$  = índice acessibilidade

$Ecs$  = número de empregos no comércio e serviços

$Tc$  = tempo de caminhada em minutos

$i$  = zona de origem da análise de tráfego

$j$ = zona de destino da análise de tráfego

Tempo de caminhada é calculado através dos tempos de viagem dos automóveis entre as distâncias de centróide a centróide das regiões multiplicados por 8, e para as viagens intrazonais são definidas como sendo todas de 8 minutos.

Influência nas viagens de automóvel: Freqüência de viagens e distância viajada

- **Proporção de acres residenciais.**

Definição\_ Proporção de área residencial distante no máximo  $\frac{1}{4}$  de milha (400m) de: lojas de conveniências, serviços, etc

Influência nas viagens de automóvel: Freqüência de viagens e distância viajada

- **Intensidade de varejo**

Definição\_ Proporção de faces de quadras com usos do solo para o varejo, sendo que a face da quadra são as fronteiras com as ruas.

Influência nas viagens de automóvel: Freqüência de viagens

### 6.3.3 DESCRIÇÃO DOS INDICADORES DA DIMENSÃO DESENHO

Os indicadores da dimensão desenho estão relacionados com o tipo de desenho viário e o tipo de planejamento da ocupação do solo e de transporte, direcionados às preocupações do planejamento orientado ao transporte. Estão definidos assim:

- **Número médio de faixas**

Definição\_ Número médio de faixas nas ruas principais e ao redor da vizinhança.

Influência nas viagens de automóvel: Distância viajada.



- **Relação ônibus-auto**

Definição\_ Proporção de acessibilidade de emprego por ônibus para a acessibilidade de emprego por automóvel.

Algumas vizinhanças não oferecem acesso ao transporte público; o valor é zero para esses casos.

Para zona  $i$ , num do total de  $j$  zonas

$$acessib_i = \sum_{j=1}^n f(c_{ij}) emprego_j \quad \text{EQ. 6.8}$$

$acessib$  = acessibilidade ao emprego

$f(c_{ij})$  = fator de fricção associado com o tempo de viagem por ônibus entre as zonas  $i$  e  $j$

$emprego_j$  = número de empregos em  $j$ .

Influência nas viagens de automóvel: Distância viajada.

- **Índice de acessibilidade ao pedestre**

Definição\_ O índice de acessibilidade ao pedestre mede a qualidade da vizinhança no que se refere ao convite para que a comunidade ande. Esses fatores incluem um padrão contínuo de ruas, calçadas, entradas convenientes para os edifícios, velocidade de tráfego segura, e inclinações suaves das ruas. Medidas de continuidade das ruas medem a facilidade para caminhar ou andar de bicicleta numa área com "cul-de-sacs", ou ruas cortadas por "freeways", ou com retornos, tudo que possa aumentar ou diminuir a conveniência das viagens. Padrões de ruas contínuas permitem também, ao pedestre, mais alternativas de rotas. Padrões íngremes desencorajam a caminhada e o ciclismo. tanto ruas interrompidas como ruas íngremes são barreiras físicas ao pedestre.

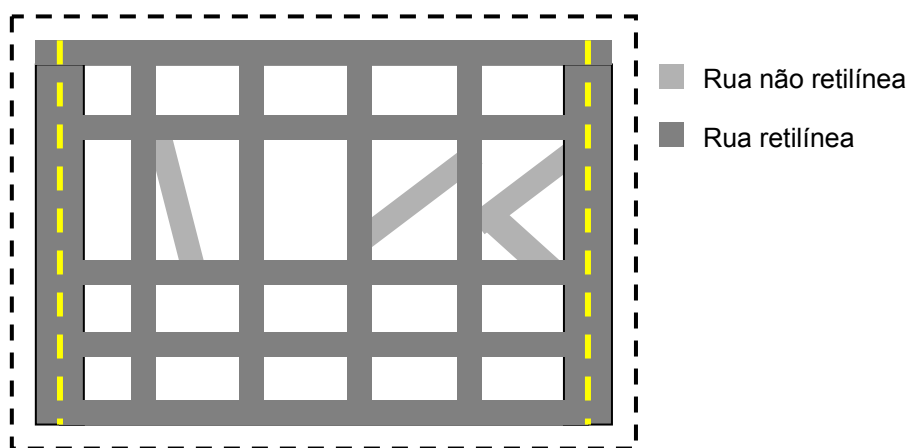
O ciclismo é essencial à acessibilidade do morador, especialmente em áreas menos compactas. Condições que maximizem a atratividade e segurança da bicicleta incluem a separação do pedestre e do ciclista do tráfego motorizado, rotas diretas, interseções claras e de boa visibilidade e inclinações mínimas.

Índice "I"= redes contínuas de ruas, inclinações suaves, calçadas, entradas convenientes de edifícios, e controle de tráfego.

$$I = (RA) (RG) (0,33)[(RC) + (CE) + (RTC)] \quad \text{EQ. 6.9}$$

$RA$  = A fração de ruas possíveis de atravessar é medida como a fração da área da comunidade com mais de 90% de ruas contínuas (perto de um padrão retilíneo) que chegam diretamente às vias coletoras ou comerciais mais próximas, ou centros comerciais.

A partir de um mapa das ruas, como o mapa da FIG. 6.6, verifica-se a fração da área comunitária com ruas curvas ou sem saída que levam pedestres a áreas comerciais. Subtrai-se, então essa fração de 1,0 (um) e têm-se a fração de ruas atravessáveis.



**FIG. 6.6 Área com ruas retilíneas**

$RG$  = A fração de ruas com inclinação menor do que 5% é medida em mapas topográficos. A distância entre linhas de elevação que deveria compreender uma inclinação de 5% é calculada. A variável é calculada subtraindo a fração de quadras com inclinação menor do que 5% de 1,0 (um).

*RC* = A fração das ruas com calçadas em ambos os lados é verificada visualmente na própria área. Calçadas em apenas um lado é contado como 0,5 (cinco décimos) e calçada dos dois lados é contada como 1,0 (um).

*CE* = Coeficiente de entrada de edifício que recebe os valores:

=1, se média de recuo do edifício da calçada for de 0-3 pés (0-1 m).

=0,50, se média de recuo do edifício da calçada for de 4-10 pés (1,2-3,0m)

=0,30, se média de recuo do edifício da calçada for de 11-20 pés (3,5- 6,0m)

=0,10, se média de recuo do edifício da calçada for de 21-40 pés (6,4 - 12m)

=0, se média de recuo do edifício da calçada for >40 pés (12m)

*RTC* = Ruas de tráfego controlado são aquelas com limites de velocidade inferiores a 20 mph (32 Km) ou paradas sinalizadas a cada 600 pés (183 m), com travessias para pedestre. Isto é medido como uma fração das interseções na comunidade que são controlados por semáforos, ou sinais de cruzamentos para 4 vias. Uma interseção com semáforos para duas vias conta como metade de um de quatro vias. Quadras grandes são contadas como tendo interseções não controladas a cada 600 pés (183 m).

Influência nas viagens de automóvel: Distância viajada

- **Número total de interseções locais**

Definição\_ Número de interseções nas vias locais da região

Influência nas viagens de automóvel: Frequência de viagens

- Ruas (padrão de desenho, interseções, comprimento)

Definição\_ determinação a partir:

- tipo predominante (tipo grelha ou irregular);
- proporção de interseções X ou de quatro vias (as interseções T ou de três vias são consideradas como de maior mobilidade para o automóvel, enquanto a tipo X está voltada mais a acessibilidade, por significar mais interferências na via), mostrado aqui na FIG. 6.7;

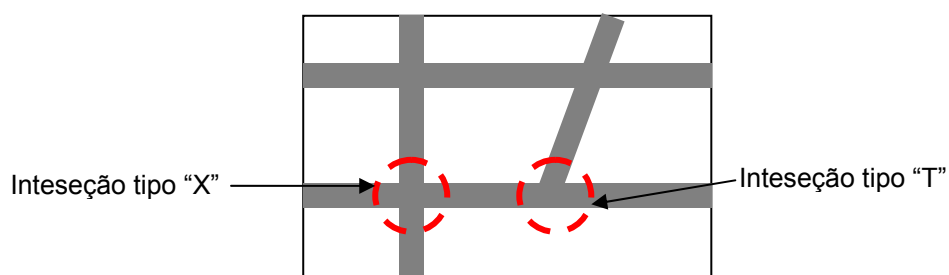


FIG. 6.7 Interseções

- taxa por acre desenvolvido de: milhas contínuas de ruas, número de interseções de passagem na auto-estrada, número de quadras, número de ruas sem saída ou *cul-de-sacs*, média das velocidades limites nas vias arteriais e da largura das vias, como na FIG. 6.8;

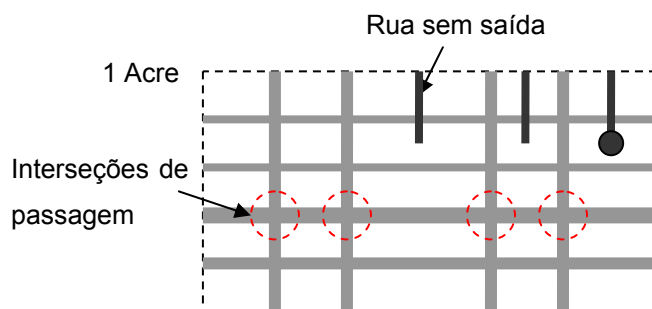


FIG. 6.8 Características das vias

Influência nas viagens de automóvel: Freqüência de viagens

- **Percentagem de interseções T**

Definição\_ Percentual de interseções de três vias (T).

O número de interseções T dividido pelo total de interseções  
(Indicador de conectividade das ruas)

Influência nas viagens de automóvel: Distância viajada

- **Densidade de interseções**

Definição\_ Número de interseções pela área .

Influência nas viagens de automóvel: Distância viajada

- **Densidade das vias**

Definição\_ Quantidade relativa de terreno utilizada como  
via.

Total da área das ruas dividido pela área total

Influência nas viagens de automóvel: Distância viajada

- **Pedestres e ciclistas (faixas, sinais, tamanho das quadras)**

Definição\_ Proporção de quadras com: calçadas, faixas de jardins nas calçadas, árvores, iluminação pública, de forma retangular, faixas de bicicleta, faixa de pedestres no meio da quadra. Proporção de interseções com sinais controlados. Tamanho médio: da quadra, da largura da calçada, da distância entre os postes de iluminação pública, inclinação do terreno, sinais para pedestres nas interseções semaforizadas. Faixas de ciclistas por área efetivamente desenvolvida.

Influência nas viagens de automóvel: Freqüência de viagens

- **Faixas de ciclistas por área.**

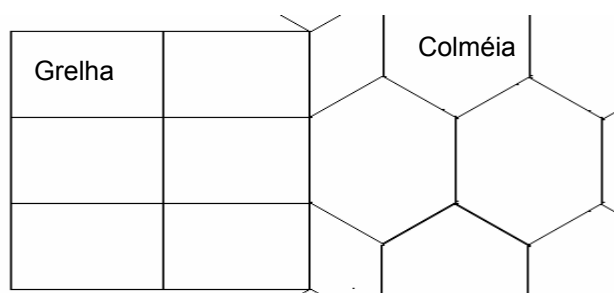
Definição\_ Comprimento da ciclovia por acre (1 acre =0,40 ha).

Influência nas viagens de automóvel: Freqüência de viagens

- **Padrões de desenho das ruas**

Definição\_ Número de cada tipo de interseções das vias, ou de três vias (T) ou de quatro vias (X).

Para medir os padrões de desenho das ruas os pesquisadores freqüentemente examinam a natureza das interseções, onde padrões de desenho da via são representados pelo número de interseções X ou interseções de quatro vias (padrão grelha ou tabuleiro) e de interseções T ou de 3 vias (padrão colméia), padrões mostrados na FIG. 6.9 Os pesquisadores consideram que áreas que contêm um quantidade alta de interseções X são mais aprazíveis à caminhada. Também , chamam atenção para a densidade de interseções, por exemplo, interseções espaçadas de 1000 metros induzem a utilização do automóvel, enquanto que aquelas distantes a 400 metros induzem a caminhada.



**FIG.6.9 Desenho da rede**

Influência nas viagens de automóvel: Distância viajada

- **Amenidades para pedestres**

Definição\_ Mede-se o comprimento total das ruas e o comprimento total das calçadas, e numa relação direta, verifica-se a taxa de ruas servidas por calçadas dos dois lados, dividindo o comprimento total de calçadas pelo comprimento total das ruas. Uma taxa ótima seria 2 , indicando que todas as ruas são servidas por calçadas de ambos os lados.

A taxa do comprimento das calçadas sobre o da rua, entretanto, diz pouco sobre a continuidade do sistema de calçadas, um elemento importante de meio de pedestre.

Influência nas viagens de automóvel: Freqüência de viagens e distância viajada

- **Intensidade de parques**

Definição\_ N° de parques por área desenvolvida, incluindo espaços abertos maiores de 20 acres (8 ha).

Influência nas viagens de automóvel: Freqüência de viagens e distância viajada

- **Provisão de calçadas**

Definição\_ Proporção de faces de quadras com calçadas pavimentadas por toda a extensão.

Influência nas viagens de automóvel: Freqüência de viagens e distância viajada

- **Provisões de iluminação de rua**

Definição\_ Proporção de faces de quadras com iluminação de postes

Influência nas viagens de automóvel: Freqüência de viagens e distância viajada

- **Ruas arborizadas**

Definição\_ Proporção de faces de ruas com árvores entre o passeio e a rua

Influência nas viagens de automóvel: Freqüência de viagens e distância viajada

- **Tamanho da quadra**

Definição\_ Comprimento médio das faces das quadras

Influência nas viagens de automóvel: Freqüência de viagens e distância viajada

- **Distância de iluminação**

Definição\_ Distância média entre postes de iluminação ao longo das faces da rua

Influência nas viagens de automóvel: Freqüência de viagens e distância viajada

- **Terreno plano**

Definição\_ Proporção de faces das quadras com terreno plano (inclinação < 5%).

