

Capítulo III

Planejamento de Transportes

ANÁLISE DA EVOLUÇÃO TEMPORAL DAS DISTÂNCIAS DE VIAGEM NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO

Ricardo Curvello Dalmaso
Orlando Strambi

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

RESUMO

O trabalho apresenta um estudo da evolução temporal de características espaciais da demanda por transportes a partir da análise da distância total viajada por um indivíduo em um dia. Esta análise utilizou as informações disponíveis nas pesquisas Origem-Destino da Região Metropolitana de São Paulo - RMSP em 1977 e 1997. As distâncias médias totais de viagem para ambos os anos foram associadas a características dos indivíduos, como sexo, nível de escolaridade e ocupação. Os resultados indicam um crescimento da distância viajada no período, mais acentuado para as mulheres, e diferenciado segundo a escolaridade e a ocupação.

ABSTRACT

The objective of the project is to study the time evolution of some spatial characteristics of transportation demand through the analysis of individual total daily travel distance. The analysis uses information from the Origin-Destination surveys conducted in the Metropolitan Region of São Paulo - RMSP in 1977 and 1997. The average daily travel distance for each year was related to selected individual characteristics: sex, occupation, and level of education. The results show a growth in daily travel distance per person in the period; the growth is higher for women, and varies according to occupation and level of education.

1. INTRODUÇÃO

A demanda por transportes na Região Metropolitana de São Paulo tem se alterado nos últimos anos, em função de mudanças nas características da população e no uso do solo. A evolução da distribuição espacial das atividades, em particular, faz com que os padrões de deslocamento dos indivíduos se modifiquem, e a solicitação do sistema de transporte nas diferentes regiões da cidade se altere, justificando o estudo das distâncias de viagem das pessoas.

A evolução de outras variáveis, como a posse de veículos familiar e o número de viagens realizadas, tem sido analisada com mais frequência (Strambi e van de Bilt, 2002), mas o estudo das distâncias de viagem também é importante para entender o processo de mudança. O planejamento adequado do sistema de transportes requer o entendimento da tendência de evolução destes parâmetros, comparando-a ao que ocorre em países desenvolvidos, onde o aumento das distâncias de viagem e o afastamento da moradia em relação aos locais de trabalho representam as tendências atuais (Madre e Armoogum, 1996).

O objetivo deste trabalho é analisar a evolução das distâncias viajadas diariamente por indivíduos na Região Metropolitana de São Paulo – RMSP, comparando os anos de 1977 e 1997. As análises consideram categorias distintas de indivíduos, classificados segundo atributos sócio-demográficos.

2. DADOS UTILIZADOS

A metodologia para o desenvolvimento deste estudo baseia-se na análise das pesquisas domiciliares de Origem-Destino realizadas na RMSP em 1977 e 1997. As pesquisas OD contêm dados sobre as viagens realizadas em um dia útil, por uma amostra de indivíduos, registrando características como local de origem, destino, motivo, horário e modo (ou modos) de realização da viagem. São também registradas informações sobre os indivíduos e suas

famílias, o que permite relacionar padrões de mobilidade individual com características sócio-demográficas e econômicas.

Os arquivos da Pesquisa OD 1997 contêm também a informação sobre a distância euclidiana entre centróides das zonas de tráfego (divisão geográfica adotada para codificar as origens e destinos de viagem). Para 1977, essa distância foi calculada através de consulta a arquivos georeferenciados contendo os mapas com a delimitação das zonas de tráfego adotada para aquela pesquisa; os valores obtidos foram então associados aos registros de viagens da pesquisa. Deve-se observar que a informação disponível não corresponde exatamente à distância de viagem de um indivíduo ao utilizar a rede de transportes, que é certamente superior à distância em linha reta entre os centróides das zonas de origem e destino de sua viagem. Porém, dadas as características da análise a ser realizada, a comparação das distâncias de viagem entre períodos bastante afastados no tempo – 20 anos –, a aproximação é aceitável. O que se espera é caracterizar as diferenças mais significativas nas interações entre diferentes regiões da cidade.

As viagens externas, com um dos extremos situado fora da área de pesquisa, não foram consideradas, por não haver informação suficiente para definir a distância de viagem nesses casos, uma vez que as zonas externas podem corresponder a áreas relativamente extensas.

As distâncias associadas às diferentes viagens realizadas por um indivíduo ao longo do dia de pesquisa foram então somadas para criar uma nova informação, relacionada às demais características individuais.

