

INFLUÊNCIA DA FORMA URBANA SOBRE O COMPORTAMENTO DE VIAGENS URBANAS

Leonardo Rodrigues de Deus

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana
Universidade Federal de São Carlos
leorodriguesdedeus@yahoo.com.br

Suely da Penha Sanches

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana
Universidade Federal de São Carlos
ssanches@ufscar.br

RESUMO

O objetivo deste estudo é analisar as relações existentes entre a forma urbana e o transporte urbano, buscando definir como as características físicas de uma determinada região influenciam no comportamento de viagem das pessoas. As variáveis da forma urbana utilizadas foram: densidade urbana; diversidade de usos do solo; qualidade dos espaços para pedestres e ciclistas; disponibilidade de transporte coletivo; desenho e conectividade das vias; e topografia. Para determinar o grau de influência da forma urbana sobre o comportamento de viagem foram calibrados diversos modelos de escolha discreta do tipo logit multinomial. Os dados utilizados para os modelos foram obtidos de uma pesquisa OD realizada na cidade de Uberlândia, MG. Os resultados deste estudo de caso indicaram que as variáveis da forma urbana não têm influência significativa no processo de escolha modal nas viagens realizadas dentro na cidade, não sendo determinantes para definição do modo de transporte a ser usado. As variáveis sócio-econômicas e as características da viagem, em especial a renda, e o comprimento das viagens se mostraram como os fatores mais determinantes para a escolha do modo de transporte.

Palavras chaves: forma urbana; demanda de viagens, comportamento de viagem; transporte urbano, modelos de escolha discreta.

INFLUENCE OF URBAN FORM ON THE TRAVEL BEHAVIOR OF URBAN

ABSTRACT

The objective of this study is to analyze the relationship between the urban form and urban transport, seeking to define how the physical characteristics of a given region influence the travel behavior of people. The variables of the urban form used in the research were: : urban density, diversity of land use, quality of spaces for pedestrians and cyclists, availability of transit; design and connectivity of streets and topography. To determine the degree of influence of urban form on travel behavior, several discrete choice multinomial logit models have been calibrated. Data obtained in a OD survey in the city of Uberlândia, MG were used for the models. The results of this case study indicated that the variables of the urban form do not have significant influence in the option for a mode of transport in the city. Socio-economic variables and the characteristics of the trips, especially the income, and length of trips were the most important factors in the option for the mode of transportation.

Keywords: urban form, travel demand, travel behavior, urban transportation, discreet choice models

INTRODUÇÃO

Dentre os vários problemas decorrentes da urbanização rápida e sem planejamento, merecem atenção os problemas relacionados ao transporte. Estes problemas podem levar à dificuldade de exercício um direito básico do cidadão, o direito de ir e vir, uma vez que várias áreas das

idades podem, por exemplo, ter um sistema viário e um sistema de transporte coletivo precários.

Vários pesquisadores têm analisado os inúmeros fatores que interferem no sistema de transporte urbano podendo contribuir positivamente ou negativamente no desempenho desse sistema. Um destes fatores é a forma urbana, uma vez que ela pode ter uma importância fundamental sobre o comportamento de viagem das pessoas em seus deslocamentos dentro do espaço urbano.

Entende-se por forma urbana, as características espaciais de um determinado ambiente urbano e a distribuição física das atividades sobre o solo urbano, bem como os níveis de ocupação e serviços oferecidos. Densidade, diversidade de usos do solo, desenho das vias e topografia são alguns dos elementos que podem descrever a forma urbana.

Dessa forma busca-se neste trabalho analisar o conceito de forma urbana e como suas variáveis (densidade urbana, diversidade de usos do solo, disponibilidade de transporte coletivo, desenho e conectividade das vias, qualidade dos espaços para pedestres e ciclistas e topografia) influenciam no comportamento de viagem das pessoas, a fim de que se possa contribuir para o desenvolvimento de um sistema de transporte urbano mais sustentável para as cidades brasileiras.

CONCEITOS DE FORMA URBANA

A revisão bibliográfica realizada permitiu localizar diversos trabalhos em que os autores trataram dos conceitos de forma urbana, que estão listados a seguir:

- Forma urbana se refere às características espaciais do ambiente urbano, sendo definida como a distribuição das atividades dentro do sistema urbano (Frank, 1994).
- Forma urbana é a combinação da distribuição física de atividades urbanas (comércios, residências, indústrias e serviços) e atividades padrões das pessoas (lazer, trabalho, estudo) sobre o tempo e o espaço (Miller e Ibrahim, 1998).
- Forma urbana é a disposição no espaço das aglomerações e o conjunto das relações sócio-espaciais que elas mantêm entre si e com o todo. É a interação entre estas aglomerações e conseqüentemente entre as atividades urbanas sociais e o meio ambiente (Barbugli, 2003).
- Forma urbana se refere às características físico-espaciais de uma área geográfica, por exemplo, densidade construída, tipo e design, e suas variações espaciais (Van Diepen e Voogd, 2001).
- Forma urbana é o aspecto da realidade, ou modo como se organizam os elementos morfológicos que constituem e definem o espaço urbano, relativamente à materialização dos aspectos de organização funcional e quantitativo e dos aspectos qualitativos e figurativos (Lamas, 2004).

FORMA URBANA E COMPORTAMENTO DE VIAGEM

Muitos pesquisadores têm focado suas pesquisas nas interações entre forma urbana e comportamento de viagem, produzindo diversos trabalhos que investigam as potenciais relações entre forma urbana e comportamento de viagem (BOARNET; CRANE, 2001; SCHWANEN, 2002; STEAD; MARSHALL, 2001).

Em geral, estas pesquisas estão inseridas em trabalhos que visam buscar alternativas que impliquem na diminuição do número de viagens realizadas por automóvel e favoreçam o aumento de viagens por modos de transporte sustentáveis (transportes coletivos e modos não motorizados).

O estudo desenvolvido por Stead e Marshall (2001), faz uma importante revisão bibliográfica sobre o assunto, apresentando os resultados de muitos estudos sobre forma urbana e padrões de viagens, tendo como aspectos chave a identificação de onde esses estudos têm estado concentrados e na crítica sobre eles.