Influência nas viagens de automóvel: Freqüência de viagens e distância viajada

- **Velocidade média**

Definição\_ Velocidade média da rua principal ao redor da vizinhança.

Influência nas viagens de automóvel: Distância viajada

- **Intensidade de serviço do transporte público**

Definição\_ Extensão total das rotas (em milha) do serviço das 8-9h da manhã (horário de pico), dividido pela área efetivamente utilizada (ou seja exclui-se aí os terrenos baldios e lotes vagos da área) medido como:

$$Int = \{60[\sum_i(M_i/H_i)]/A_i\} \quad \text{EQ. 6.10}$$

Onde:

$M$  = extensão da rota (em milhas) do serviço de transporte público dentro da área estudada, de 8-9h da manhã,

$H$  = headway médio dos ônibus da rota dentro da área estudada.



$A$  = área desenvolvida, em acres (excluindo parques públicos, terras vazias, cemitérios, espaço de infra-estrutura pública, etc.).

$i$  = origem (zona residencial)

Influência nas viagens de automóvel: Distância viajada

#### • **Acessibilidade do transporte público**

Definição\_ Média de residências que tem acesso diário ao transporte público ( $ATP$ ).

Essa análise assume que o passageiro médio do transporte público andar $\acute{a}$   $\frac{1}{4}$  de milha (400 m) para alcançar o ponto de embarque.

$ATP = (\text{\textit{ônibus em ambas direções /dia}}) (\text{\textit{assentos do ônibus}}) (\% \text{\textit{residências para 400m}}) + (\text{\textit{trem, ambas as direções /dia}}) (\text{\textit{assento /carro}}) (\% \text{\textit{residências para 800m}})$  EQ. 6.11

A análise compreende a multiplicação do número de ônibus por hora pelas rotas de acesso à população residencial. Um ônibus que serve uma grande fração dos moradores tem maior peso. Ônibus e trens são padronizados como tendo 50 assentos por veículo para comparação. O resultado é dado em veículos por hora, numa base de 24h.

Influência nas viagens de automóvel: Freqüência de viagens

### 6.4 ANÁLISE DAS FORMAS DE OBTENÇÃO DOS VALORES DAS VARIÁVEIS

Dos indicadores propostos pelos estudos revisados anteriormente, propõe-se uma análise prévia das variáveis utilizadas nestes indicadores para a verificação da viabilidade da utilização destes. A partir desta análise serão propostos os indicadores mais representativos e possíveis de serem obtidos em dados de censos municipais, do banco de dados do IPTU (Imposto Predial Territorial Urbano) ou ainda já

utilizados para estudos prévios da municipalidade e padrões urbanísticos.

Na TAB. 6.2 apresentam-se os indicadores, as variáveis utilizadas para medi-los e suas respectivas viabilidades e origem. A repetição dos indicadores se faz necessária pois cada indicador utiliza mais de uma variável que por sua vez, é utilizada por mais de um indicador.

**TAB. 6.2 Variáveis e suas fontes**

Indicador	Variável	Onde pode ser encontrada
Densidade populacional População total Índice de lojas na vizinhança (NSI) (também dentro de um raio de 400m)	População total	Censos IPTU
Densidade populacional Densidade residencial Densidade residencial líquida Intensidade de uso do solo Proporção de acres residenciais	Total da área residencial	Mapa de ocupação IPTU Planos de uso e ocupação do solo
Número de centros de emprego (n.º de lojas) Densidade de lojas de varejo Número de estabelecimentos comerciais Mistura vertical Desenho do local	Número de centros de comércio ou serviço	Mapa de ocupação IPTU Planos de uso e ocupação do solo
Densidade de empregos Acessibilidade de caminhada	Número de empregos	Censos
Densidade de empregos Densidade residencial bruta Densidade de centro de atividade Densidade de lojas de varejo Entropia Proximidade de áreas comerciais Intensidade de serviço do transporte público	Área total desenvolvida	Mapa de ocupação
Densidade residencial Densidade residencial líquida	Número de residências	IPTU
	Número de unidades de moradia	IPTU
Densidade residencial bruta	Área construída	IPTU Planos de uso e ocupação do solo
Densidade de centro de atividade Centros de atividade	Número de centros de atividade	IPTU
Acessibilidade do automóvel	Fator de fricção entre zonas	Pesquisa de transporte
Acessibilidade do automóvel	Produção de viagens na zona	Pesquisa de transporte
Acessibilidade do automóvel	Atração de viagens da zona	Pesquisa de transporte
Intensidade do uso do solo (por quarto de milha)	O número de células de ¼ de milha (400 m) com usos diferentes do solo da unidade de vizinhança	Mapas de ocupação IPTU
Variedade de uso do solo (por quarto de milha) Número de usos diferentes do solo Entropia	O número de usos do solo em células de ¼ de milha que cercam a célula central	Mapas de ocupação IPTU
Distância da área central	Distância da região estudada do centro	Mapas de ocupação
Uso misto do solo Mistura vertical	Uso comercial ou não , mistura de usos	Mapas de ocupação IPTU Planos de uso e

		ocupação do solo
Valor residencial	Preço do terreno	IPTU
Acessibilidade ao emprego	Uso predominante do solo	Mapas de ocupação IPTU
Entropia	Proporção de categoria de uso do solo dentro de um raio de meia milha (800 m)	Mapas de ocupação IPTU
Entropia	Número de categorias de uso do solo	Mapas de ocupação
Intensidade de uso do solo Proporção de usos comerciais medida pela taxa de acres desenvolvida	Área utilizada para uso comercial	Mapas de ocupação IPTU Planos de uso e ocupação do solo
Intensidade de uso do solo Proporção de usos comerciais medida pela taxa de acres desenvolvida	Área utilizada para uso industrial	Mapas de ocupação IPTU Planos de uso e ocupação do solo
	Área utilizada para estacionamento	Mapas de ocupação Planos de uso e ocupação do solo
	Área utilizada para uso institucional	Mapas de ocupação Planos de uso e ocupação do solo
Proporção de usos comerciais medida pela taxa de acres desenvolvida	Área utilizada para lazer;	Mapas de ocupação Planos de uso e ocupação do solo
Acessibilidade de caminhada	Tempo de caminhada de uma zona a outra	Pesquisa de campo
Intensidade de varejo	Total de faces de quadra	Mapas de ocupação
	Faces de quadra com usos comerciais	Mapas de ocupação IPTU
Número médio de faixas	Número de pistas nas ruas das vizinhanças	Planos de uso e ocupação do solo Mapas de ocupação
Índice de acessibilidade ao pedestre (PAI) Ruas (padrão, interseções, comprimento) Amenidades para pedestres	Total de comprimento das ruas	Planos de uso e ocupação do solo Mapas de ocupação
Índice de acessibilidade ao pedestre (PAI) Ruas (padrão, interseções, comprimento)	Total de ruas retilíneas que caem na rua comercial ou coletora	Planos de uso e ocupação do solo Mapas de ocupação
Índice de acessibilidade ao pedestre (PAI)	Ruas curvas ou sem saída que levam a áreas comerciais	Planos de uso e ocupação do solo Mapas de ocupação
	Ruas com greide menor do que 5%	Mapas de ocupação
	Ruas com calçadas em ambos os lados	Planos de uso e ocupação do solo Mapas de ocupação
	Tipo de entrada (reco dos edifícios)	Planos de uso e ocupação do solo Mapas de ocupação
	Rua de tráfego controlado (32km/h)	Planos de uso e ocupação do solo Mapas de ocupação
	Ruas com semáforos	Planos de uso e ocupação do solo Mapas de ocupação
	Ruas com travessia de pedestres	Planos de uso e ocupação do solo Mapas de ocupação
Número total de interseções locais Ruas (padrão, interseções, comprimento) % de interseções T Densidade de interseções Padrões das ruas	Número de interseções nas vias locais da região	Planos de uso e ocupação do solo Mapas de ocupação
Ruas (padrão, interseções, comprimento)	Padrão predominante (padrão ou irregular);	Mapas de ocupação
Ruas (padrão, interseções, comprimento) Pedestres e ciclistas (faixas, sinais, tamanho das quadras) Terreno plano	Número de quadras	Planos de uso e ocupação do solo Mapas de ocupação

Ruas (padrão, interseções, comprimento)	Número de ruas sem saída	Planos de uso e ocupação do solo Mapas de ocupação
	Limite de velocidade	Código de trânsito federal ou leis municipais
	Largura das vias	Planos de uso e ocupação do solo Mapas de ocupação
% de interseções T Densidade do comprimento da rua	Área de rua	Planos de uso e ocupação do solo Mapas de ocupação
Pedestres e ciclistas (faixas, sinais, tamanho das quadras)	Quadras com calçadas	Planos de uso e ocupação do solo Mapas de ocupação
	Quadras arborizadas	Planos de uso e ocupação do solo Mapas de ocupação
	Quadras com iluminação pública	Planos de uso e ocupação do solo Mapas de ocupação
	Quadras de forma retangular	Planos de uso e ocupação do solo Mapas de ocupação
	Quadras com faixa para ciclistas	Planos de uso e ocupação do solo Mapas de ocupação
	Quadras com faixas de pedestre no meio da quadra	Planos de uso e ocupação do solo Mapas de ocupação
	Interseções com sinal controlado	Mapas de ocupação Código de trânsito
	Tamanho das quadras	Planos de uso e ocupação do solo Mapas de ocupação
	Distância de iluminação	Planos de uso e ocupação do solo Mapas de ocupação
	Inclinação do terreno	Planos de uso e ocupação do solo Mapas de ocupação
	Sinais para pedestres	Planos de uso e ocupação do solo Mapas de ocupação Planos de Transporte
Faixas de ciclistas por área	Comprimento da ciclovia por acre	Planos de uso e ocupação do solo Mapas de ocupação
Desenho do local	Lojas com estacionamento fora da rua	Planos de uso e ocupação do solo Mapas de ocupação
	Em frente da loja	
	Na rua e ao lado	
	Drive -in ou drive-trought	
Amenidades para pedestres	Comprimento total do sistema de passeio	Planos de uso e ocupação do solo Mapas de ocupação
Provisão de calçadas	Comprimento das quadras	Planos de uso e ocupação do solo Mapas de ocupação
	Comprimento de calçadas	Planos de uso e ocupação do solo Mapas de ocupação
Provisões de iluminação de rua Ruas arborizadas	N. ° de quadras total.	Planos de uso e ocupação do solo Mapas de ocupação
Provisões de iluminação de rua	N. ° de faces de quadras com iluminação.	Planos de uso e ocupação do solo Mapas de ocupação
Ruas arborizadas	N. ° de faces de quadras arborizadas.	Planos de uso e ocupação do solo Mapas de ocupação

Tamanho da quadra	Comprimento da quadra	Planos de uso e ocupação do solo Mapas de ocupação
Distância de iluminação	Distância entre postes de iluminação	Planos de uso e ocupação do solo Mapas de ocupação
Terreno plano	Número de faces de quadras com inclinação menor que 5%	Planos de uso e ocupação do solo Mapas de ocupação
Velocidade média	Média de velocidade da rua principal	Código de trânsito
Intensidade de serviço do transporte público	Tamanho da rota	Mapas de ocupação
	Headway médio dos ônibus	Lei da concessão do serviço
Acessibilidade do transporte público (TAI)	n.º de ônibus por hora por rota	Lei da concessão do serviço

A maioria dos indicadores pesquisados existem dispersos nos vários arquivos municipais, nos censos, nos planos de ocupação e usos do solo urbano, nas regras de concessão e ainda em bases de dados cartográficos do município., apresentando uma viabilidade de serem utilizados.

Observa-se que os dados de IPTU e os censos populacionais fornecem informações relacionadas principalmente à questão da densidade (o primeiro de área construída e de edificações e o segundo populacional), enquanto a Lei de Uso e Ocupação do Solo e os mapas de ocupação do município dão as dimensões da diversidade do uso e do desenho das vias, da vizinhança e dos bairros.

#### 6.5 PROPOSTA DOS INDICADORES DE OCUPAÇÃO URBANA

Após a seleção inicial dos indicadores de ocupação urbana na pesquisa bibliográfica e da análise de viabilidade dos meios de obtê-los, partiu-se para uma proposta de indicadores a serem utilizados na análise da ocupação do solo, visando a demanda de viagens por automóvel.

A escolha dos indicadores de ocupação urbana se baseia na verificação de suas similaridades (pois estamos tratando da proposta de vários autores), sua abrangência e importância.

### 6.5.1 INDICADORES DE DENSIDADE

Após a verificação da superposição existente entre os vários indicadores propostos pelos autores pesquisados, os indicadores da dimensão densidade foram sintetizados em três tipos principais: densidade populacional, residencial e comercial.

Desses indicadores, a densidade populacional é normalmente utilizada nos planos diretores como referencial do zoneamento.

A **densidade residencial** é utilizada como medida de ocupação do solo, e está diretamente relacionada ao uso da infraestrutura de transporte e à geração de viagens.

As **densidades, tanto de emprego como comercial**, estão relacionadas ao uso comercial do solo, mas como não é possível precisar a quantidade de pessoas que trabalham e residem numa mesma região (fator este que depende das características sociais da região, como a renda média dos moradores e as características culturais) propõe-se medir somente a densidade comercial para caracterizar a intensidade do uso comercial na área estudada.