Algumas diferenças importantes entre as pesquisas devem ser ressaltadas, uma vez que têm influência sobre as análises a serem feitas. Primeiro, a área abrangida pelas duas pesquisas é diferente, sendo menor em 1977 do que em 1997, esta última abrangendo toda a Região Metropolitana de São Paulo. A área de pesquisa em 1977 não considerou determinadas regiões cuja contribuição era desprezível para o total de viagens, devido à ausência de urbanização importante. Portanto, não se espera que a diferença de área das pesquisas traga consequências importantes para a análise da evolução das distâncias de viagem.

Uma segunda diferença diz respeito às viagens intrazonais (cuja origem e destino referem-se a um mesmo centróide de zona). Para 1997, o arquivo continha informações de distância atribuídas a este tipo de viagem. Para 1977, em função da dificuldade de atribuir distâncias a este tipo de viagem, as viagens intrazonais foram excluídas. Este é um fator importante a ser considerado na interpretação dos resultados comparativos entre as duas pesquisas, o qual tende a elevar as estimativas da distância diária total de viagem para 1977.

A terceira diferença importante refere-se ao registro das viagens a pé, incluídas na análise. O registro das viagens a pé foi parcial em 1977, tendo sido mais completo na pesquisa de 1997. O efeito esperado desta diferença é também o de elevar as estimativas de distâncias diária de viagem em 1977, pela subrepresentação de viagens de menor comprimento.

2.1. Critérios de Categorização dos Indivíduos

O estudo da evolução das distâncias diárias de viagem na RMSP foi feito considerando o indivíduo como unidade de análise. As principais variáveis consideradas para categorização dos indivíduos foram o sexo, a ocupação (se o indivíduo trabalha, se ele estuda, se ele trabalha

e estuda ou se ele não trabalha nem estuda), e a escolaridade (não alfabetizado, ensino fundamental, ensino médio e ensino superior). Estas variáveis foram selecionadas em função de considerações teóricas e de resultados anteriores que indicam sua importância para explicar as sequências de atividades e o número de viagens realizadas pelos indivíduos (Vespucchi, 2003; e Strambi e van de Bilt, 2000). Embora interessante, a categorização por renda não foi realizada em função da dificuldade em se estabelecer classes de renda comparáveis entre os anos de realização das pesquisas, um período longo e caracterizado por elevados níveis de inflação.

A informação sobre o sexo dos indivíduos estava disponível em ambas as pesquisas. As categorias de nível de escolaridade eram distintas nas duas pesquisas e tiveram que ser compatibilizadas. A ocupação foi obtida, nos dois casos, através da existência de registro de zonas de emprego e /ou escola para cada indivíduo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em toda a análise feita, **foram considerados apenas os indivíduos que realizaram viagens no dia da pesquisa**. As análises utilizam os fatores de expansão associados a cada indivíduo na amostra, de forma que os resultados representam a totalidade da população considerada.

O principal parâmetro para a análise comparativa foi a média da distância total diária viajada pelos indivíduos, categorizados pelas variáveis sexo, ocupação e escolaridade. Outros aspectos foram também analisados e são descritos a seguir.

3.1. Distribuição das Distâncias de Viagens

A Figura 1 mostra a distribuição das distâncias diárias de viagem para o conjunto de indivíduos considerados na análise. As distâncias estão distribuídas em uma faixa razoavelmente grande de valores. Comparando os resultados de 1977 com os de 1997, pode-se observar que a curva deslocou-se um pouco para a direita, caracterizando um aumento das distâncias de viagens. A faixa de distâncias que possuía o maior número de viagens em 77 era entre 3 e 6 km. Já em 97, a faixa com maior número de viagens passou a ser entre 6 e 9 km.