Para Dieleman et al. (2002), o desenvolvimento de formas urbanas compactas e o desenho de comunidades urbanas que favoreçam as caminhadas são vistas como estratégias efetivas para reduzir a dependência das pessoas em relação ao automóvel.

Schwanen (2002) comparou os padrões diários de viagens para o trabalho em onze cidades européias: Amsterdã, Bruxelas, Copenhague, Frankfurt, Munique, Hamburgo, Paris, Londres, Estocolmo, Viena e Zurique. O estudo constatou que nestas cidades, as distâncias e o tempo das viagens diárias para o trabalho variam consideravelmente, assim como a divisão modal de transporte para essas mesmas viagens. O autor conclui que “é tentador afirmar que a forma urbana é um determinante importante nos padrões de viagens, como tem sido frequentemente concluído em estudos anteriores”.

No trabalho desenvolvido por Amâncio (2005) foi analisada a existência de relações entre as variáveis que definem a forma urbana e a opção por viagens a pé realizadas pelas pessoas. Os resultados obtidos em seu estudo indicam que, para viagens de até 2 km, as variáveis da forma urbana influenciam o comportamento do usuário na opção pelo modo de transporta a pé.

Frank (1994) buscou testar de maneira empírica as relações entre densidade e diversidade do uso do solo, o equilíbrio entre locais de trabalho e moradias, e o comportamento de viagem, usando dados agregados em setores censitários, para dois tipos de viagens: viagens para o trabalho e viagens para compras. Os resultados indicaram que: a densidade de locais de trabalho, a densidade populacional, e a diversidade de usos do solo favorecem o aumento de viagens a pé e o uso do transporte coletivo tanto para viagens por motivo trabalho quanto para viagens para compras; e que um equilíbrio entre locais de trabalho e moradias propicia viagens com menores distâncias e com menos tempo para o trabalho.

Sun et al. (1998) investigaram a importância relativa das características sócio-econômicas e dos fatores do uso do solo para o desenvolvimento de modelos de previsão de demanda de viagens, com base no número de viagens diárias e no número de milhas percorridas pelos veículos. Ressaltam que é amplamente assumido que famílias que vivem em áreas de alta densidade farão poucas e menores viagens de automóvel. Em seu estudo, estes autores afirmam que algumas variáveis de uso do solo, como densidade populacional e balanço do uso do solo, parecem não afetar o número de viagens diárias, mas elas nitidamente influenciam na quantidade de milhas viajadas pelos veículos.

Em seu estudo van de Coevering e Schwanen (2006), investigam as relações entre forma urbana, nível do serviço de transporte, sistema habitacional e seu desenvolvimento histórico, e situação sócio-demográfica sobre os padrões de viagens, e constataram que as variáveis da forma urbana são relevantes para os vários padrões de viagens considerados.

As relações entre o uso do automóvel, a energia usada e a forma espacial da grande área de Toronto, no Canadá foram analisadas empiricamente por Miller e Ibrahim (1998). Segundo estes autores a energia consumida pelo setor de transporte depende diretamente do nível e da distribuição espacial das atividades dentro de uma área urbana. Concluíram também que em locais onde não existe uma mistura de usos do solo ocorre um grande aumento nas viagens motorizadas, devido ao aumento das distâncias a serem percorridas, principalmente entre casa e trabalho. Estes resultados reforçam os argumentos daqueles que defendem a densidade urbana e formas urbanas compactas como mais sustentáveis.

A relação complexa entre forma urbana, comportamento de viagem e desenvolvimento sustentável foi tratada por Van Diepen e Voogd (2001). Os resultados obtidos por estes autores sugerem que o regime de viagens familiar tem relação com a forma urbana, uma vez que famílias que vivem em áreas centrais das cidades consomem menos energia para alcançarem seus destinos do que famílias que vivem em regiões periféricas.

Anderson et al. (1996), ao realizarem uma revisão de conceitos básicos e relações envolvidas com a forma urbana, a utilização de energia e o meio ambiente, também concluíram que existe uma ampla evidência de que a forma urbana tem uma influência importante sobre as escolhas individuais relacionadas às viagens, e que existe uma variedade de instrumentos políticos que podem ser usados para guiar a evolução da forma urbana na direção de reduzir a demanda de energia e as emissões de poluentes no meio ambiente.

McMillan (2007) desenvolveu uma pesquisa onde ele examina a influência da forma urbana sobre o modo de viagem para as escolas e a magnitude que essa influência, tanto da forma urbana quanto dos fatores não ligados a ela, tem no comportamento de viagem das crianças. Segundo o autor os resultados das análises feitas apóiam as hipóteses de que a forma urbana é importante, mas não é o único fator que influencia a escolha do modo de viagem para se ir à escola. Outros fatores podem ser igualmente importantes, como, a percepção de segurança na vizinhança e no trânsito, a opção de transporte familiar e normas sócio-culturais. De acordo com este autor relações de probabilidades indicam que a magnitude da influência destes últimos fatores são maiores que o da forma urbana.

Soltani e Allan (2005) examinaram a extensão das correlações entre vários atributos da locação urbana particular e como elas se relacionam com o comportamento de viagem, com o transporte coletivo, com os vários atributos familiares, com a forma urbana, e com as características do sistema viário. Os resultados obtidos por eles indicam que o aumento de vizinhanças amigáveis ao pedestre leva ao aumento do transporte não motorizado. Famílias que fazem viagens longas que não se destinam a ir trabalhar, tendem a usar automóveis por causa da maior conveniência e economia de tempo, sem levar em consideração o custo da viagem. O aumento da cobertura das rotas dos ônibus resulta num aumento da probabilidade de se usar o ônibus e concluem que o transporte público é altamente influenciado por atributos urbanos.

Muitos estudos, nos quais altas densidades, desenvolvimento variado de usos do solo, padrões de circulação mais abertos, e ambientes amigáveis para o pedestre estão associados com um menor número viagens por automóvel são descritos em Boarnet e Crane (2001). Estes estudos indicam, portanto uma forte influência das características da forma urbana no processo de escolha modal.

Os trabalhos descritos até aqui, mostraram que existem relação, mesmo que não muito evidente, entre a forma urbana e o modo de transporte escolhido pelas pessoas para suas viagens cotidianas. Por outro lado, alguns pesquisadores chegaram a conclusão diversa, mostrando que forma urbana não é o fator primordial para a escolha modal, sendo ela apenas mais uma variável que compõe o processo de escolha individual.