Uma observação sobre a influência das medidas de aumento da densidade como uma maneira de diminuir as viagens por carro, é que estas têm que ser aplicadas de forma conjunta com outras medidas, pois com o aumento da densidade conseqüentemente se aumenta a procura por viagens, e se não existirem alternativas para o deslocamento dos habitantes, o automóvel se tornará o meio mais procurado.

### 6.5.2 INDICADORES DE DIVERSIDADE

Para os indicadores da dimensão diversidade, que medem o uso misto do solo, a acessibilidade de caminhada é aparentemente o maior "degenerador" de viagens, e está intrinsecamente relacionada à intensidade e variedade de uso do solo, ou seja,

à mistura de usos, principalmente residenciais e comerciais, o que deve ser um incentivo para os habitantes não utilizarem o carro.

Na determinação destes indicadores então a variedade e a intensidade do uso do solo foram os balizadores. A variedade por mostrar a quantidade de usos diferentes do solo numa região, e a intensidade por lembrar a importância dos usos que circundam a área estudada, visto que não existe um grande impacto na geração de viagens se apenas uma região apresenta características adequadas à proposta de degeneração de viagens.

Então como indicadores de uso do solo relacionados à diversidade propõe-se:

- número de estabelecimentos comerciais dentro de uma área;
- índice de dissimilaridade;
- proporção de usos do solo.

O **número de estabelecimentos comerciais** dentro de uma área é proposto por ser um indicador de fácil obtenção, pois os cadastros comerciais são públicos e também pode ser feita essa contagem visualmente. Este indicador está diretamente ligado ao indicador de variedade do uso do solo, que mede a quantidade de usos diferentes do solo que cercam a célula pesquisada.

Essa medida reflete bem a diversidade do uso, e reflete a idéia de que a oferta dos bens de consumo ao alcance de caminhada diminui a utilização do automóvel.

O **índice de dissimilaridade** refere-se a proporção de usos diferentes do solo numa área de 1 hectare. Este também está fortemente relacionado com o indicador intensidade do uso do solo, que mede o número de usos diferentes do uso da área estudada, que pode ser uma região, um bairro, uma quadra, etc..

O indicador **proporção de usos do solo** refere-se às porcentagens de área da região estudada utilizadas para

comércio, serviços, espaços públicos e residências. Foi selecionado por ser uma medida direta e facilmente entendida, além de que historicamente existem propostas de dimensionamento dos usos do solo levando em conta a população habitante na região.

### 6.5.3 INDICADORES DE DESENHO

Na dimensão desenho, ou seja, na dimensão que mede o impacto do desenho do sistema viário e do desenho dos blocos nas viagens, a acessibilidade do pedestre e sua sensação de segurança aparece como fator de degeneração importante na forma de presença de calçadas, iluminação viária, arborização e sinalização específica para pedestres. O número de interseções, largura da rua, e presença de parques nas áreas urbanas são utilizados também como variáveis que medem a diminuição da dependência do automóvel.

Para escolher as variáveis referentes ao desenho, procurou-se abranger os aspectos: transporte público, pedestre, ciclistas, parcelamento do solo e tráfego de automóveis.

Então, na dimensão desenho, propõe-se os seguintes indicadores:

- acessibilidade ao transporte público;
- índice acessibilidade ao pedestre;
- amenidades para pedestres;
- faixas de ciclistas;
- tamanho das quadras;
- velocidade média dos veículos.

Para a medida relacionado ao transporte público, o indicador **acessibilidade ao transporte público** é proposto. Este indicador utiliza a frequência do transporte público (viagens por dia), sua capacidade e sua área efetiva de serviço (um



raio de 400 metros de seus pontos de acesso para os ônibus e de 800m para os trens e metrô) para medir as oportunidades de se locomover com o transporte público de uma certa região.

O indicador **índice de acessibilidade ao pedestre** aparece na forma de comprimento de calçadas, número de interseções na via, o tipo de acesso da via aos edifícios, a intensidade de ruas de tráfego controlado e outras amenidades que influenciam a prática da caminhada como um meio de se chegar ao destino planejado. Este indicador também reconhece as variáveis de inclinação da via, a presença de estacionamento nas calçadas, as ruas sem saídas ou *cul de-sacs*.

O indicador **amenidades para os pedestres** mede, como o anterior, as facilidades oferecidas para o pedestre. Este indicador pode ser visto como um apanhado dos indicadores apresentados que se relacionam à indução da atividade pedestre. Basicamente ele é um *check-list* onde se verificam as taxas e médias das ocorrências de certas variáveis na área estudada. Estas são as variáveis observadas :

- presença de calçadas dos dois lados da rua;
- calçadas pavimentadas;
- presença de iluminação pública nas quadras;
- presença de arborização nas calçadas;
- presença de sinalização específica para o pedestre;
- largura das ruas.

O indicador **faixas de ciclistas** indica a presença de ciclovias sinalizadas.

Ainda como indicador relacionado ao desenho, aparece **tamanho da quadra**, e seu conseqüente tamanho médio do lote, que determinam a densidade planejada.

O indicador de **velocidade média** permitida na via representa a relevância do controle do tráfego para a diminuição das viagens de automóveis e aumento do caminhada e ciclismo.

## 6.6 RESUMO DOS INDICADORES

Na TAB.6.3 a seguir, estão resumidos os indicadores de ocupação urbano propostos.

**TAB.6.3 Indicadores propostos**

Indicador	Forma de medir
Densidade populacional	População total dividida pelo total de áreas residenciais
Densidade residencial	Número de residências por área residencial líquida.
Densidade de lojas de varejo (comercial)	Número de lojas de varejo por área desenvolvida líquida
Número de estabelecimentos comerciais dentro de uma área	Quantidade de estabelecimentos comerciais dentro de um raio de 400m.
Índice de dissimilaridade	Proporção de usos diferentes do solo dentro de uma célula de 1 hectare na área estudada.
Proporção de usos comerciais do solo	Número de : Lojas de conveniência; Serviços Supermercados Loja de comida; Lazer;
Acessibilidade do transporte público	Nº de carros do transporte coletivo, nº de assentos disponíveis, porcentagem das residências dentro de uma distância de caminhada do ponto de embarque
Índice acessibilidade ao pedestre	Medidas de ruas atravessáveis, pouco inclinadas, taxa de calçadas, acesso aos edifícios, ruas com tráfego controlado.
Amenidades para pedestres	Presença de calçadas dos dois lados da rua; Calçadas pavimentadas; Presença de iluminação pública nas quadras; Presença de arborização nas calçadas; Presença de sinalização específica para o pedestre; Largura das ruas;
Faixas de ciclistas	Comprimento das faixas para ciclistas, e facilidades como sinalização específicas.
Tamanho das quadras	Comprimento médio das faces das quadras.
Velocidade média dos veículos	Média de velocidade da rua principal ao redor da vizinhança

## 6.7 EFEITO DOS INDICADORES

Os indicadores aparecem como medidas "degeneradoras" de viagens de automóvel, transferindo para os meios alternativos essas viagens. A densidade, porém, aparece como medida geradora e "degeneradora" de viagens ao mesmo tempo devido à capacidade desta variável se relacionar com os indicadores de diversidade e de desenho.

Quando as medidas de adensamento são tomadas em conjunto ou depois de uma efetiva adequação dos padrões de diversidade e

desenho voltados para a diminuição do transporte por automóvel, tende-se a diminuir as taxas de geração de viagens por automóvel, como foi observado em alguns estudos realizados em cidades de alta densidade, de acordo com a bibliografia pesquisada (capítulo 5).

Já quando as medidas de adensamento são tomadas de modo separado, apenas com a permissão de adensamento, sem nenhuma preocupação com esses impactos, tende-se a gerar mais viagens de automóvel, e principalmente, tende-se a gerar uma maior necessidade de se possuir um automóvel.

Os efeitos dos indicadores pode ser entendidos através do fluxograma apresentado na FIG. 6.10:

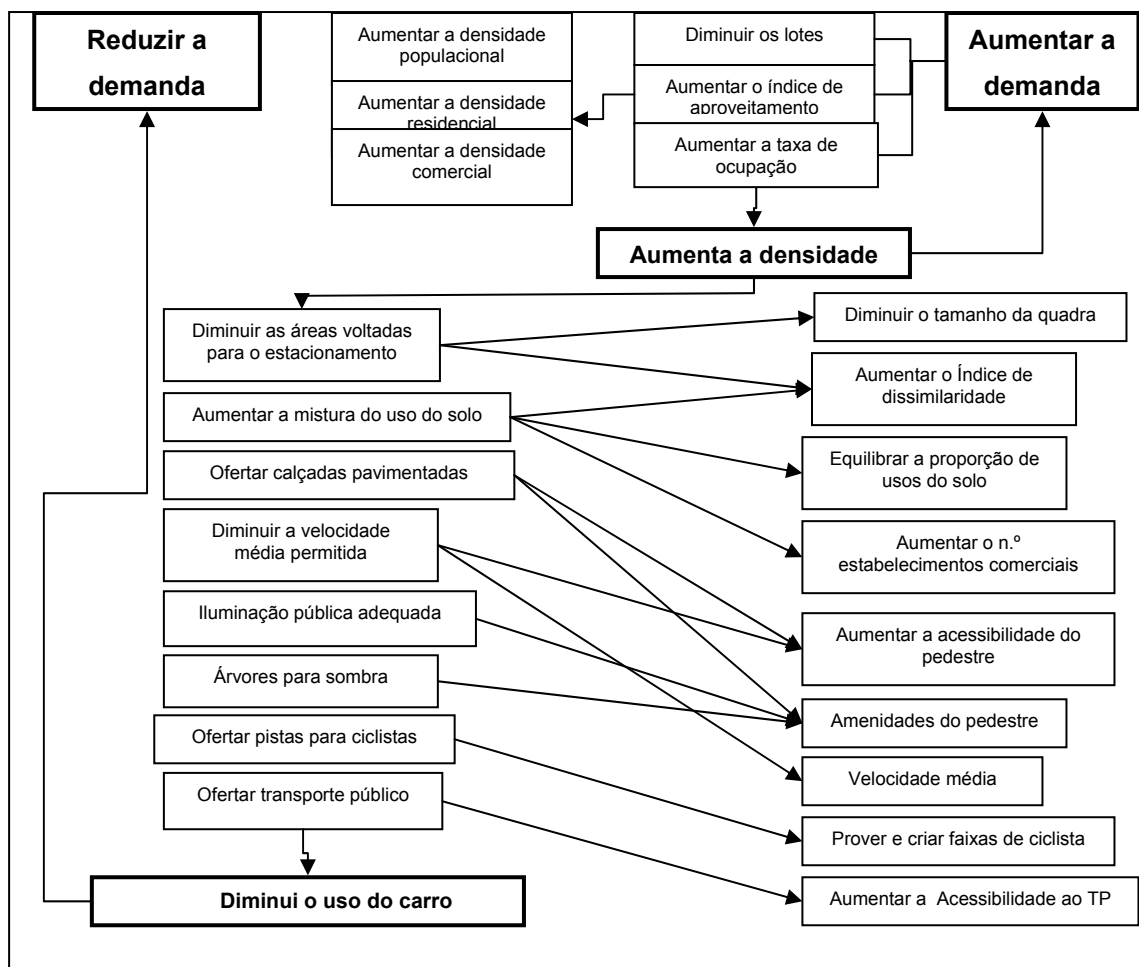


FIG. 6.10 Fluxograma de efeitos dos indicadores

As alterações propostas pelos indicadores podem ser resumidas em:

1. Tamanho das quadras - quadras menores tendem a diminuir o uso do automóvel, pois criam inconvenientes de cruzamentos mais frequentes, e incitam a caminhada, mas quadras mais divididas (lotes menores) tendem a aumentar a densidade, daí, sem qualquer outra atitude de planejamento complementar, aumentam a demanda de viagens.

2. Densidade populacional - o aumento da densidade populacional pretendida numa região gera o aumento das viagens de automóvel, pois aumenta o número de pessoas que necessitam se locomover. Mas quando esse aumento é planejado junto com a oferta de transporte coletivo, essa densidade se torna uma ferramenta indispensável para o aproveitamento do solo urbano.

3. Densidade residencial - o aumento da densidade residencial implica normalmente no aumento da densidade populacional, podendo, se não planejada, gerar impactos negativos no tráfego. Mas se planejado de modo a ser complementado com o uso misto do solo e servido por um bom sistema de transporte público, é uma medida que responde às questões ambientais de aproveitamento do solo urbano já explorado, protegendo áreas naturais do espalhamento urbano.

4. Densidade de lojas de varejo (densidade comercial) - a densidade comercial tem o mesmo impacto e pode ser tratada da mesma forma do que a densidade residencial, ou seja, tende a gerar viagens de automóvel se não for planejada

junto com ações complementares de diversidade e desenho orientado ao transporte coletivo ou não motorizado.

5. Número de estabelecimentos comerciais dentro de uma área - está principalmente relacionado ao uso misto do solo e a acessibilidade de caminhada para se alcançar esses destinos. Quando um número de estabelecimentos comerciais (principalmente os básicos como mercados, lojas, colégios) se encontram em áreas mais residenciais, existe uma forte tendência à diminuição do uso do carro. Esta medida, como qualquer outra ligada à variedade do uso do solo, esta diretamente relacionada a densidade, pois somente em locais de alta densidade existe o interesse em mesclar os usos, e a possibilidade de se encontrar vários serviços num raio de alcance de caminhada.

6. Índice de dissimilaridade - o aumento da variedade de usos do solo ao redor de uma região, também é visto como uma medida para diminuição de viagens. A complementaridade dos usos dentro de uma distância de caminhada, ou acessível pela bicicleta, assim como a infra-estrutura de vias (calçadas e ciclovias ou ciclo -faixas) dando acesso a essas regiões são fundamentais para o planejamento de áreas menos dependentes do carro. Este índice também se relaciona com a densidade, como causa-efeito, pois para que seja alto deve estar num local de alta densidade, e para que o local de alta densidade seja sustentável ele tem que oferecer um alto índice de dissimilaridade.