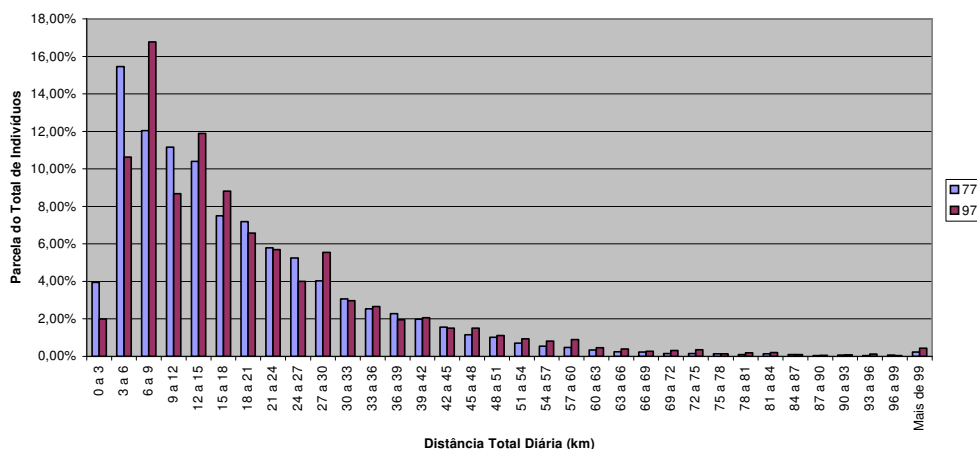


Figura 1: Distribuição das distâncias diárias de viagem em 1977 e 1997

As principais características das distribuições de distâncias de viagens diárias estão representadas na Tabela 1. Pode-se observar como a mediana das distâncias é menor do que a distância média. Isso ocorre porque existem alguns indivíduos cuja distância total de viagens é muito elevada. Esta parcela de indivíduos faz com que a média das distâncias aumente e, em alguns casos, deixe de ser um parâmetro representativo para comparações. Para minimizar este problema, foi usada, juntamente com a média, a mediana para a comparação de conjuntos de indivíduos. Da tabela, pode-se observar que a distância média cresceu 9,9 % enquanto a mediana das distâncias cresceu 6,6 %. Considerando que a não disponibilidade de algumas informações na pesquisa de 1977 (ver item 2) levam a uma superestimativa das distâncias de viagem, o crescimento mostrado na tabela é ainda menor do que o realmente verificado.

Tabela 1: Características da distribuição das distâncias diárias de viagem em 1977 e 1997

	1977	1997	Crescimento
Distância média diária (km)	18,4	20,2	9,9%
Mediana das distâncias diárias (km)	13,7	14,6	6,6%

Em contraste com a ampla faixa de variação da distância total, o número de viagens diárias dos indivíduos é extremamente concentrado. Cerca de 70% das pessoas com atividades fora de casa no dia da pesquisa, em 1977 e em 1997, fazem apenas duas viagens. O número médio de viagens diárias mantém-se praticamente estável no período, oscilando de 2,62 em 1977 para 2,58 viagens/dia em 1997 (variação de -1,5%, que pode porém ser mais significativa devido ao fato de que estão subestimadas as viagens a pé em 1977). Assim, enquanto alguns indivíduos realizam duas viagens muito curtas, outros realizam duas viagens longas.

Em função dessas observações, em alguns casos foi também analisada a distância média por viagem, que permite identificar o comportamento dos indivíduos considerando também a quantidade de viagens que realizam.

3.2. Distribuição das Distâncias Segundo Categorias de Indivíduos

A seguir podem ser observadas as distribuições das distâncias de viagem para os indivíduos segundo o seu sexo, ocupação e escolaridade. Estas variáveis são consideradas inicialmente de forma isolada, comparando os resultados entre os anos de 1977 e 1997.

3.2.1. Sexo

A Tabela 2 compara a evolução das distâncias de viagem de homens e mulheres no período considerado. É interessante observar que em geral as mulheres realizam viagens mais curtas do que os homens; porém, o crescimento da distância viajada entre 1977 e 1997 é significativamente maior para as mulheres, provavelmente em função de sua maior participação no mercado de trabalho e a conseqüente realização de viagens ao trabalho, aproximando-as dos padrões verificados para os homens.

3.2.2. Ocupação

A Tabela 3 compara a evolução das distâncias de viagem para as diferentes categorias de ocupação dos indivíduos. Pode-se observar que o menor crescimento das distâncias de viagem ocorre para a categoria dos que só trabalham. A categoria dos que só estudam, embora apresentem as menores distâncias, registram no período o maior crescimento da mediana da distância total e da distância média por viagem.

Tabela 2: Características das distribuições das distâncias diárias de viagem em 1977 e 1997, segundo o sexo dos indivíduos

Distância média diária (km)	1977	1997	Crescimento
Homens	20,38	21,47	5,3%
Mulheres	15,42	18,73	21,5%
Mediana das distâncias diárias (km)	1977	1997	Crescimento
Homens	15,4	15,8	2,6%
Mulheres	11,4	13,6	19,3%
Distância média por viagem (km)	1977	1997	Crescimento
Homens	7,55	8,39	11,1%
Mulheres	6,19	7,18	15,9%

Tabela 3: Características das distribuições das distâncias diárias de viagem em 1977 e 1997, segundo a ocupação dos indivíduos