Boarnet e Sarmiento (1996), em um estudo para determinar a demanda por viagens que não tem como destino o trabalho, concluíram que a influência das variáveis da forma urbana sobre o comportamento de viagem é bastante fraca e que apenas raramente, as variáveis da forma urbana são individualmente significativas.

Em uma pesquisa realizada em 1998 (Crane e Crepeau, 1998) concluíram que a configuração da forma urbana não afeta a opção modal nas viagens para o trabalho e para compras, sendo os fatores determinantes as características sócio-econômicas e as preferências individuais.

Outros autores também mostraram que o ambiente construído tem pouca ou nenhuma influência no comportamento individual ou coletivo de viagem (HANDY, 1996; KITAMURA et al. 1997; BOARNET; SARMIENTO, 1996; CRANE; CREPEAU, 1998).

VARIÁVEIS QUE CARACTERIZAM A FORMA URBANA

Muitas variáveis podem ser utilizadas para caracterizar a forma urbana. Estas variáveis podem ser agrupadas em seis categorias: densidade urbana, diversidade de usos do solo, desenho e conectividade das vias, disponibilidade de transporte coletivo, qualidade dos espaços para pedestres e ciclistas e topografia.

Densidade Urbana

Altas densidades associadas à concentração tanto de residências como de atividades comerciais, proporcionam aos habitantes da região a possibilidade de realizar as tarefas diárias usando modos de transporte não-motorizados (Amâncio, 2005).

As cidades que apresentam baixas densidades impõem, a seus habitantes, necessidades freqüentes de viagens motorizadas, pois as distâncias a serem percorridas tendem a ser maiores.

Nesta pesquisa foram analisadas três diferentes medidas de densidade:

- Densidade Populacional (Equação 1):

$$DPi = \frac{PTi}{ATi} \quad (1)$$

Onde: DPi = densidade populacional no bairro i (habitantes por hectare);
 Pi = população total do bairro i (número de habitantes);
 ATi = área total do bairro i (ha).

- Densidade Residencial (Equação 2):

$$DRi = \frac{RTi}{ATi} \quad (2)$$

Onde: DRi = densidade residencial no bairro i (residências por hectare);
 RTi = número total de residências no bairro i ;
 ATi = área total do bairro i (ha).

- Taxa de Ocupação (Equação 3):

$$POi = \frac{ATCi}{ATi} \quad (3)$$

Onde: POi = taxa de ocupação do bairro i
 $ATCi$ = área total construída no bairro i (ha);
 ATi = área total do bairro i (ha).

Disponibilidade de Transporte Coletivo

“A escolha do modo de transporte deve ser sempre analisada dentro do contexto mais amplo em que as pessoas têm conhecimento de todas as possíveis alternativas que ela possui para a realização de uma viagem urbana” (Arruda, 2000). A eficiente e abrangente oferta de transporte coletivo favorece a utilização desse modo de transporte à medida que ele supre as necessidades de deslocamento das pessoas e ainda favorece o aumento das viagens realizadas a pé, uma vez que estas complementam as viagens feitas por transporte coletivo.

O método utilizado para medir a oferta de transporte coletivo nesta pesquisa foi o método LITA - Índice Local de Disponibilidade do Transporte Coletivo (ROOD, 1998). Este índice combina três características de intensidade do serviço de transporte coletivo para avaliar a disponibilidade em pequenas zonas dentro da cidade (setores censitários ou zonas de tráfego). As características analisadas são: a capacidade das linhas do transporte coletivo, a frequência dessas linhas e a cobertura das linhas do sistema de transporte coletivo.

- *Capacidade das linhas*

A capacidade de uma linha do transporte coletivo é calculada usando-se a relação entre o número de lugares x quilômetros diários dividido pela população da zona (residentes + empregados): = [número de lugares diários] x [quilometragem da linha dentro da zona] / [população total da zona]

Os valores obtidos devem ser padronizados, utilizando-se a Equação (4).

$$\mu Cap = \frac{Cap - \overline{Cap}}{S_{cap}} \quad (4)$$

Onde: μCap = valor padronizado da capacidade da linha;

\underline{Cap} = capacidade da linha;

\overline{Cap} = média das capacidades de todas as linhas;

S = desvio padrão da distribuição de capacidades da linha.

- *Freqüência das linhas*

O cálculo da freqüência é baseado no número diário total de viagens, em todas as linhas que têm ao menos um ponto de parada na zona: = [número total de viagens]

- *Cobertura das linhas*

A cobertura das rotas é calculada com base na densidade de pontos de parada. = [número de pontos de parada na zona] / [área da zona]

Os valores da freqüência e da cobertura das rotas devem ser padronizados de forma semelhante à capacidade. O valor final do LITA (Índice Local de Disponibilidade de Transporte Coletivo) é calculado de acordo com a Equação (5).

$$LITA = \mu Cap + \mu F + \mu Cob \quad (5)$$

Para facilitar a interpretação, fazendo com que todos os valores fiquem positivos, acrescenta-se 5 aos valores finais do LITA (LITA+5). O sistema final de avaliação é mostrado na Tabela 1.

Qualidade dos Espaços para Pedestres

A existência de calçadas e a qualidade das mesmas, no que se refere aos aspectos de segurança, seguridade, conforto, conectividade e estética, podem incentivar a opção dos indivíduos em realizar viagens a pé, e conseqüentemente reduzir o uso de veículos motorizados (Amâncio, 2005).

Tabela 1

Interpretação do Valor do LITA+5

Valor LITA +5	Nível de Disponibilidade do Transporte Coletivo
6,5 ou mais	A
5,5 a 6,5	B
4,5 a 5,5	C
3,5 a 4,5	D
abaixo de 3,5	F

Nesta pesquisa utilizou-se, para quantificar a qualidade dos espaços, o índice PEF – Pedestrian Environment Factor (1000 FRIENDS OF OREGON, 1993), que consiste em avaliar o conforto de uma região para o pedestre por meio de quatro atributos diferentes do ambiente natural e construído:

- Facilidade para se atravessar as ruas;
- Conectividade das calçadas;
- Características locais das ruas (grelha ou cul-de-sac);
- Topografia.