7. Proporção de uso comercial do solo - essa medida é a medida direta do uso misto do solo. A verificação de um equilíbrio desses usos (não numericamente, mas relativamente) leva a conclusão de que a área esta servida pelas

facilidades necessárias para o seu desenvolvimento. O mesmo que foi dito sobre a densidade nos outros dois itens, número de estabelecimentos e índice de dissimilaridade, pode ser utilizado para o indicador proporção do solo.

8. Índice acessibilidade ao pedestre - uma maior acessibilidade para o pedestre gera menos necessidade de viagens de automóveis. Quando provemos a área de meios que facilitem a caminhada, junto com o uso misto do solo, os moradores têm a opção de usar as calçadas para se locomover. Aqui também a densidade é importante para o desenvolvimento, pois só se vai a pé a lugares dentro de uma área bem restrita.

9. Amenidades para pedestres - como o índice de acessibilidade ao pedestre, seu aumento, junto com a mistura dos usos, estimula o uso do meio a pé para as viagens dentro de uma certa distância. De novo nota-se a necessidade deste indicador ser utilizado em conjunto dos indicadores de densidade.

10. Faixas e pistas para ciclistas - a preocupação em dotar a cidade com essas facilidades, assim como estacionamentos e sinalizações próprias para ciclistas, é válida pois dá uma alternativa de meio de transporte aos moradores, assim como um meio de lazer. O fator da densidade e do uso misto do solo aparecem neste indicador no que diz respeito de que esse meio de transporte será utilizado desde que os destinos estejam a uma distância possível de se alcançar.

11. Velocidade média dos veículos - velocidades médias menores em cidades mais compactas não restringem a mobilidade da população, e em cidades espalhadas tendem a

gerar uma maior procura pelos transportes públicos em vias não compartilhadas, que podem atingir velocidades maiores . Além disso, uma via de velocidade moderada gera mais confiança ao pedestre e ao ciclista no que diz respeito a segurança para o tráfego.

12. Acessibilidade do transporte público - uma maior acessibilidade ao transporte público é essencial para o funcionamento de qualquer tipo de planejamento na cidade que tente diminuir o uso do carro, pois mesmo dispondo dos meios não motorizados, as pessoas ainda têm a necessidade de se locomover a longas distâncias, ou numa velocidade maior.

## 6.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a escolha dos indicadores, primeiro buscou-se em estudos recentes, aqueles relacionados com a diminuição do número de viagens por automóveis, ou reduzindo as frequências de viagem ou diminuindo o comprimento das mesmas. Desta pesquisa encontrou-se 42 indicadores, dos quais, após a verificação de superposições de medidas, de sua viabilidade para aplicação nos municípios brasileiros, foram selecionados 12. Essa seleção se deu baseada na relevância do indicador na bibliografia estudada e na facilidade de se medi-los na prática. Ainda , mostrou-se no capítulo, a consequência esperada quando se alteram os indicadores propostos.

Dos indicadores, os da dimensão densidade, densidade comercial, densidade residencial e densidade populacional , podem ser vistos como relacionados tanto com a geração de viagens (como são tradicionalmente tratados) como com a "degeneração" de viagens, numa aplicação integrada com as medidas de indução ao uso do transporte público, medidas de encorajamento à caminhada e ao ciclismo.

Podemos concluir destes indicadores que, para os casos de diminuição da demanda de viagens, as medidas de diminuição da dependência do automóvel devem ser utilizadas em conjunto com as medidas de adensamento, pois sua exeqüibilidade e seu reflexos são diretamente dependentes da densidade do local. Por exemplo, um sistema de transporte público eficiente requer densidades médias e altas, a fim de poder oferecer um serviço freqüente, barato e eficiente (ACIOLY E DAVIDSON ,1998).

Uma proposta de utilização destes indicadores será apresentada no capítulo seguinte.



## **7 PROCEDIMENTO PARA PROPOSTA DA OCUPAÇÃO DE ACORDO COM A INFRA-ESTRUTURA VIÁRIA**

### **7.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

O procedimento desenvolvido neste capítulo utiliza os indicadores propostos no capítulo anterior que influenciam o comportamento das viagens, especificamente na demanda por viagens por automóveis, como um meio de tratar a questão da adequação do uso do solo à via que o serve.

O procedimento compreende 8 etapas, 1-caracterização da via, 2-caracterização do solo, 3-localização da área, 4-verificação da demanda, 5-verificação do nível de serviço, 6-mudanças propostas, 7-reavaliação da demanda e 8-realimentação do processo. Utilizando-se conceitos simples e de métodos amplamente utilizados, o procedimento proposto se apresenta com uma ferramenta auxiliar no planejamento urbano, levando em conta a relação do uso do solo com a demanda de viagens.

### **7.2 ESTRUTURA DO PROCEDIMENTO**

Para a determinação da ocupação satisfatória do solo da cidade, foi desenvolvido um procedimento que compreende oito etapas básicas, na seguinte seqüência:

**Etapá 1:** Categorização da via;

**Etapá 2:** Caracterização do uso do solo e os parâmetros de ocupação;

**Etapá 3:** Localização da área;

**Etapá 4:** Verificação da demanda existente ou projetada;

**Etapá 5:** Verificação do nível de serviço;

**Etapá 6:** Proposta das medidas;

**Etapá 7:** Avaliação de alteração na demanda;

## **Etapa 8: Realimentação.**

Para efeito deste procedimento com o objetivo de definir um valor de capacidade para diferentes tipos de via pelo método do HCM, considerou-se que as condições das vias são as ideais de acordo com o HCM (item 4.2.1).

### 7.2.1 ETAPA 1: CATEGORIZAÇÃO DA VIA

Compreende a identificação da via pela sua função no sistema viário urbano do município, caixa carroçável e capacidade de fluxo de veículos.

A via é caracterizada de acordo com o CBT e a metodologia HCM vistos no item 4.2, através da comparação da velocidade de fluxo livre com a velocidade dada na lei local de hierarquização das vias.

Assim, de acordo com a TAB. 4.3 as vias arteriais do CBT são classificadas no HCM como vias de Classe II e as vias coletoras e locais são classificadas em Classe II e Classe IV.

Deve-se observar a função da via, se de alta acessibilidade, onde as propostas de alteração podem ser mais efetivas, ou de alta mobilidade, ligando pontos específicos, de demanda por viagens específicas, onde as alterações seriam mais difíceis, sendo que a ação mais efetiva seria a melhoria do serviço de transporte público.

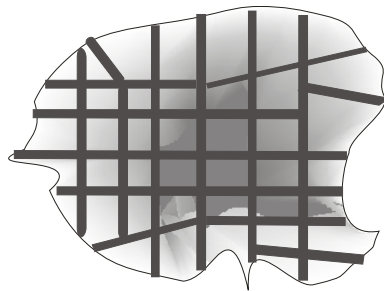
Para o procedimento, definimos as vias, como:

Vias arteriais que visam a mobilidade entre dois pontos, ou duas regiões. Normalmente essas duas regiões são altamente adensadas, ou são regiões que se procura adensar, e a região de passagem é tipicamente pouco ocupada (FIG. 7.1). É o modelo típico dos subúrbios norte-americanos, o modelo conhecido como "espalhamento". Assim, com relação à estas vias deve-se verificar se a área estudada se encontra na área do pólo gerador de tráfego ou na área de passagem de tráfego.



**FIG.7.1 Via arterial ligando duas áreas de alta densidade**

As vias coletoras e locais (FIG. 7.2) são mais voltadas para a acessibilidade, e são internas às regiões. Podem ter uma ocupação densa ou não.



**FIG. 7.2 Vias Coletoras e Locais**

Como têm funções e características diferentes elas serão diferenciadas segundo a classificação do CBT para a avaliação do seu nível de serviço.

#### 7.2.2 ETAPA 2: CARACTERIZAÇÃO DO USO DO SOLO E OS PARÂMETROS DE OCUPAÇÃO

A caracterização do solo se dá primeiramente com o enquadramento da região, bairro ou quadra que se vai pesquisar. Esse zoneamento é natural em todas as cidades.

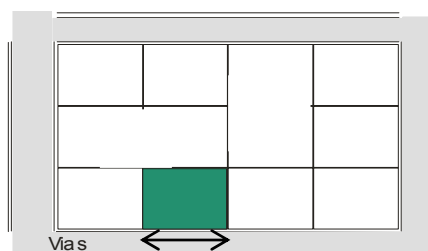
No Plano de Uso e Ocupação do solo (que visa orientar e disciplinar a implantação de atividades e empreendimentos no

território do município), determinam-se os usos adequados para o solo:

- Habitação;
- Comércio;
- Serviço;
- Industrial;
- Especial;

Ainda no Plano de Uso e Ocupação do Solo determinam-se os parâmetros urbanísticos (taxas, quocientes, índices e outros indicadores) adotados pela cidade, tais como:

• **Tamanho do lote** (FIG.7.3) - é definido pela testada (distância, medida no alinhamento, entre as divisas laterais do lote) e área mínima, mudando conforme as características das diversas zonas ou as densidades previstas para as mesmas. Regula o parcelamento do solo.



**FIG. 7.3 Tamanho do Lote**

A partir da determinação do tamanho dos lotes ( $l$ ) e das quadras ( $q$ ), têm-se o número de lotes por quadra ( $nl$ ) (EQ. 7.1):

$$nl = \frac{q}{l} \quad \text{EQ. 7.1}$$

A densidade populacional ( $d$ ) é então calculada pela população da quadra dividida pelo tamanho da quadra ou é determinada pela ocupação que se pretende fazer no local. A EQ. 7.2 demonstra essa relação:

$$d = \frac{hab_q}{q} \quad \text{EQ. 7.2}$$

$hab_q$  - número de habitantes por quadra;

$q$  - tamanho das quadras

Do número de lotes  $nl$ , verifica-se o número de usos comerciais ( $nl_c$ ), industriais ( $nl_i$ ), residenciais ( $nl_r$ ) e especiais ( $nl_e$ ), de acordo com a EQ. 7.3:

$$nl = nl_c + nl_r + nl_i + nl_e \quad \text{EQ. 7.3}$$

• **Taxa de ocupação** - é a relação percentual entre a projeção horizontal de edificação e a área do terreno (FIG. 7.4). Pode variar de acordo com a zona em que se encontram ou ser ampliada através de transferência de índice nas demais zonas. Regula o espaço não edificado ao redor das edificações, especialmente no térreo.

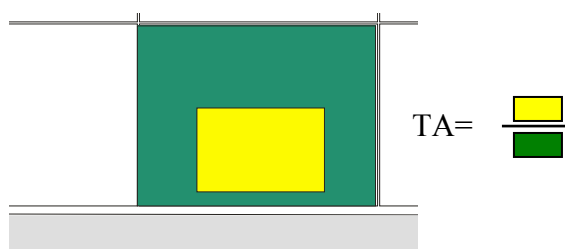


FIG. 7.4 Área ocupada dentro do lote

Pela taxa de ocupação ( $TO$ ) verifica-se a área utilizada para a edificação ( $a_c$ ) através da EQ. 7.6:

$$ac = l.TO$$

EQ. 7.2

- **Índice de aproveitamento** - é o quociente entre o total das áreas construídas da edificação e a área do terreno (FIG. 7.5). Regula a densidade e a lucratividade dos terrenos nas diversas zonas.

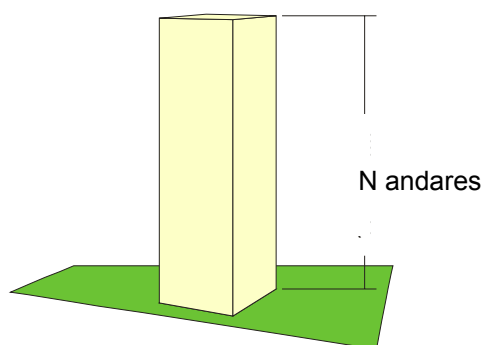


FIG. 7.5 Índice de Aproveitamento

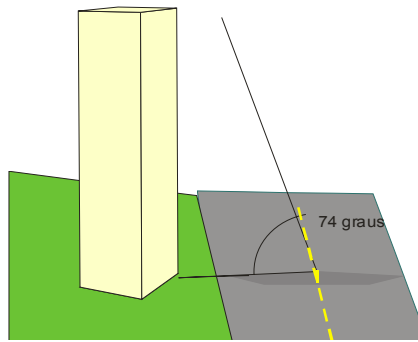
Pelo índice de aproveitamento da zona ( $IA$ ), verificamos quantas unidades ( $Unid.$ ) residenciais ( $unid_r$ ) ou comerciais ( $unid_c$ ) ou outras ( $unid_d$ ) podem existir nessa região. Este índice, junto com a altura permitida, determinam o número de unidades de moradia ou comércio que podem existir (EQ. 7.4 e 7.5).

$$Unid = IA \cdot a_c \quad \text{EQ. 7.4}$$

$$Unid. = unid_r + unid_c + unid_d \quad \text{EQ. 7.5}$$

- **Número de pavimentos** - é a quantidade de andares que as edificações podem ter acima do solo. Variam conforme a zona.

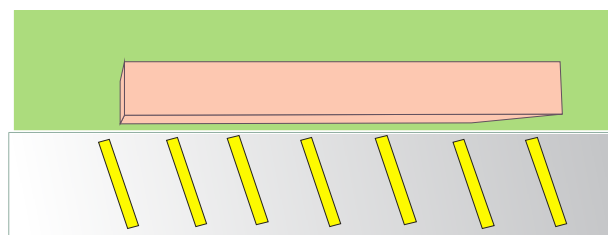
- **Afastamento frontal** - é a distancia mínima que a edificação deve ficar das vias. Pode ser calculado de várias formas, como por exemplo a partir de um ângulo de  $70^\circ$  formado entre a edificação e o eixo da via (FIG. 7.6). Varia em função da altura do prédio e da largura das vias.