Distância média diária (km)	1977	1997	Crescimento
Não Trabalha e Não Estuda	15,28	19,41	27,0%
Só Trabalha	20,55	22,95	11,7%
Só Estuda	11,68	14,64	25,3%
Trabalha e Estuda	22,27	27,20	22,1%
Mediana das distâncias diárias (km)	1977	1997	Crescimento
Não Trabalha e Não Estuda	10,7	13,7	28,0%
Só Trabalha	16,1	17,5	8,7%
Só Estuda	7,0	10,7	52,9%
Trabalha e Estuda	18,2	22,4	23,1%
Distância média por viagem (km)	1977	1997	Crescimento
Não Trabalha e Não Estuda	6,24	7,08	13,6%
Só Trabalha	7,90	8,83	11,7%
Só Estuda	4,81	6,42	33,6%
Trabalha e Estuda	6,89	7,93	15,0%

3.2.3. Escolaridade

A Tabela 4 compara a evolução das características das distribuições das distâncias médias diárias de viagens segundo o nível de escolaridade dos indivíduos para os anos de 1977 e 1997. As categorias de pessoas com nível de ensino fundamental e superior completo apresentam crescimento abaixo da média no período. No primeiro caso, este resultado pode ser associado à política pública de distribuição espacial das vagas que buscou aproximar a escola básica dos alunos em potencial. Já para o ensino superior, verificou-se no período o crescimento da oferta de instituições privadas de forma bastante dispersa na RMSP, também seguindo uma lógica de aproximação dos interessados.

3.3. Evolução das Distâncias de Viagem Considerando Combinações de Atributos de Indivíduos

A seguir pode ser observada a evolução das distâncias médias diárias e das distâncias médias por viagem considerando o conjunto das variáveis de caracterização dos indivíduos. Embora as análises reproduzam o padrão geral verificado acima, alguns novos aspectos são revelados pelo cruzamento dos atributos sócio-demográficos dos indivíduos.

Tabela 4: Características das distribuições das distâncias diárias de viagem em 1977 e 1997, segundo a escolaridade dos indivíduos

Distância média diária (km)	1977	1997	Crescimento
Não Alfabetizado	16,01	19,81	23,7%
Ensino Fundamental	17,65	18,79	6,5%
Ensino Médio	18,52	21,51	16,1%
Ensino Superior	23,43	24,43	4,3%
Mediana das distâncias diárias (km)	1977	1997	Crescimento
Não Alfabetizado	11,0	14,2	29,1%
Ensino Fundamental	13,0	13,5	3,8%
Ensino Médio	14,5	16,2	11,7%
Ensino Superior	18,5	18,6	0,5%
Distância média por viagem (km)	1977	1997	Crescimento
Não Alfabetizado	7,21	8,47	17,4%
Ensino Fundamental	7,23	7,83	8,2%
Ensino Médio	6,28	7,74	23,2%
Ensino Superior	6,97	7,73	10,9%

3.3.1. Sexo e Ocupação

A Figura 2 mostra as distâncias médias diárias de viagem dos indivíduos em 1977 e 1997, para diferentes categorias de sexo e ocupação. Para todas as categorias de ocupação, observa-se a aproximação ao longo do tempo das mulheres em relação aos homens no que diz respeito às distâncias diárias de viagens. Para os que não trabalham nem estudam, os valores tornam-se bastante próximos; em particular, para os indivíduos que apenas estudam, as mulheres passam a viajar mais do que os homens em 1997 (14,7 versus 14,6 km/dia).

A análise das distâncias médias por viagem, mostradas na Figura 3, indica que a aproximação verificada ao longo do tempo entre homens e mulheres com relação às distâncias médias diárias pode resultar tanto de um aumento da distância média por viagem, como de uma mudança no número de viagens por dia. No caso dos indivíduos que não trabalham e não estudam, as distâncias médias por viagem de homens e mulheres não se aproximam; porém as taxas médias de viagens/dia das mulheres passaram de 2,54 para 2,82 no período, levando as mulheres a apresentarem em 1997 valores de distância média diária próximos aos dos homens, conforme visto na Figura 2. Similarmente, para os indivíduos que só trabalham, apesar da aproximação observada na Figura 2 para a distância média diária, as distâncias médias por viagem das mulheres tornam-se proporcionalmente mais curtas do que as dos homens (passam de 11,5% menores em 1977 para 15% em 1997); porém, no período, as taxas de viagens dos que só trabalham caiu para os homens e aumentou para as mulheres.