A facilidade para se atravessar a rua é estimada por meio da avaliação das intersecções principais (largura, nível de sinalização e volume de tráfego). A conectividade das calçadas por sua vez é estimada levando-se em consideração, em um primeiro momento, a extensão das calçadas nas vias artérias que atendem ou podem vir a atender o serviço de transporte coletivo, e num momento secundário considera-se a extensão das calçadas nas vias coletoras. Quanto à característica do sistema viário, analisa-se a extensão de vias com padrão viário do tipo grelha. Já para o parâmetro topografia avalia-se o nível de aclives e declives existentes.

Cada um destes quatro parâmetros é avaliado numa escala de 1 a 3 (para cada zona de análise) sendo que o valor 1 indica a qualificação mais baixa e o valor 3 a qualificação mais alta de cada parâmetro quanto a este ser amigável ao pedestre. Posteriormente os valores de cada zona são somados para que se obtenha o índice PEF, que vai variar de 4 (pior qualificação) até 12 (melhor qualificação).

Para se aplicar o método é necessário ter quatro equipes diferentes, que irão a campo para quantificar os parâmetros exigidos, a fim de aumentar a confiabilidade da metodologia utilizada. Os resultados obtidos são comparados e, em caso de haver resultados muito discrepantes de um grupo para o outro, é aplicado um método Delphi simplificado para se obter consenso.

Diversidade de Usos do Solo

De acordo com Arruda (2000) diversos estudos concluíram que áreas com maior diversidade de uso do solo, onde haja presença de residências, lojas, supermercados, por exemplo, tendem a apresentar baixos índices de viagens por automóvel e um número maior de viagens por modos não-motorizados.

As cidades que apresentam uma estrutura de ocupação setorizada impõem normalmente que seus habitantes realizem um número elevado de viagens quando se compara estas cidades a cidades que tem uma estrutura de ocupação mista (Cunha, 2005).

Para medir a diversidade, ou mistura de usos do solo, foi utilizado nesta pesquisa o Índice de Entropia, que segundo Sun et al. (1998), é um índice que leva em conta os tipos de usos do solo que são observados em uma região e a proporção de área ocupada por cada tipo de uso.

A formulação do Índice de Entropia proposta por Sun et al. (1998) é mostrada na Equação 6.

$$ENTROPIA = - \sum_j \frac{P_j \ln(P_j)}{\ln(J)} \quad (6)$$

Onde: P_j = proporção de área construída ocupada pelo uso do solo j ;
 J = número de categorias de uso do solo consideradas.

O Índice de Entropia varia entre 0 (homogeneidade, quando toda a área é ocupada por um único tipo de uso) e 1 (heterogeneidade, quando a área é ocupada por proporções iguais de todos os usos).

Desenho e Conectividade das Vias

O estudo de Amâncio (2005) ressalta que a forma e o desenho das vias são de grande importância na motivação ao uso do modo a pé na realização das viagens urbanas diárias.

A conectividade das vias pode ser dimensionada de dois modos: (1) considerando o número de intersecções por comprimento de via e (2) considerando o número de intersecções por área (Cunha, 2005). Desse modo, segundo o autor, quanto maior o número de intersecções por área ou comprimento, maior a conectividade, e quanto maior a conectividade, maior o número de alternativas de rota disponibilizada ao usuário para que ele se desloque de um ponto a outro.

Para descrever a influência da conectividade das vias sobre os padrões de viagens, foram utilizadas neste estudo as seguintes variáveis:

- Porcentagem de intersecções em cruz (número de intersecções em cruz dividido pelo total de intersecções);
- Densidade de intersecções (número de cruzamentos dividido pela área da zona de análise);
- Índice de conectividade (número de segmentos de vias dividido pelo número de cruzamentos).

Topografia

Na literatura analisada não se encontrou um método quantitativo explícito para se classificar a

topografia quanto a sua influência no comportamento de viagens. Muitos autores afirmam que áreas caracterizadas por grandes aclives ou declives influenciam de forma negativa na proposta de priorizar os modos não motorizados uma vez que para vencer esses obstáculos naturais os pedestres e ciclistas necessitam um esforço físico maior.

Para se caracterizar a topografia para as zonas de análise nesta pesquisa, foi utilizada a variável declividade, calculada com base nas curvas de nível da região, com equidistância de 1 metro.

Segundo a norma ABNT NBR 9050:2004 “calçadas, passeios e vias exclusivas de pedestres que tenham inclinação superior a 8,33% não podem compor rotas acessíveis”. Dessa forma, tomando como base este valor foram definidas as 5 classes de declividade mostradas na Tabela 2.

Tabela 2
Classes de declividade para avaliação das zonas de análise

Declividade	Descrição do terreno	Condições para os pedestres
< 2,5%	Plano	Ótimas
2,5% a 5,0%	Declives suaves	Boas
5,0% a 10,0%	Ondulado	Aceitáveis
10,0% a 15,0%	Acidentado	Com restrições
> 15,0%	Muito acidentado	Inapropriadas

Estudo de caso

O estudo de caso, para analisar a influencia da forma urbana sobre o comportamento de viagens foi realizado com dados da cidade de Uberlândia, MG, pela facilidade de obtenção dos dados, principalmente no que se refere às viagens realizadas, uma vez que puderam ser obtidos os dados de uma pesquisa OD realizada na cidade.

Utilizou-se a divisão da cidade em 51 zonas de tráfego definidas por LEMES (2005) e foram selecionadas 6 zonas (definidas em pares) sendo que cada par é formado por zonas com níveis de renda semelhantes, mas diferentes entre si nas características da forma urbana. Dessa forma, das 51 zonas de tráfego existentes foram escolhidas para este trabalho as seguintes zonas:

- Zonas de renda baixa: 31 e 45;
- Zonas de renda média: 09 e 37;
- Zonas de renda alta: 05 e 17.

Os dados sobre a cidade de Uberlândia, necessários para as análises, foram obtidos junto aos respectivos órgãos competentes.

Quantificação das Características da Forma Urbana

Definidas as zonas de análises a serem trabalhadas, foram avaliadas as variáveis da forma urbana em cada uma dessas zonas, conforme as metodologias apresentadas anteriormente.