**FIG. 7.6 Afastamento Frontal**

O afastamento frontal fornece uma medida que pode ser utilizada para a determinação do índice de acessibilidade para o pedestre pois se relaciona diretamente com o tipo de entrada do edifício (*coeficiente de entrada*).

- **Vagas de estacionamento** (FIG. 7.7) - é o número de vagas para estacionamento exigidas das edificações, em função das atividades nelas exercidas. Existem exigências maiores para pólos geradores de tráfego, e exigências menores para apartamentos, hotéis e hospitais. Acaba sendo um limitador da área construída ou da ocupação do solo. Regula o estacionamento de veículos fora das vias públicas.



**FIG. 7.7 Vagas de estacionamento**

Os estacionamentos, ou a área para os estacionamentos (e) são relativos às áreas construídas para cada tipo de uso do solo.

$$e = f(\text{área construída para certo uso})$$

Além dos indicadores urbanísticos cabe ao município definir regulamentos e normas referentes a:

- **Pavimentação** de passeios, logradouros e faixas de rolamento.

A pavimentação de passeios, logradouros e faixas de rolamento (FIG. 7.8) referem-se às medidas de extensão de calçadas pavimentadas, e a existência das calçadas dos dois lados da rua.

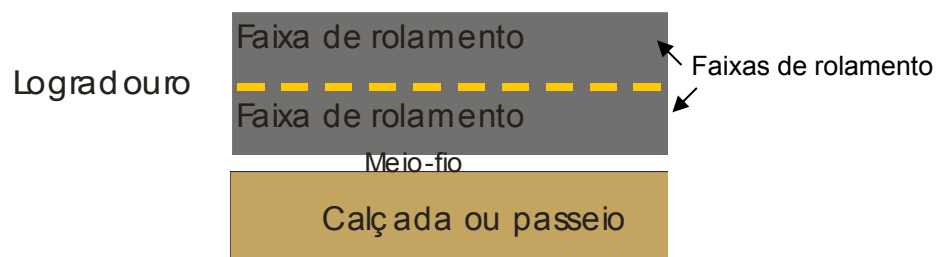


FIG. 7.8 Passeio, logradouro e faixas de rolamento

- **Iluminação pública e sinalização.**

A presença de iluminação e de arborização, estão relacionadas ao código de obras municipal. Nesta lei encontram-se definidas as distâncias de iluminação e distâncias de arborização.

- **As condições de acesso aos lotes** e edificações e estacionamento.

Essas condições de acesso se referem ao tipo de interface entre o terreno e a calçada, se deve haver recuo, espaço para estacionamentos laterais ou frontais, etc.

- **A hierarquização do sistema viário.**

A hierarquização do sistema, como visto no item 4.2, determina as velocidades máximas permitidas na via, e os tipos



de uso do solo permitidos nas áreas servidas por essa via. Os órgãos gestores Municipais de Trânsito que por sua vez, controlam o tráfego, ou por meio eletrônico ou por meio de fiscais de trânsito, determinam as vias que serão controladas e de qual modo.

- **A determinação sobre a presença das faixas , vias ou facilidades para o tráfego de ciclistas.**

As normas municipais determinam a existência, a abrangência e o comprimento das faixas ou pistas destinadas ao tráfego de bicicletas.

- **As áreas de intervenção urbana para implantação do sistema de transporte público.**

O sistema de transporte público interfere na circulação da cidade, então suas rotas e linhas devem ser determinadas para que possa ordenar o tráfego de veículos adequadamente. Além do que as vias destinadas a servirem de vias ao transporte público devem receber tratamento especial desde a sua infraestrutura, com o cálculo de volume adequado para o dimensionamento da via, determinação de vagas ou baias específicas para as paradas de ônibus, até sua semaforização com tempos de verde adequados às velocidades dos ônibus.

Nos contratos de concessão dos serviços de transporte público, se encontram dados referentes à frequência de ônibus e às rotas do transporte público.

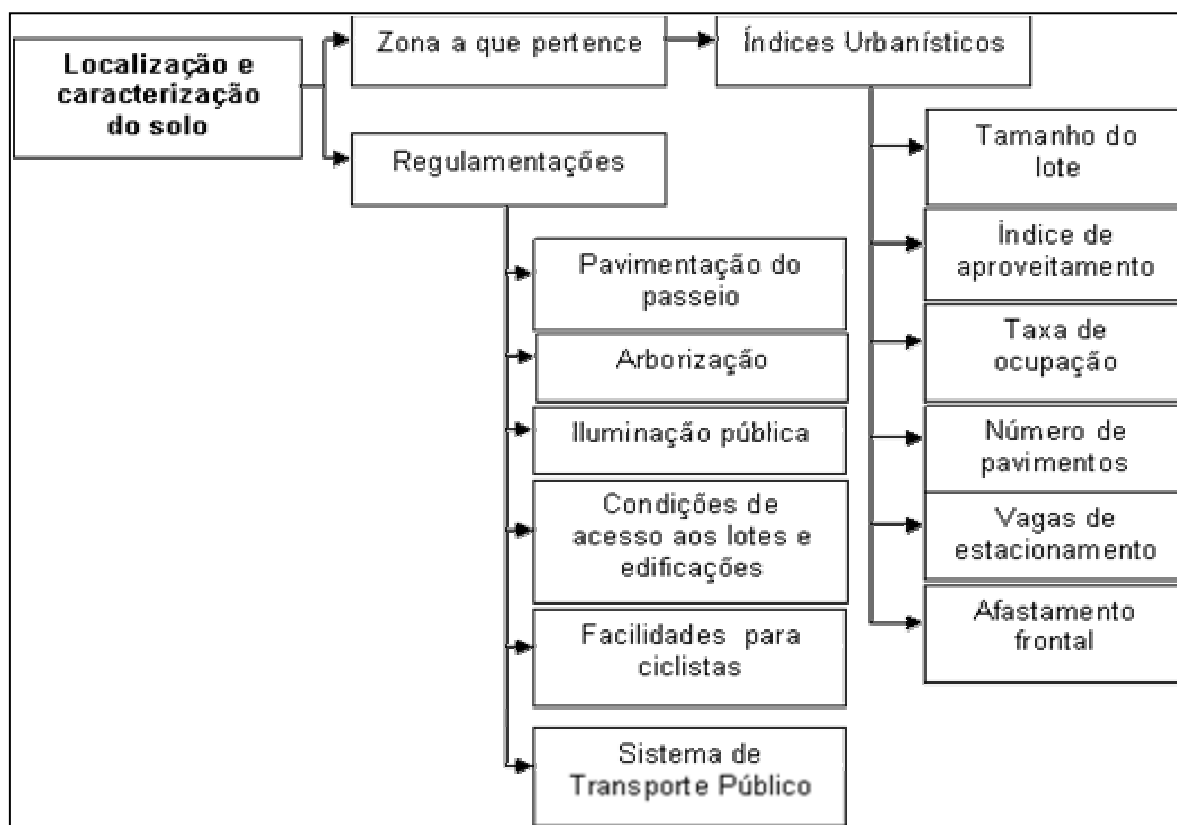
Caracterizando o solo, com os referentes índices citados, podemos obter os indicadores:

- tamanho das quadras -  $q(ha)$ ;
- densidade populacional -  $d(hab/ha)$ ;
- densidade residencial -  $unid_r / q(res/ha)$ ;
- densidade comercial -  $unid_c / q(com/ha)$ ;

- número de estabelecimentos comerciais dentro de uma área -  $unid_c$ ;
- índice de dissimilaridade - *número de quadras com usos diferentes do solo*;
- proporção de usos do solo -  $unid_c/Unid$ ,  $unid_r/Unid$ ,  $unid_i/Unid$ ;
- índice acessibilidade ao pedestre PAI- *coeficiente de entrada, comprimento das calçadas, calçadas dos dois lados da via, comprimento das faixas ou vias para ciclistas, velocidade controlada, sinalização*;
- amenidades para pedestres - *comprimento das calçadas, calçadas dos dois lados da via, distância de iluminação, distância de arborização*;
- faixas de ciclistas - *comprimento das faixas ou vias para ciclistas (m)* ;
- velocidade média dos veículos - *velocidade permitida (km/h)* ;
- acessibilidade do transporte público- *rotas de ônibus e frequência (ônibus /km, ônibus /h)* ;

O fluxograma da FIG. 7.9 resume esta etapa:

FIG. 7.9 Fluxograma para a caracterização do solo



### 7.2.3 ETAPA 3: LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

No plano de uso e ocupação do solo, a proposta de ocupação está relacionada ao tipo de via que o serve. Deve-se nesta etapa reconhecer qual a função da via para aquela área de estudo.

Numa via arterial, que têm a função de ligar dois pólos geradores de tráfego passando por uma região normalmente pouco adensada, temos dois tipos de áreas que apresentam um comportamento heterogêneo, a área referente aos pólos e a área de passagem. Para vias deste tipo, deve-se observar que alterações nas demandas de viagens impactam não só localmente, mas nas três áreas relacionadas à via, as duas áreas dos pólos e a área de passagem.

Já nas vias coletoras e locais, que têm a função de dar acessibilidade a região a que servem, o comportamento e a ocupação da região tende a ser mais homogêneo, senão o mesmo.

Estas vias são freqüentemente de pista única, com uma ou duas mãos, com desenvolvimento lindeiro denso.

Também deve-se observar os padrões de ocupação existentes, que pode ser feito visualmente, se de alta ou de baixa densidade. Esta observação é de extrema importância para a determinação das medidas a serem propostas para a ocupação.

#### 7.2.4 ETAPA 4: VERIFICAÇÃO DA DEMANDA EXISTENTE OU PROJETADA

Nesta etapa deve-se inicialmente obter o volume de tráfego atual nas principais vias da região. Este volume deve ser obtido por pesquisas de campo compreendendo uma contagem de veículos em circulação nas vias, incluindo horários de pico.

O volume de tráfego é função da utilização do solo, e neste levantamento deve-se identificar os dias da semana e os horários de tráfego mais intenso, pois é para essa situação, de características mais desfavoráveis, que se deve fazer a análise da demanda gerada pelo uso do solo.

Quando for necessário fazer uma projeção da demanda, no caso de propostas de adensamento ou para avaliação do desenvolvimento da região no futuro, deve-se fazer uma projeção de demanda utilizando os modelos de planejamento de transporte mencionados no capítulo 5. Como o objetivo é a demanda de viagens por veículos particulares, propõe-se desenvolver um modelo de geração de viagens que tenha como resultado uma previsão da demanda diária de viagens por auto (e a partir desta obter a demanda de hora de pico). Este modelo deve utilizar as variáveis e suas respectivas projeções obtidas em função da ocupação proposta, tais como: densidade populacional, densidade de área residencial ou número de residências entre outros relacionados ou resultantes dos parâmetros de ocupação. A partir da definição do modelo de geração e tendo-se os dados projetados obtém-se a demanda de

viagens por veículos particulares e conseqüentemente o fluxo futuro de veículos nas vias na hora de pico.

Esta segunda situação acontecerá caso haja possibilidade de um aumento da densidade local para o aproveitamento da capacidade viária (ver fluxograma do procedimento).E, neste caso, a demanda gerada pelo adensamento é a somada a demanda existente.

No caso da via ser insuficiente para o fluxo de automóveis (a ser verificado na etapa a seguir), medidas relacionadas à diminuição do uso do automóvel devem ser aplicadas com base nos indicadores propostos mas, as mudanças na demanda não podem ser avaliadas em função destas medidas (não se pode prever a diminuição de demanda), servindo apenas como alternativas para um planejamento mais voltado para o transporte alternativo ao automóvel.

#### 7.2.5 ETAPA 5: VERIFICAÇÃO DO NÍVEL DE SERVIÇO

Nesta etapa compara-se, de acordo com a TAB. do HCM (FIG. 7.10), para a demanda de viagens existente, qual o nível de serviço em que a via está funcionando. Neste procedimento, o nível de serviço limitante é o nível D, por ser, de acordo com o manual do HCM, o limiar entre o serviço adequado e o congestionamento.

		Sub-utilizada	Adequada	Super-utilizada
FAIXAS		C	D	E
Via arterial	Classe II			
	1	620	820	860
	2	1290	1590	1650
	3	1920	2280	2370
Via Coletora	4	2620	3070	3190
	Classe III			
	1	600	790	840
	2	1250	1530	1610
Via local	3	1870	2220	2310
	4	2580	2960	3080
	Classe IV			
	1	270	690	790
	2	650	1440	1520
	3	1070	2110	2180
	4	1510	2820	2900

Unidade: veículos/h

**FIG. 7.10 Capacidade da via**

Determinadas a capacidade da via e a demanda existente, temos o diagnóstico da existência ou não da necessidade de se alterar os parâmetros de ocupação urbana para a utilização ótima da via.

Essa avaliação será balizada, como já dito, pelos níveis de serviço. Os Níveis de serviço A, B e C (neste caso, para as vias classe II, III e IV existe apenas o Nível de Serviço C) significam que existe uma capacidade ociosa na via, ou seja, existe a oportunidade de se adensar aquela área. O Nível de Serviço E, revela que a via está sendo ocupada próximo de sua capacidade, e diretamente relacionada à pontos de perda de mobilidade, então esta região deve sofrer alterações na sua configuração de modo a diminuir a demanda de viagens. As alterações propostas se baseiam na premissa de que os indicadores propostos, quando utilizados juntos, diminuem o número de viagens por automóvel, aliviando a demanda de viagens na via. O nível de serviço D será o nível máximo a ser alcançado, sendo na primeira parte da avaliação (demanda existente) o ponto de parada do procedimento. Porém, se existir a necessidade de se tomar medidas para adequar a demanda à via, este será o ponto de parada apenas do processo de adensamento, visto que os processos de diversificação do

uso do solo e readequação do desenho urbano não podem ainda ser quantificados, ficando essas alterações como o ponto de parada em si.

#### 7.2.6 ETAPA 6: PROPOSTA DAS MEDIDAS;

As medidas apresentadas aqui são sugestões de planejamento baseadas nos indicadores de usos do solo. Algumas delas, porém, são exclusivamente de longo prazo (notadamente as medidas relacionadas ao aumento da densidade residencial, comercial e populacional) o que requer um acompanhamento maior da sua evolução.

Definido o nível de serviço da via, temos as seguintes situações:

Para vias arteriais (Classe II) trabalhando num nível de serviço C , tanto para as áreas geradoras de viagens como para as áreas de passagem, propõem-se as seguintes medidas:

- Aumento das densidades, populacional, residencial e comercial.

É sugerido aqui o adensamento da área de forma a ocupar a capacidade viária ociosa, mas fica a critério do planejador urbano e da administração municipal se aquela área deverá ser adensado ou se manter com padrões de densidade menores.

Para as vias arteriais (Classe II) que trabalham num nível de serviço E, no caso de áreas geradoras de viagens, propõe-se as seguintes medidas:

- Aumentar a acessibilidade ao transporte público;
- Diminuir as velocidades permitidas;
- Aumentar o número de estabelecimentos comerciais na região;
- Aumentar o nível de dissimilaridade;

- Aumentar a mistura, equilibrando as misturas do uso do solo.

Ainda para o caso de vias classe II, com nível de serviço E, mas nas áreas de passagem, propõem-se as seguintes medidas:

- Aumentar a acessibilidade ao transporte público;
- Diminuir as velocidades permitidas;
- Aumentar o número de estabelecimentos comerciais na região;
- Aumentar o nível de dissimilaridade;
- Aumentar a mistura, equilibrando as misturas do uso do solo;
- Aumentar a acessibilidade para o pedestre;
- Aumentar a amenidades para o pedestre;
- Diminuir o tamanho da quadra;
- Prover a via de faixas de ciclistas ou aumentar as vias disponíveis.

Para vias coletoras e locais (Classe III, IV) trabalhando num nível de serviço C, propõe-se as seguintes medidas:

- Aumento da densidade populacional, e conseqüentemente a densidade residencial e comercial.

Aqui também a questão do adensamento fica a critério do planejador urbano. Sugere-se um aumento da densidade apenas baseado na tentativa de se ocupar melhor a capacidade viária oferecida pela via.

Para as vias coletoras e locais (Classe III, IV) que estejam oferecendo um nível de serviço E, propõem-se as seguintes medidas:

- Aumentar a acessibilidade ao transporte público;
- Diminuir as velocidades permitidas;



- Aumentar o número de estabelecimentos comerciais na região;
- Aumentar o nível de dissimilaridade;
- Aumentar a mistura, equilibrando as misturas do uso do solo;
- Aumentar a acessibilidade para o pedestre;
- Aumentar a amenidades para o pedestre;
- Diminuir o tamanho da quadra;
- Prover a via de faixas de ciclistas ou aumentar as vias disponíveis.

As medidas a serem tomadas são alterações nos indicadores propostos através de mudanças nos parâmetros ou índices propostos no Plano de Uso e Ocupação do Solo.

Essas alterações são baseadas nos efeitos causados pelos indicadores nos parâmetros de ocupação (como já mostrado na FIG. 6.1).

#### 7.2.7 ETAPA 7: ALTERAÇÃO NA DEMANDA

A partir da proposta de alteração nas áreas servidas por vias que tenham um nível de serviço C, verifica-se a alteração na demanda de transporte.

A alteração na demanda pode ser verificada mais facilmente em relação ao adensamento da área cujas vias apresentam nível de serviço C. Esta alteração pode ser avaliada através dos modelos de transporte mostrados no capítulo 5. Porém, não é possível definir a alteração na demanda relativa às mudanças no uso do solo. Isto só será possível a partir do momento que seja possível quantificar , através de pesquisas em várias regiões, o quanto a demanda de viagens se reduz em face à essas modificações na configuração e no uso do solo.

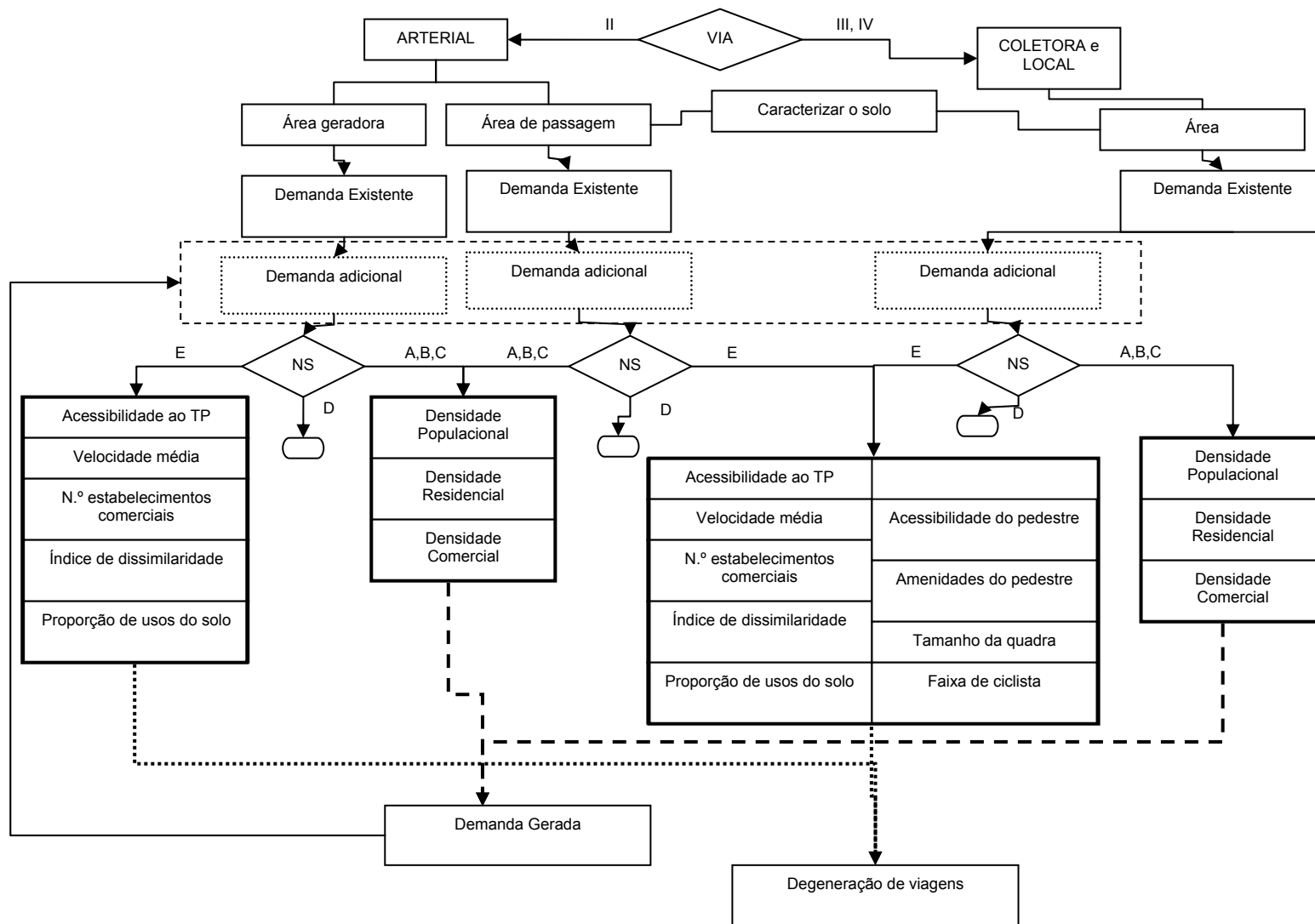
#### 7.2.8 ETAPA 8: REALIMENTAÇÃO

Para o caso de medidas de adensamento, as demandas geradas calculadas devem ser somadas às demandas existentes, realimentando o fluxograma.

Quando se propõe medidas de alteração na configuração e uso do solo, as medidas devem ser o fim do procedimento, pois não podemos ainda quantificar a diminuição no número de viagens que este causa.

Para melhor compreensão do procedimento apresenta-se o fluxograma a seguir (FIG. 7.11) :

FIG. 7.11 Estrutura do Procedimento Proposto



### 7.3 EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO PROCEDIMENTO

Considere-se uma cidade com as características apresentadas na FIG.7.12. Esta, em seu plano diretor, foi dividida em 6 zonas, de acordo com a FIG. 7.12, com as características de uso do solo apresentadas na TAB. 7.1.

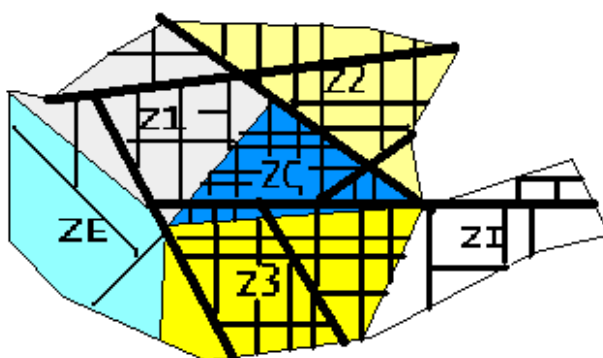


FIG. 7.12 Mapa da cidade em zonas

TAB. 7.1 Zonas da cidade

Zona	Descrição	Classificação do uso
Z1- Zona de adensamento 1	as regiões passíveis de adensamento, em decorrência de condições favoráveis de infra-estrutura e de topografia.	Uso residencial, Grupo I, II, III.
Z2- Zona de adensamento 2	regiões ocupadas desordenadamente por população de baixa renda, nas quais existe interesse público em promover programas habitacionais de urbanização e regularização fundiária, urbanística e jurídica, visando à promoção da melhoria da qualidade de vida de seus habitantes e a sua integração à malha urbana.	Uso não residencial , Grupo I, II.
Z3- Zona de adensamento 3	as regiões nas quais é permitido maior adensamento demográfico e maior verticalização das edificações, em razão de	Uso residencial, Grupo I, II, III. Uso não residencial , Grupo I, II.
ZC- zona central		Uso residencial, Grupo II, III. Uso não residencial , Grupo I, II.

	infra-estrutura e topografia favoráveis e da configuração de centro.	
ZE- zona especial de preservação	regiões que, por suas características e pela tipicidade da vegetação, destinam-se à preservação e à recuperação de ecossistemas.	Uso recreacional
ZI- Zona de grandes equipamentos	regiões ocupadas por grandes equipamentos de interesse municipal ou a elas destinadas.	Uso industrial Uso não residencial Grupo I, II, III.

As características de ocupação, segundo o uso do solo estão as descritas na TAB.7.2 .

**TAB. 7.2 Grupos de usos**

<i>Uso</i>	<i>Grupo</i>
Uso residencial	I- multifamiliar de baixa densidade (condomínios horizontais) II- Multifamiliar de alta densidade III- Unifamiliar
Uso não residencial	I- Serviços e comércios locais II- Comércio Atacadista, estacionamentos III-Armazéns, Centros de distribuição
Uso industrial	Indústrias, montadoras.

Suas vias são hierarquizadas em arterial, coletora e local, de acordo com a TAB. 7.3:

**TAB. 7.3 Classes das vias**

<i>Via</i>	<i>Arterial</i>	<i>Coletora</i>	<i>Local</i>
Velocidade diretriz (km/h)	80	60	40

Um plano de desenvolvimento vai ser feito para o bairro Y, localizado na zona Z2 (FIG. 7.13). O bairro Y é uma área de passagem entre dois bairros geradores de viagens, os bairros, Z e W. Então para se desenvolver o plano relacionando-o com as características viárias da região, aplica-se o procedimento proposto seguindo as etapas definidas a seguir:

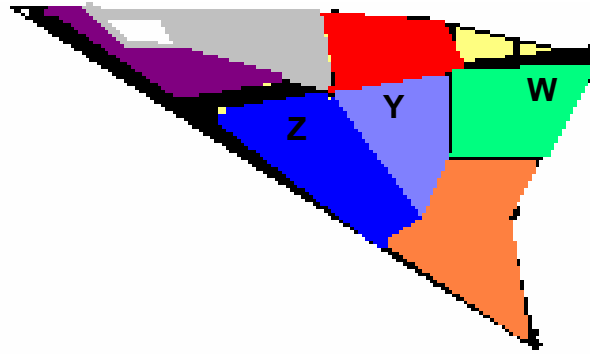


FIG. 7.13 Mapa dos bairros da zona Z2

**Etapa 1:** Categorização da via

A região apresenta uma via arterial de duas faixas por sentido- Classe II e vias locais de uma faixa por sentido. Tendo em vista que se trata de uma região de passagem o foco desta análise será a via arterial.