A Tabela 3 mostra as densidades de cada zona e a taxa de ocupação nas mesmas. Valores de taxa de ocupação mais próximos de 1 indicam áreas mais ocupadas, e valores próximos a 0 indicam áreas mais vazias.

Verifica-se que a zona 17 apresenta a menor densidade populacional. Esta zona se caracteriza por ser uma zona de nível de renda bastante alta e ser ainda relativamente nova. A zona 31, que é um a zona de baixa renda localizada em uma região bastante consolidada, apresenta a maior densidade. Este resultado é coerente com as observações de Cervero e Hockelman (1997), de que as zonas mais densas estão comumente associadas a áreas de baixa renda.

Tabela 3
Densidades das zonas de análise

Zona	Densidade Populacional (hab/ha)	Densidade Residencial (res/ha)	Taxa de Ocupação
05	58	18.4	0.491
09	59	17.9	0.304
17	8	2.1	0.066
31	69	19.2	0.070
37	63	18.7	0.167
45	38	10.3	0.037

A densidade residencial segue o mesmo padrão apresentando pela densidade populacional, havendo uma pequena alteração de ordem entre a zona 05 e zona 09. Essa alteração se dá pelo fato de na zona 05 ser bastante alta a incidência de edifícios residenciais, enquanto a zona 09 mantém um padrão horizontal de espalhamento das edificações.

Com relação à taxa de ocupação, pode-se verificar que todas as zonas de análises apresentam baixa ocupação (menos da metade da área é ocupada por construções).

Ao se aplicar o método LITA para avaliar a disponibilidade de transporte coletivo foi possível observar que a disponibilidade do serviço na maioria das zonas é bastante baixa, predominando o nível de oferta D (valores abaixo de 4,5), conforme mostrado na Tabela 4. A única zona que apresenta nível A é a zona 05, e isto se dá pelo fato de esta ser uma zona central, através da qual passa grande parte das linhas do transporte coletivo que acessam o terminal de transporte coletivo urbano.

Tabela 4
Disponibilidade de transporte coletivo nas zonas (Índice LITA)

Zona	LITA + 5	Nível de Serviço
5	10,3	A
9	4,0	D
17	4,8	C
31	3,6	D
37	3,9	D
45	3,5	D

O resultado da avaliação da qualidade dos espaços para pedestres a partir da aplicação do método PEF, demonstrou que todas as zonas analisadas têm qualidade mediana, como se observa na Tabela 5. Não é possível fazer uma associação da qualidade dos espaços com o nível econômico de cada zona, uma vez que zonas de mesmo padrão econômico apresentaram resultados diferentes para esta variável. É importante lembrar que o melhor valor que poderia ser alcançado é 12 e o pior é 4.

Quanto à topografia, a Tabela 6 mostra área ocupada por cada tipo relevo considerado, em cada uma das zonas de análises.

Pode-se verificar que a zona 45 apresenta topografia predominantemente plana (97% da área da zona enquadram-se na categoria de relevo plano). Este fato pode facilitar a realização de viagens a pé nesta zona. As demais zonas apresentam configuração de relevo mais acidentada, o que acarreta numa diminuição na probabilidade de opção por modos não motorizados.

Tabela 5

Qualidade dos espaços para pedestres nas zonas de análise (PEF)

Zona	PEF
05	8
09	9
17	9
31	7
37	8
45	10

Tabela 6

Área ocupada por cada classe de relevo nas zonas de análise.

Zona	Área ocupada (ha) - (% da área da zona)				
	Plano	Suave	Ondulado	Acidentado	Muito acidentado
05	15,6 (10%)	32,9 (21%)	57,4 (37%)	30,0 (19%)	20,6 (13%)
09	27,5 (13%)	112,3 (53%)	60,4 (28%)	9,6 (5%)	3,3 (2%)
17	79,7 (32%)	65,2 (26%)	68,7 (27%)	24,9 (10%)	13,8 (5%)
31	79,3 (21%)	160,3 (42%)	109,0 (29%)	19,4 (5%)	9,4 (2%)
37	81,3 (25%)	136,5 (42%)	84,3 (26%)	16,7 (5%)	7,8 (2%)
45	386,4 (96%)	9,9 (2%)	2,3 (1%)	0,8 (< 1%)	1,1 (<1%)

Para analisar a diversidade de usos do solo, foi utilizado o Índice de Entropia. Valores próximo a 0, para este índice, indicam regiões homogêneas quanto à diversidade de usos do solo, e valores próximos a 1 indicam regiões heterogêneas, com grande diversidade, ou mistura, de usos do solo.

A Tabela 7 mostra a porcentagem de área ocupada por cada tipo de uso e o valor do Índice de Entropia para as zonas analisadas. Pode-se verificar que o tipo de uso predominante em todas as zonas é o residencial. As zonas 9 e 37 são as que apresentam uma melhor distribuição de usos do solo, enquanto que para a zona 17, 98% da área é de uso residencial. A Zona 09 é que apresenta o maior valor de entropia, indicando ser esta a zona com maior diversidade de usos entre todas as zonas analisadas. Já a zona 17 é a que apresenta o menor valor de entropia, caracterizando essa zona como uma área extremamente homogênea quanto ao uso do solo.

Tabela 7

Porcentagem de área ocupada pelo tipo de uso do solo e valor de entropia

Zona	% da área da zona ocupada por cada tipo de uso do solo				Índice de Entropia
	Residencial	Comercial	Industrial	Outros	
5	85.7	8.9	0.4	5.0	0,374
9	67.7	29.2	0.9	2.2	0,540
17	98.2	0.6	0.0	1.2	0,074
31	92.0	3.7	0.0	4.3	0,240
37	79.9	14.7	1.0	4.4	0,466
45	92.9	4.1	0.0	3.0	0,220

A análise dos cruzamentos existentes nas zonas mostrou que a Zona 9, possui 79% dos cruzamentos em forma de cruz. Por ser a zona que apresenta maior número de cruzamentos deste tipo, conclui-se que possui melhor conectividade no sistema viário dentre todas as

analisadas. Já Zona 17, por outro lado, com apenas 12% de cruzamentos em cruz é a que apresenta pior conectividade.

Quanto à densidade de interseções, mostrada na Tabela 8, observa-se que em todas as zonas de análise existe mais de uma interseção por hectare. Isto indica que as quadras, em sua grande maioria, têm dimensões que propiciam uma boa conectividade.