**Etapa 2:** Caracterização do uso do solo e os parâmetros de ocupação

Esta caracterização é feita consultando os planos diretores e de uso e ocupação do solo do município e as tabelas dos planos de urbanização estão exemplificadas a seguir (TAB. 7.4 e TAB. 7.5):

TAB. 7.4 Parâmetros Urbanísticos

	INDICE DE APROVEITAMENTO	QUOTA DE TERRENO POR UNIDADE HABITACIONAL	TAXA DE OCUPAÇÃO	VAGAS DE ESTACIONAMENTO	AFASTAMENTO FRONTAL	ALTURA MÁXIMA
Z1	0,5	90 m <sup>2</sup> /un	0,5	1 vaga por 3 unidades	$A = 1,3 + \frac{h - 12}{b}$ 5,0m onde h= altura da edificação b= 10 para edificações em ZC b= 3 caso	

				contrário	
Z 2	0,5	250 m <sup>2</sup> /un	0,5	2 vagas por 3 unidades	5,0 m
Z 3	1,0	90 m <sup>2</sup> /un	0,5	1 vaga por 3 unidades	5,0 m
Z C	1,5	45 m <sup>2</sup> /un	0,5	1 vaga por 1 unidade	8,0 m
Z E	0,05	-	-	-	-
Z I	1,0	2.500 m <sup>2</sup> /un	-	-	-

**TAB. 7.55 Regulamentos municipais**

<i>Regulamentos</i>	
Pavimentação do passeio	Obrigatório para todo lote
Arborização	1 árvore a cada 12m
Iluminação pública	1 Poste de luz a cada 20 m
Condições de acesso às edificações e lotes	Acesso somente frontal, com estacionamentos
Facilidades para ciclistas	-
Sistema de transporte público	-

**Etapa 3:** Localização da área;

Como dito anteriormente a região se encontra na área de passagem ligando os bairros W e Z. Ou seja, trata-se de uma área intermediária entre dois pólos e desta forma recebe fluxo de passagem entre estes pólos.

**Etapa 4:** Verificação da demanda existente ou projetada

Nesta etapa apresenta-se para efeito de melhor compreender o procedimento, duas hipóteses: A primeira considera que na via arterial foi feita uma contagem de veículo e que atualmente na hora de pico têm-se um fluxo de 1700 veículos/ h (no sentido do pico). E para uma segunda hipótese considera-se que o fluxo atual é de 890 veículos/ h (no sentido do fluxo).

Parte-se então para a etapa seguinte para se verificar o nível de serviço da via arterial.

### Etapa 5: Verificação do nível de serviço

Utilizamos a TAB. 7.6, verifica-se que para a hipótese 1 a via se encontra em nível E e, para a segunda hipótese se encontra no nível C. Então, para a hipótese 1 devem ser propostas medidas que reduzam a produção de viagens por automóvel e para a hipótese 1 podem ser propostas medidas que incentive a ocupação da região.

**TAB. 7.6 Capacidade em veículos/ h por Nível de serviço**

	FAIXAS	C	D	E
Via arterial Classe II	1	620	820	860
	2	1290	1590	1650
	3	1920	2280	2370
	4	2620	3070	3190

### Etapa 6: Proposta das medidas

A partir do nível de serviço observado, apresenta-se para cada uma das hipóteses as medidas a serem aplicadas no plano de desenvolvimento que são apresentadas na tabela 7.7. Essas medidas se baseiam nos indicadores de ocupação urbana propostos neste trabalho.

**TAB. 7.7 Medidas propostas**

Hipótese 1:	Hipótese 2:
Velocidade média- restringir a velocidade permitida da via arterial. Faixa de ciclista - prover a via de faixas para ciclistas. N.º estabelecimentos comerciais - atrair com facilidades e redução de impostos, mais estabelecimentos comerciais para a área residencial. Índice de dissimilaridade - atrair e permitir uma maior mistura de usos do solo na área estudada. Proporção de usos do solo - Atrair a presença de vários tipos de comércio para a área, para que a área apresente quadras com grande variedade de usos predominantes . Acessibilidade do pedestre - diminuir o afastamento frontal	Aumento da densidade populacional Aumento da densidade residencial Aumento da densidade comercial  Essas medidas de longo prazo são tomadas através de alterações nos seguintes parâmetros urbanísticos:  Diminuir os lotes - 250m <sup>2</sup> para 150m <sup>2</sup> Essa diminuição de 60% no tamanho dos lotes irá gerar seguindo previsões mais 1300 lotes.  Aumentar o índice de aproveitamento -0,5 para 1,0. Esse aumento permitirá a construção de edifícios , e pelas previsões vai gerar mais 30 unidades residenciais.



<p>obrigatório, obrigar a existência de calçadas das por toda a extensão via, prover faixas de ciclistas, controlar a velocidade e instalar sinalização para travessia de pedestres.</p> <p>Amenidades do pedestre - Obrigar o calçamento das vias para pedestres (calçadas), prover iluminação pública adequada e obrigar a arborização das calçadas.</p> <p>Tamanho da quadra - para novos assentamentos, projetar quadras menores.</p> <p>Acessibilidade ao TP - incluir rotas de transporte público na área, com menores tempo de headway.</p>	
--	--

**Etapa 7:** Avaliação de alteração na demanda

A partir das propostas de ocupação determina-se a variação da demanda que são apresentadas na tabela 7.8 a seguir.

**TAB. 7.8 Demanda gerada e degenerada**

<b>Hipótese 1</b>	<b>Hipótese 2</b>
<p>As alterações serão avaliadas apenas qualitativamente , pois não são quantificadas .</p>	<p>Para definir a geração de viagens futura com o adensamento proposto, inicialmente para a hipótese 2 verifica-se a área edificada futura conforme proposto. A partir desta área pode-se utilizar um modelo de geração de viagens que utiliza este parâmetro, ou outro como população futura, renda futura, etc, para obter o número de veículos na via na hora de pico. Supondo a equação de regressão para área:</p> <p>Desta forma, para este exemplo de aplicação supôs-se uma equação de regressão para geração de viagens</p>

	<p>como sendo do tipo:</p> $V_A = \alpha_0 + \alpha_1 AE$ <p>onde:</p> <p><math>V_A</math> = número de viagens por automóveis geradas</p> <p><math>\alpha_0 = 100</math></p> <p><math>\alpha_1 = 0,0033</math></p> <p>AE = área total edificada na região (conforme proposto pelo adensamento).</p> <p>AE = <math>1300 \times 0,5 \times 2 = 195.000</math> m<sup>2</sup> de área edificada prevista.</p> <p><math>V_A = 100 + 0,0033 \times 195000</math>  <math>V_A = 643,5</math></p> <p>Número de viagens por automóveis adicionais = 644</p>
--	---

**Etapa 8: Realimentação**

Associando-se este valor ao fluxo existente têm-se como resultado os valores apresentados na TAB. 7.9:

**TAB. 7.9 Realimentação**

Hipótese 1	Hipótese 2
Não realimenta o procedimento	Demanda total = 890 + 644 = 1534 viagens por automóveis = nível de serviço D.

Então, como visto na TAB. 7.9, para a hipótese 2, pode-se considerar que o adensamento é viável e finaliza-se assim o procedimento.

#### 7.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O procedimento proposto procura ser o mais intuitivo possível, de fácil aplicação e utiliza as taxas e medidas de ocupação já utilizadas pelos municípios para a ordenação da cidade, como a densidade residencial, comercial, tipo de vias, facilidades para pedestres, tamanho da quadra, faixas para ciclovias, arborização das vias, iluminação pública, serviço do sistema de transporte.

Para a utilização do método do HCM-2000, algumas simplificações e adequações em relação aos valores das velocidade e características foram feitas para a comparação com o CBT.

Os dados de entrada são encontrados nos Planos de Uso e Ocupação do Solo, nos Planos Diretores Municipais , ou seja estão disponíveis e têm a força de lei, quando forem necessárias mudanças.

O diagnóstico é feito também de maneira simples, apenas uma verificação do nível de serviço oferecido pela via na hora mais crítica, o nível proposto como ponto de parada é o nível de serviço D .

As medidas a serem tomadas para regular a demanda com a capacidade são alterações nos indicadores propostos, que remetem aos parâmetros urbanísticos e às regulamentações específicas das cidades.

As medidas da diminuição ou aumento da demanda não podem ser determinadas, entretanto, sem que as alterações nos padrões de uso ocorram efetivamente, porque não se pode quantificar o impacto destas na geração de viagens sem que exista uma amostra da tendência do comportamento das viagens sob as condições propostas, em longo prazo. Esta impossibilidade de medir as alterações da demanda de imediato faz com que o modelo seja aplicado e que depois se meçam seus resultados, registrando essas mudanças num banco de dados, num contínuo

aperfeiçoamento, até que se tenha uma base de dados sólida para que se possa prever o planejamento e seus resultados com a simulação.

## **8 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

### 8.1 CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho foi contribuir para o planejamento urbano sustentável, através da definição de indicadores que possam ser utilizados pelas administrações municipais a fim de integrar verdadeiramente o uso (sustentável) do solo com os transportes.

Hoje, a sustentabilidade da cidade é a "expressão" mágica para os planejadores e políticos, pois permite o desenvolvimento urbano com economia nos investimentos e na utilização dos recursos naturais, e essa sustentabilidade está diretamente relacionada com a alocação correta dos recursos financeiros e naturais disponíveis e para essa alocação é necessário conhecer os fatores que moldam a cidade, entrando aí a relação uso do solo- transportes pesquisada.

Estudando a relação uso do solo e transportes, observa-se a influência da cultura do automóvel nas cidades. Esta cultura esta ligada com o chamado "espalhamento" (sprawl) urbano, que são áreas residenciais, de baixa densidade, longe dos centros das cidades, e pouco servidas pelo transporte público. O automóvel nesse caso, se torna a única opção de transporte. Essa dependência causada pela forma de ocupação é um resultado do relacionamento usos do solo -transportes.

A interação entre o transporte e o uso do solo é um fato, mas ainda é pouco avaliada. No modelo tradicional de geração de viagens, o principal indicador relacionado ao uso e ocupação do solo é a densidade populacional, que se mostra representativo, mas não o suficiente, visto que outros fatores como o traçado viário, acessibilidade dos meios de transporte públicos e tipo de vizinhança também afetam a geração de viagens.

Modelos de planejamento sustentáveis tendem a utilizar menos o automóvel, incentivando o uso do transporte coletivo e dos transportes não-motorizados como ciclismo e caminhada, também contando com essa influência mútua. Se as pessoas utilizam o automóvel para alcançarem seus destinos porque eles se encontram à uma distância grande, porque não diminuir essa distância e permitir que se chegue ao mesmo destino a pé?

Assim, os indicadores propostos no capítulo 6 pretendem representar aspectos da forma urbana que influenciam na diminuição na demanda de viagens por automóvel de uma região. Eles devem ser vistos como um conjunto de indicadores que simbolizam todas as dimensões das áreas urbanas planejadas e ocupadas, a densidade, a diversidade e o desenho.

Ainda que estes indicadores não sejam testados neste trabalho, devido ao tempo limitado da pesquisa e da dificuldade de se obter dados para a sua análise, visto que não é tradição em nosso país termos bancos de dados relativos à ocupação urbana e menos ainda em relação aos estudos de transporte, eles estão baseados em pesquisas e em procedimentos já aplicados em outros países, principalmente nos Estados Unidos.

Devido a essa notada falta de dados específicos dos municípios brasileiros, os indicadores propostos primam pela simplicidade no que diz respeito às fontes de pesquisa para a sua obtenção.

A aparente contradição da falta de dados com a facilidade de se obter os dados para os indicadores pode ser explicada pela não existência de um banco de dados que utilize as informações disponíveis para a caracterização da ocupação do solo, o que de certa forma também pode ser visto como uma colaboração do presente trabalho, relacionar os dados existentes com os indicadores propostos para uma futura consolidação em um banco de dados relativo à ocupação urbana.

Ainda foi proposto um procedimento no capítulo 7 a fim de que se aplique os indicadores propostos para avaliar os aspectos do uso do solo que podem ser mudados para melhor adequar a ocupação urbana com a capacidade viária existente.

Assim, em novas propostas de uso e ocupação do solo, caberá ao planejador analisar a via e verificar a demanda de transporte. Caso a via já tenha uma situação de saturação caberá ao planejador propor medidas de ocupação baseadas nos indicadores que propiciam a redução da demanda. Porém, estes por se tratarem de indicadores não testados, não poderão gerar resultados que realimentem o procedimento.

No caso da análise revelar a existência de capacidade ociosa na via, poder aplicar medidas de adensamento, que apesar de não testadas neste trabalho, são tradicionais nos modelos de geração de viagens, portanto quantificáveis e com resultados que realimentarão o procedimento proposto.

## 8.2 RECOMENDAÇÕES

A limitação dos resultados da presente dissertação se deve a dificuldade de acesso( eles são viáveis mas ainda pouco acessíveis) aos dados referentes ao planejamento urbano das cidades e a seus relativos efeitos correspondentes na geração de viagens. As recomendações que seguem são importantes para que se tenha um maior entendimento da influência real do meio construído no comportamento das viagens. São elas:

- Testar os indicadores propostos. Agrupando dados de geração de viagens desagregados pode-se relacioná-los com as características e valores dados por esses indicadores.
- Construir um banco de dados que relacione os indicadores de ocupação do solo com os dados disponíveis no município, como o proposto no capítulo 6. A construção de um banco de

dados é fundamental para que se tenha um acompanhamento do planejamento urbano

- Analisar o procedimento com outras metodologias de determinação da capacidade, como o método de Webster.

- Através da aplicação dos indicadores propor níveis de serviço mais adequados, que visem características de acessibilidades que o HCM não leva em consideração.

- Relacionar todos os aspectos do Novo Urbanismo - Smart Growth, com a diminuição de viagens. Criar indicadores referentes a todas as características de desenho do Smart Growth e testá-los adequadamente.

- Inserir aspectos de uso do solo, como tipo de desenho, nos modelos de geração de viagens, a fim de chegar a modelos que possam explicar a relação destas variáveis com o número de viagens produzidas pela zona.

- Medir a necessidade de se implementar mudanças no desenho do planejamento urbano concomitantemente com campanhas de conscientização da importância da diminuição da dependência do uso do automóvel.



## 9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1000 FRIENDS OF OREGON **What We Know About Land Use and Transportation: LUTRAQ** Vol. 8, 1997 (b) .Disponível em [www.friends.org](http://www.friends.org) [capturado em 05.06.2003].
- 1000 FRIENDS OF OREGON **Making Land Use Transportation Air Quality Connections - the Pedestrians Environment** Vol. 4, 1993 .Disponível em [www.friends.org](http://www.friends.org) [capturado em 05.06.2003].
- ACIOLY, C.; DAVIDSON, F. **DENSIDADE Urbana Um instrumento de planejamento e gestão urbana** Ed. MAUAD Ltda. 1998.
- ANTP. **Política Nacional de Trânsito - PNT (2003)** ( versão para debate ) disponível em [www.antp.org.br](http://www.antp.org.br) [capturado em 22.11.03].
- ARAÚJO, G. J. da Cruz **Qualidade na Elaboração de Planos Diretores para o Setor de Transportes**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia de Transportes) IME - Instituto Militar de Engenharia, 1998.
- BARCELLOS, V. Q. **Unidade de vizinhança: notas sobre sua origem , desenvolvimento e introdução no Brasil**. Trabalho da UNB- Universidade de Brasília, disponível em [www.unb.br/fau](http://www.unb.br/fau) [capturado em 16.03.2003].
- BASTOS, A. **Parcelamento do Solo Urbano** . PÓLIS, estudo, assessoria e formação em políticas sociais, 2003 . Disponível em [www.polis.org.br](http://www.polis.org.br) [capturado em 16.03.03].
- BELO HORIZONTE, **Lei 8.137 de dezembro de 2000**, Aprova alterações na Lei 7166 de Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo do Município de Belo Horizonte. Disponível em [www.pbh.gov.br](http://www.pbh.gov.br) [capturado em 10.06.03].
- BOARNET, M. CRANE, R. **The Influence of land use on travel behavior: specification and estimation strategies**. Transportation Research A 35, 2001.

BRASIL, **Lei n.º 6.766, de 19 de dezembro de 1979**. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. Disponível em [www.presidencia.gov.br](http://www.presidencia.gov.br) [capturado em 05.05.03].

BRASIL, **Lei 9503 de 23 de setembro de 1997**. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Disponível em [www.presidencia.gov.br](http://www.presidencia.gov.br) [capturado em 05.05.03].

BRASIL, **Lei 9785 de 29 de janeiro de 1999**. Altera o Decreto-Lei no 3.365, de 21 de junho de 1941 (desapropriação por utilidade pública) e as Leis nos 6.015, de 31 de dezembro de 1973 (registros públicos) e 6.766, de 19 de dezembro de 1979 (parcelamento do solo urbano). Disponível em [www.presidencia.gov.br](http://www.presidencia.gov.br) [capturado em 05.05.03].

BRASIL, **Lei complementar n.º 101, de 4 DE maio de 2000, Lei de responsabilidade Fiscal**. Estabelece normas de finanças públicas voltadas para a responsabilidade na gestão fiscal e dá outras providências. Disponível em [www.ndj.com.br](http://www.ndj.com.br) [capturado em 31.04.03].

BRASIL **Lei n.º 10.257 de 10 de Julho de 2001** Estatuto da Cidade. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em [www.ndj.com.br](http://www.ndj.com.br) [capturado em 31.04.03].

BRUTON, M.J. **Introdução ao planejamento dos transportes**. Editora Interciências, 1986.

BRUNDTLAND, G.H. . **Our Common future: From One Earth to One World**, New York, Oxford University Press, 1987.

BURCHELL, R. W., et al. **The Costs of Sprawl - Revisited**. Transit Cooperative Research Program (TCRP) Report 39, National Academy of Sciences, Washington, D.C., 1999. Disponível no site [www4.nas.edu/trb/onlinepubs.nsf/web/TCRP\\_Reports](http://www4.nas.edu/trb/onlinepubs.nsf/web/TCRP_Reports) [capturado em 02.08.03].

CALVET, J.V. **Transportes Urbanos**. Madrid- España : Editorial Dossat, 1970.

CAMPO GRANDE, **Lei Complementar nº 5, de 22 de novembro de 1995**, que institui o Plano Diretor de Campo Grande.

CERA, M. **Land use, transport and environmental sustainability in cities** Department of Highway and Transportation - Polytechnic of Bari -Italia 2003 disponível no site [www.uta.fi](http://www.uta.fi) [capturado em 20.01.04].

CERVERO, R. **Land Use: Key Issues in Metropolitan Planning and Smart Growth**. Department of City and Regional Planning; University of California, Berkeley, U.S.A., 2000.

CERVERO R;& KOCKELMAN, K. **Travel demand and 3 D's: density, diversity, and designo** - Transportation. Research n.3 ,p. 199-219, 1997.

CIDADES SUSTENTÁVEIS **Subsídios à elaboração da agenda 21 brasileira** disponível no site <http://www.agenda21local.hpg.ig.com.br> [capturado em 12.03.03].

COSTA, G.C.F. **Uma Avaliação do Consumo de Energia com Transportes em Cidades do Estado de São Paulo** Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia de Transportes) EEESC- Escola de Engenharia de São Carlos, 2001.

CUBUCKU, K. M. **Factors affecting shopping trip generation rotes in metropolitan areas**. Artigo da Austin E. Knowlton School of Architecture. City and Regional Planning. The Ohio State University disponível em [knowlton.osu.edu/ksa](http://knowlton.osu.edu/ksa) [capturado em 12.06.03].

CUNHA, M. L. S. O. e, **Planeamento territorial como um instrumento de política para operacionalização do desenvolvimento sustentável**. - artigo do Instituto Politécnico de Viseu, 2000, disponível em [www.ipv.pt](http://www.ipv.pt) [capturado em 03.05.03] .

FERRARI, C. **Curso de Planeamento municipal integrado Urbanismo-** Biblioteca Pioneira de Arte, Arquitetura e Urbanismo, 1986.

GALLION, A. B. **The Urban Pattern**, Companhia Editorial Continental, S.A. ,1960.

GUIMARÃES, P. P. **Configuração Urbana, Evolução, avaliação, planejamento e projeto de urbanização**, Curso de urbanismo do IME - Instituto Militar de Engenharia, 1997.

HANDY, S. **Methodologies for exploring the line between urban form and travel behavior** Transportation Research Vol.1,p 151-165, 1996.

**HIGHWAY CAPACITY MANUAL. "HCM 2000"** The Transportation Research Board's (TRB's), 2000.

HOBBS, F.D. **Traffic Planning and engineering** Oxford Pergamon Press, 1974.

HOLTZCLAW, J. **Using residential patterns and transit to decrease auto dependence and costs** Natural Resources Defenses Council,p. 16-23,1994.

IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, Rio de Janeiro, Urbanização 2003. Disponível no site [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br) [capturado em 21.01.04].

KLAIN, J. **A Pioneer's perspective on the spatial Mismatch Literature.** Chicago Fed Letter -Midwest Infrastructure Issue, June 2003. Disponível no site [www.chicagofed.org](http://www.chicagofed.org) [capturado no dia 20.02.04].

KRIZEK, K. J. **Operationalizing Neighborhood Aecessibility for Land Use travel behavior research and Regional Modeling.** Humphrey Institute of Public Affairs. Univ. of Minnesota, 2001.

LEVINE , J.; TORNG , G. **A Choice-Based Rationale for Land Use and Transportation Alternatives** , Journal of Planning Education and Research, 1998.

LITMAN, T. A. **Transport Geography on the Web**, Hofstra University, Department of Economics & Geography. Disponível em [people.hofstra.edu](http://people.hofstra.edu) [capturado em 04.03.2003].

MARZALL, K. ; Almeida, J. **Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas. Estado da arte, limites e potencialidades de uma nova ferramenta para o desenvolvimento sustentável-** Cadernos de Ciência e Tecnologia, Brasília, Embrapa, vol. 17, n. 1, jan./abr. 2000. disponível em [www.ufrgs.br](http://www.ufrgs.br) em 08.01.04 .

MENEZES, F. S. S. **Determinação da capacidade de tráfego de uma região a partir de seus níveis de poluição ambiental** .Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia de Transportes )IME - Instituto Militar de Engenharia, 2000.

METRO PLANNING DEP. TRAVEL FORECASTING **Trip-based Demand Model** -Methodology Report,2003.

MITCHELL,G. **Problems and Fundamentals of Sustainable Development Indicators**, 1997. Disponível em [www.lec.leeds.ac.uk](http://www.lec.leeds.ac.uk) {capturado dia 06.01.04}.

MONTEIRO, P.R.S. **Gestão do Tráfego com o uso de dispositivos eletrônicos de controle de velocidade** Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia de Transportes) IME- Instituto Militar de Engenharia, 2004.

NATIONAL TRANSPORTATION LIBRARY **Travel Model Development and Refinement - Trip Generation - Final Report** Bureau of Transportation Statistics disponível em [www.ntl.bts.gov](http://www.ntl.bts.gov) [capturado em 06.05.03]

NEWMAN, P.; KENWORTHY, J. **Sustainability and Cities\_ overcoming automobile dependence**. Island Press,1999.

NEWMAN, P.; KENWORTHY, J. **Gasoline consumption and cities: a comparison of U.S. cities with a global survey**. Jornal of the Planning Association, v. 55, n. 1, 1989.

OAK RIDGE NATIONAL LABORATORY **A Technical Review of Urban Land Use--Transportation Models as Tools for Evaluating Vehicle**

**Travel Reduction Strategies** National Transportation Library ,1995. Disponível em <http://ntl.bts.gov> [capturado em 16.01.04].

ORTÚZAR, J. de; WILLUMSEN, L.G. **Modelling Transport** 2ª ED. John Wiley & sons Ltda. 1999.

**PLAN XERAL DE ORDENACION MUNICIPAL DE FERROL, 2001** disponível no site <http://www.ferrol-concello.es/comezo.html> [capturado em 15.02.04].

**PITU 2020: Plano Integrado de Transportes Urbanos para 2020.** São Paulo: STM , 1999.

RAIA JUNIOR, A. A. **Acessibilidade e Mobilidade na Estimativa de um índice de potencial de viagens utilizando redes neurais artificiais e sistemas de informações geográficas.** Tese de Mestrado (Mestrado em Engenharia de Transportes) EESC-Escola de Engenharia de São Carlos ,2000.

RAJAMANI, J; BHAT ,C.; HANDY, s; KNAAP, G.; SONG, Y. **Assessing the impact of urban form measures in nonwork trip mode choice after controlling for demographic and level-of-service effects** Annual Meeting TRB 2003.

RODRIGUE, J-P et al. **Transport Geography on the Web, Hofstra University, Department of Economics & Geography.** Disponível em <http://people.hofstra.edu/geotrans> em 04.03.2003.

SALVADOR, **Decreto N° 12.086, de 25 de agosto de 1998** -Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano - Salvador 2000, consubstancia a Revisão e Atualização do Plano Diretor vigente, aprovado pela Lei n° 3.525/85, de 11.09.1985. Disponível no site [www.seplam.pms.ba.gov.br](http://www.seplam.pms.ba.gov.br) [capturado em 10.01.04].

SÃO PAULO, **Lei N° 13.430 , de 13 de setembro de 2002**, Plano Diretor estratégico. Disponível no site [www6.prefeitura.sp.gov.br/secretarias/planejamento/plano\\_dir\\_otor/0003](http://www6.prefeitura.sp.gov.br/secretarias/planejamento/plano_dir_otor/0003) [capturado em 10.06.03].

SAULE , N. Junior . **A nova lei do parcelamento do solo urbano e as funções sociais da cidade.** Artigo disponível em [www.polis.org.br](http://www.polis.org.br) [capturado em 21.09.03].

SLOCOMBE, D. **Environmental Planning, Ecosystem Science and Ecosystem Approaches for Integrating Environment and Development,** Environmental Management, Vol. 17,1993.

STEWTEVILLE, R. **The New Urbanism: an alternative to modern, automobile-oriented planning and development** New Urban News, 2000. disponível em [www.newurbannews.com](http://www.newurbannews.com) [capturado dia 10.01.04].

**TDM ENCYCLOPEDIA** Victoria Transport Policy Institute -2003 disponível em <http://www.vtpi.org> [capturado em 05.05.03].

TRANSPORTATION PLANNING ANALYSIS UNIT **The State of the practice in land use modeling** Workshop. Oregon, 1995. Disponível no site [www.odot.state.or.us/tddtpau](http://www.odot.state.or.us/tddtpau) [capturado no dia 21.02.04].

TRANSPORTATION PLANNING HANDBOOK ,1992 Institute of Transportation Engineers) disponível no site <http://www.webs1.uidaho.edu> [capturado em 16.05.03].

VIGIER, F. **D.C. Planning.** Universidade de Melbourne, disponível no site [www.arts.unimelb.edu.au](http://www.arts.unimelb.edu.au) [capturado em 05.03.03].

WADDELL, P. **Urban Sim: Modeling Urban Development for Land Use** Journal of American Planning Association, Vol. 68 N.3, p.297-314, 2000. Disponível no site [www.urbansim.org/papers/](http://www.urbansim.org/papers/) [capturado no dia 06.05.03].

WALLACE, 1998 **"Electric Dreams" Electric and Hybrid Technology' 98.** Disponível no site [www.kfb.se](http://www.kfb.se) [capturado no dia 25.10.03].

WINGO JR., L. **Tranporte y Suelo Urbano.** Barcelona-España :  
Oikos-tau, S.A. Ediciones, 1972.