Ao analisar o índice de conectividade, observa-se que em todas as zonas de análise o índice obtido está acima ou dentro do intervalo de 1,2 a 1,4, apresentado por Amâncio (2005) como um bom padrão de conectividade.

Análise dos padrões de viagem

A divisão modal das viagens com origem em cada uma das zonas de análise é mostrada na Tabela 9.

Tabela 8
Densidade de Interseções e Índice de Conectividade nas zonas de análise

Zona	Densidade de Interseções (interseções/ha)	Índice de Conectividade
05	1,65	1,63
09	1,23	1,83
17	1,00	1,39
31	1,21	1,52
37	1,30	1,54
45	1,11	1,62

Tabela 9
Divisão modal em cada zona (% das viagens)

Modo de transporte	Zonas					
	05	09	17	31	37	45
Transporte coletivo	23,6	33,3	35,5	36,2	31,4	44,4
Auto - motorista	21,0	15,4	24,1	5,9	4,6	3,2
Auto - passageiro	15,5	18,6	19,9	3,1	13,5	3,2
Van	2,9	1,1	8,5	2,6	0,0	0,0
Moto	2,0	7,1	6,4	4,9	6,3	1,6
Bicicleta	1,4	4,4	2,1	2,3	5,4	12,7
A pé	32,2	17,4	2,1	43,6	37,3	31,7
Outros	1,4	2,8	1,4	1,5	1,5	3,2

Verifica-se que nas zonas de renda mais alta (5 e 17) é maior a parcela de viagens por automóvel. A Zona 17 além de ter o maior número de viagens geradas por automóvel (44%) é também a zona com o menor número de viagens a pé, apenas 2,1%. Este fato pode ser explicado por esta zona ser a de maior renda entre todas as analisadas. Por outro lado, a zona 31 apresenta uma parcela grande de viagens a pé (43,6%). Esta zona é caracterizada por apresentar renda média baixa, o que colabora para a maior opção por modos mais baratos de transporte. A Zona 45 é a que apresenta maior número de viagem por transporte coletivo. Isto se dá por esta ser uma zona de baixa renda, que fica distante do centro da cidade, sendo o transporte coletivo a melhor opção para os moradores desta área.

FORMULAÇÃO E CALIBRAÇÃO DO MODELO DE ESCOLHA MODAL

Para avaliar a influência da forma urbana sobre a escolha modal dos indivíduos foi formulado e calibrado um modelo de escolha discreta para as condições levantadas para as 6 zonas de análises selecionadas na cidade de Uberlândia.

A base teórica para geração de modelos de escolha discreta é a teoria da utilidade. Considera-se que quanto maior for a utilidade de um modo em relação aos demais, maior a probabilidade de que este modo seja escolhido pelo indivíduo (ORTUZAR; WILLUMSEN, 1994; ARCAÏ; BENÍTEZ, 2004; NETO; FARIA, 2002)

O tipo de modelo de escolha discreta utilizado neste trabalho foi o Logit Multinomial, considerando o ônibus, o automóvel (motorista e passageiro), a moto, a bicicleta, e o modo a pé como opções de modo de transporte disponíveis para a realização de uma viagem (Equação 7). Estes modos foram considerados por serem as opções observadas na pesquisa origem-destino que serviu de base para este estudo.

$$P_{ji} = \frac{\exp(U_{ji})}{\sum_{j=1}^n \exp(U_{ji})} \quad (7)$$

Onde: P_{ji} = probabilidade de o indivíduo i optar pela alternativa j ;

U_{ji} = utilidade da alternativa j para o indivíduo i

n = número de alternativas disponíveis

O programa computacional utilizado para se estimar os parâmetros do modelo foi o BIOGEME (Bierlaire Optimization Toolbox for GEV Model Estimation). O BIOGEME é um software livre, projetado para o desenvolvimento de pesquisas no contexto de modelos de escolha discreta em geral (Bierlaire, 2008).

Na formulação do modelo foram consideradas as seguintes variáveis explicativas:

- Tempo de viagem para cada um dos modos de transporte considerados como opção para os viajantes (ônibus, automóvel, moto, bicicleta e a pé);
- Distância de viagem (em km)
- Situação familiar do indivíduo que realizou a viagem (chefe ou filho);
- Motivo da viagem (trabalho, escola, ou residência);
- Idade do viajante;
- Sexo do viajante;
- Renda média da zona de origem da viagem (em salários mínimos)
- Qualidade dos espaços para pedestre (índice PEF);
- Relevo predominante conforme descrito na Tabela 6.
- Disponibilidade de transporte coletivo (índice LITA);
- Densidade populacional;
- Densidade residencial;
- Taxa de ocupação na zona de origem da viagem;
- Índice de entropia (diversidade de uso do solo);
- Porcentagem de cruzamento em cruz;
- Densidade de intersecções;
- Índice de conectividade.

Os valores das variáveis da forma urbana referem-se às zonas de origem das viagens. As variáveis: situação familiar, motivo da viagem e sexo do viajante foram tratadas como variáveis *dummy*, tendo o valor 1 ou 0 (sim ou não). Por exemplo, se o viajante é chefe de família, recebeu valor 1, se não é chefe de família, recebeu valor 0.

Quanto ao conjunto de escolhas individuais, que correspondem às alternativas disponíveis para os viajantes, foram admitidos os seguintes critérios para determinar as opções de transporte para cada indivíduo:

- O modo a pé foi considerado disponível para todas as viagens com comprimento de até 5 km;
- O modo bicicleta foi considerado disponível para as pessoas com idade maior ou igual a 10 anos e menor ou igual a 60 anos;
- O modo ônibus foi considerado disponível para todas as pessoas;
- O modo automóvel e o modo moto, levando em conta que as pessoas podem ser condutores ou passageiros, foram modos também considerados disponíveis para todas as pessoas.

RESULTADOS OBTIDOS

Foi calibrado um grande número de modelos diferentes, incluindo diversas combinações de variáveis explicativas e também diferentes agrupamentos dos modos de transporte disponíveis.

Para avaliar a qualidade dos modelos calibrados foi utilizado o parâmetro estatístico ρ^2 (pseudo coeficiente de determinação), que representa o ajuste do modelo. O valor deste parâmetro varia entre 0 e 1, sendo que 0 indica nenhum ajuste e 1 indica um ajuste perfeito. De acordo com Ortuzar e Willumsen (1994) modelos com ρ^2 acima de 0,2 já são aceitáveis e modelos com ρ^2 por volta de 0,4 podem ser considerados muito bons.

Além do ρ^2 , foram analisados também os parâmetros estatísticos referentes aos coeficientes estimados para as variáveis (estatística t). O valor do teste t determina se a variável em questão é significativa para a explicação do modelo. Valores do teste t superiores a 1,96 (em módulo) indicam que a variável é significativa com 95% de confiança (Amâncio, 2005).

Outro aspecto importante a ser analisado nos modelos é o sinal (positivo ou negativo) dos coeficientes das variáveis. Este sinal indica o sentido de variação do valor da utilidade em função da variação no valor da variável e deve ser consistente com a variação teoricamente esperada.

Foram calibrados inicialmente, modelos que consideravam apenas as variáveis sócio-econômicas e as características da viagem (distância, tempo e motivo), e num segundo momento foram calibrados modelos que consideravam também as variáveis da forma urbana.

Dentre os modelos testados, o que apresentou melhor resultado (em termos do ρ^2) é mostrado no Quadro 1. Os números entre parênteses indicam o valor do teste t para o coeficiente calibrado.

Quadro 1

Resultado do modelo calibrado apenas com as variáveis sócio-econômicas e as características da viagem

$U_{ônibus} = 0,326(\text{sexo feminino})$ (2,56)
$U_{auto} = -1,46 + 0,780(\text{chefe}) + 0,086(\text{renda}) + 0,379(\text{trabalho})$ (-8,65) (5,58) (9,20) (2,63)
$U_{pé} = 6,82 - 2,10(\text{distância})$ (13,68) (-11,21)
Número de observações = 1765 $\rho^2 = 0,403$

Para este modelo foram considerados os modos de transporte listados a seguir. Os demais modos foram excluídos da modelagem.

- Ônibus (incluindo os modos Ônibus, Ônibus escolar e Van);
- Auto (incluindo os modos Auto Motorista e Auto Passageiro);
- A pé;

Com base na literatura e nas hipóteses existentes, observa-se que os resultados deste modelo são plenamente consistentes com comportamento esperado para estas variáveis. Os valores do teste t para os coeficientes indicam que todos são significativos (acima de 1,96 em módulo). O ajuste do modelo, avaliado pelo parâmetro ρ^2 (= 0,403), pode ser considerado muito bom (acima de 0,4).

Com base nos resultados obtidos verifica-se que:

- O fato de o viajante ser do sexo feminino aumenta a utilidade do modo ônibus;
- O fato de o viajante ser o chefe da família aumenta a utilidade do modo auto;
- Se o motivo da viagem for trabalho, aumenta a utilidade do modo auto;
- Quanto maior a renda, maior a utilidade do modo auto;
- Quanto maior a distância, menor a utilidade do modo a pé.

O Quadro 2 mostra o melhor modelo calibrado com o acréscimo das variáveis de forma urbana.

Quadro 2

Resultado do modelo calibrado, incluindo as variáveis de forma urbana

$$\begin{aligned}
 U_{\text{ônibus}} &= 0,330(\text{sexo feminino}) \\
 &\quad (2,59) \\
 U_{\text{auto}} &= -1,45 + 0,772(\text{chefe}) + 0,085(\text{renda}) + 0,381(\text{trabalho}) \\
 &\quad (-8,55) \quad (5,53) \quad (9,06) \quad (2,64) \\
 U_{\text{pé}} &= 4,58 - 2,11(\text{distância}) + 0,381(\text{densidade populacional}) \\
 &\quad (3,85) \quad (-11,15) \quad (2,64) \\
 &\quad \text{Número de observações} = 1765 \quad \rho^2 = 0,404
 \end{aligned}$$

Pode-se verificar que a inclusão das variáveis características da forma urbana não melhora o ajuste do modelo. Isto significa que estas variáveis não são significativas para explicar a opção modal dos indivíduos. Os aspectos que têm mais peso na escolha do modo de transporte são: a distância de viagem e as características sócio-econômicas do viajante, principalmente a renda.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme analisado a partir da bibliografia, observou-se que não existe um consenso entre os pesquisadores quanto a relação entre forma urbana e comportamento de viagem. Muitos estudos indicam que o modo de transporte escolhido é influenciado pelas características urbanas locais. Outros estudos apontam que não existe relação clara entre o comportamento de viagem e a forma urbana.

Quanto aos resultados obtidos, este estudo se alinha aos que não encontraram fortes indícios de que as características urbanas influenciam os padrões de viagem, pois os modelos de escolha que foram calibrados não apresentaram melhoras significativas quando as variáveis urbanas foram incluídas. A distância a ser viajada e a renda do indivíduo foram as variáveis que apresentam relações mais significativas com o comportamento de viagem das pessoas.

Diante destes resultados, algumas sugestões podem ser feitas com relação a trabalhos futuros que procurem estudar esta linha de pesquisa:

- Analisar as viagens com origem e destino na mesma zona de tráfego para que possa avaliar se para estas viagens mais curtas, as variáveis da forma urbana são relevantes.
- Neste trabalho, considerou-se a renda do viajante como sendo a renda média da zona onde ele reside. Deve-se tentar obter a renda real de cada viajante, (embora se reconheça a dificuldade de conseguir esta informação), para que os resultados tenham um grau de confiabilidade maior.
- Segmentar as viagens a serem analisadas usando o motivo, pode ser uma boa opção, a fim de verificar se a forma urbana influi sobre o comportamento de viagens que tenham um objetivo específico.

Espera-se que este trabalho, com base nos resultados e nos conhecimentos propiciados sobre o assunto, possa servir de referência para outros trabalhos e que possa ser útil para as administrações públicas no sentido de buscar maneiras para incentivar o uso dos modos de transporte sustentáveis na cidade.

REFERÊNCIAS

AMÂNCIO, M. A. **Relacionamento entre a Forma Urbana e as Viagens a Pé**. 2005. 88 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

ANDERSON, W. P.; KANAROGLOU, P. S.; MILLER, E. J. Urban Form, Energy and the Environment: A Review of Issues, Evidence and Policy. **Urban Studies**, v. 33, n. 1, p. 7-35, 1996.

ARCAY, A. O.; BENÍTEZ, F. G. **Modelos Logit Mixto para la Elección Modal. Posibilidades y precauciones**. Disponível em: <http://caminos.udc.es/grupos/ferroca/orro/documentos/DTGTF_02_04_orro_g_benitez_ML_P_P_2004.pdf>. Acesso em: 14 mai. 2008.

ARRUDA, F. S. **Integração dos Modos Não-Motorizados nos Modelos de Planejamento dos Transportes**. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR - 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro, 2004. 97 p.

BARBUGLI, M. T. S. **Forma Urbana e Transporte Sustentável: Relacionamento entre as Características Físicas da Forma Urbana e as Viagens Realizadas a Pé em Cidades Brasileiras de Porte Médio**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, 2003.

BIERLAIRE, M. **Estimation of discrete choice models with BIOGEME1.6**, biogeme.ep.ch, 2008.

BOARNET, M.; CRANE, R. The Influence of Land Use on Travel Behavior: Specification and Estimation Strategies. **Transportation Research Part A**, v.35, n. 9, p.823-845, 2001.

BOARNET, M. G.; SARMIENTO, S. **Can Land Use Policy Really Affect Travel Behavior? A Study of the Link Between Non-Work Travel and Land Use Characteristics**. December 1, 1996, *Center for Activity Systems Analysis*. Paper UCI-ITS-AS-WP-96-5. Disponível em: <<http://repositories.cdlib.org/itsirvine/casa/UCI-ITS-AS-WP-96-5>>. Acesso em: 06 mai. 2008.

CERVERO, R.; KOCKELMAN, K. Travel Demand and the 3Ds: Density, Diversity, and Design. **Transportation Research Part D**, v. 2, n. 3, p. 199-219, 1997.

van de COEVERING, P.; SCHWANEN, T. Re-Evaluating the Impact of Urban Form on Travel Patterns in Europe and North-America. **Transport Policy**, v. 13, n. 3, p. 229-239, 2006.

CRANE, R.; CREPEAU, R. Does Neighborhood Design Influence Travel? A Behavioral Analysis of Travel Diary and GIS Data. **Transportation Research Part D: Transportation and Environment**, v. 3, n. 4, p. 225-238, 1998.

- CUNHA, C. A. da. **Relações entre as características de linhas de transporte coletivo urbano e de áreas urbanas**. 2005. 104 f. Dissertação (Mestrado em Transportes) – Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2005.
- DIELEMAN, F.M.; DIJST, M.; BURGHOUWT, G. Urban Form and Travel Behaviour: Micro-Level Household Attributes and Residential Context. **Urban Studies**, v. 39, n. 3, p. 507-527, 2002.
- FRANK, L. D. **An Analysis of Relationships Between Urban Form (Density, Mix, and Jobs: Housing Balance) and Travel Behavior (Mode Choice, Trip Generation, Trip Length, and Travel Time)**. Washington: Washington State Transportation Center, 1994. Final Technical Report.
- HANDY, S. Understanding the Link Between Urban Form and Nonwork Travel Behavior. **Journal of Planning Education and Research**, v. 15, n. 3, p. 183-198, 1996.
- KITAMURA, R.; MOKHTARIAN, P.; DAIDET, L. A Micro-Analysis of Land Use and Travel in Live Neighborhoods in the San Francisco Bay Area. **Transportation**, v. 24, n. 2, p. 125-158, 1997.
- LAMAS, J. M. R. G. **Morfologia Urbana e Desenho da Cidade**. 3. ed. Porto: Fundação Calouste Gulbenkian, 2004.
- LEMES, D. C. S. S. **Geração e Análise do Cenário Futuro como um Instrumento do Planejamento Urbano e de Transportes**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2005.
- McMILLAN, T. E. The Relative Influence of Urban Form on a Child's Travel Mode to School. **Transportation Research Part A**, v. 41, n. 1, 2007.
- MILLER, E. J.; IBRAHIM, A. Urban Form and Vehicular Travel: Some Empirical Findings. **Transportation Research Record**, v. 1617, p. 18-27, 1998.
- NETO, P. B. C.; FARIA, C. A. Estudo do Comportamento de Escolha Modal. **Revista Horizonte Científico**, n. 1, 2002. Disponível em: <<http://www.propp.ufu.br/revistaeletronica/>>. Acesso em: 14 mai. 2008.
- ORTUZAR, J. D.; WILLUMSEN, L. G. **Modelling Transport**. London: John Wiley and Sons, 1994.
- ROOD, T. **The Local Index of Transit Availability: An Implementation Manual**. 1998. Disponível em: <http://www.lgc.org/freepub/land_use/lita/lita_manual.html>. Acesso em: 14 fev. 2007.
- SCHWANEN, Tim. Urban Form and Commuting Behaviour: A Cross-European Perspective. **Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie**, v. 93, n. 3, p. 336-343, 2002.
- SOLTANI, A.; ALLAN, A. **A Computer Methodology for Evaluating Urban Areas for Walking, Cycling and Transit Suitability: Four Case Studies from Suburban Adelaide, Australia**. CUPUM 05, London paper 272, 2005.
- STEAD, D.; MARSHALL, S. The Relationships between Urban Form and Travel Patterns: An International Review and Evaluation. **EJTIR**, v. 1, n. 2, p. 113-141, 2001.
- SUN, X.; WILMOT, C. G.; KASTURI, T. Household Travel, Household Characteristics, and Land Use: An Empirical Study from the 1994 Portland Activity-Based Travel Survey. **Transportation Research Record**, v. 1617, p. 10-17, 1998.
- VAN DIEPEN, A. M. L.; VOOGD, H. Sustainability and Planning: Does Urban Form Matter? **International Journal of Sustainable Development**, v. 4, n. 1, p. 59-74, 2001.
- 1000 FRIENDS OF OREGON. **Making the Land Use Transportation Air Quality Connection: The Pedestrian Environment**. v. 4A, Portland: Parsons Brinckerhoff Quade and Douglas, Inc. with Cambridge Systematics, Inc. and Calthorpe Associates, 1993.