3.3.2. Sexo e Nível de Escolaridade

As Figuras 4 e 5 mostram a distância média diária e a distância média por viagem, respectivamente, para as diferentes categorias de sexo e nível de escolaridade dos indivíduos. De forma geral, observa-se a mesma tendência de aproximação entre homens e mulheres com relação à distância média diária, para praticamente todas as categorias de nível de escolaridade. É importante observar que a elevação da distância média diária com o aumento da escolaridade (vista na Figura 4) deve-se ao fato de que o número de viagens diárias cresce com o grau de instrução, uma vez que a distância média por viagem mantém-se praticamente constante (Figura 5).

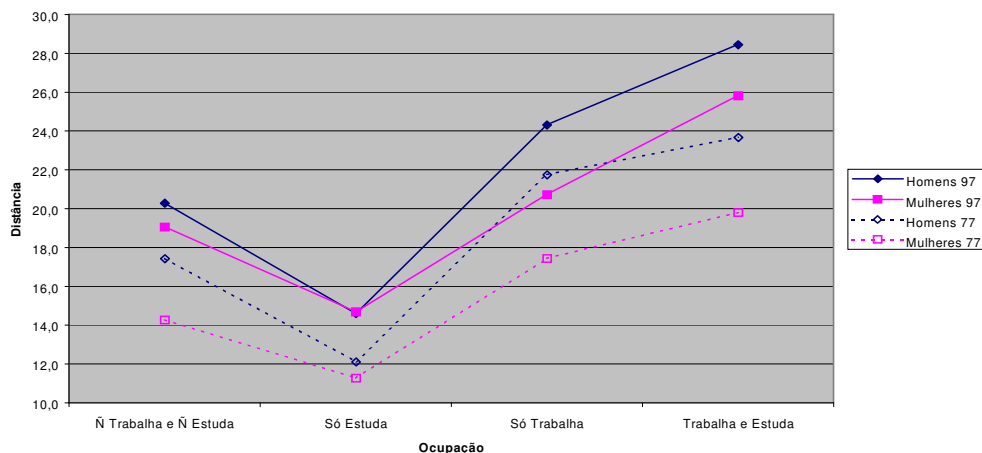


Figura 2: Evolução das distâncias médias diárias dos indivíduos, segundo sexo e ocupação

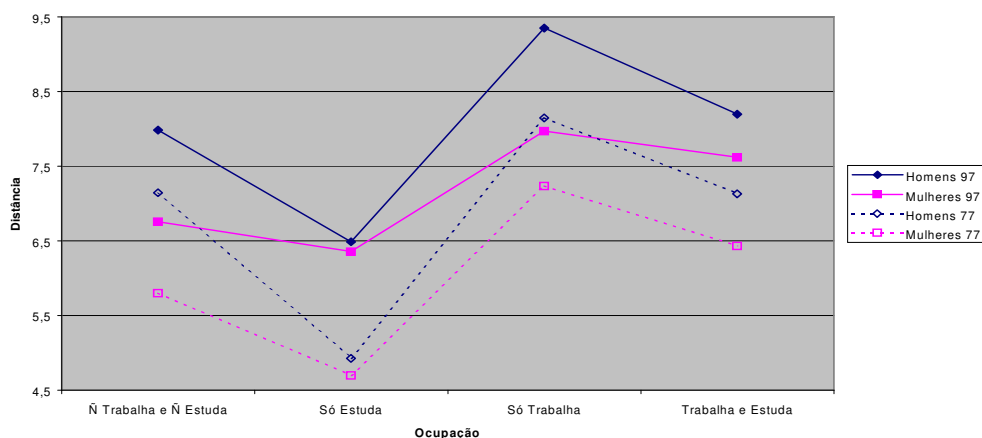


Figura 3: Evolução das distâncias médias por viagem dos indivíduos, segundo sexo e ocupação

3.3.3. Nível de Escolaridade e Ocupação

A Tabela 5 mostra a evolução das distâncias diárias e do número médio de viagens dos indivíduos segundo o nível de escolaridade e a ocupação. O principal fato a destacar da análise da tabela é que aqui se verifica o único caso de redução de distância média diária no período, registrado para os estudantes do ensino superior (de 26,2 km/dia em 1977 para 24,1 km/dia em 1997). Tal resultado está certamente associado ao aumento do número de vagas e à diversificação dos locais de ensino superior verificado nas últimas décadas. É também interessante notar que para os níveis de escolaridade mais elevados (médio e superior) são registradas, em várias categorias de ocupação, quedas significativas nas taxas de viagens no período, contrariamente ao que se observa para os indivíduos de menor nível de escolaridade. Tal fato acentua o crescimento das distâncias médias por viagem para os indivíduos de maior grau de instrução.

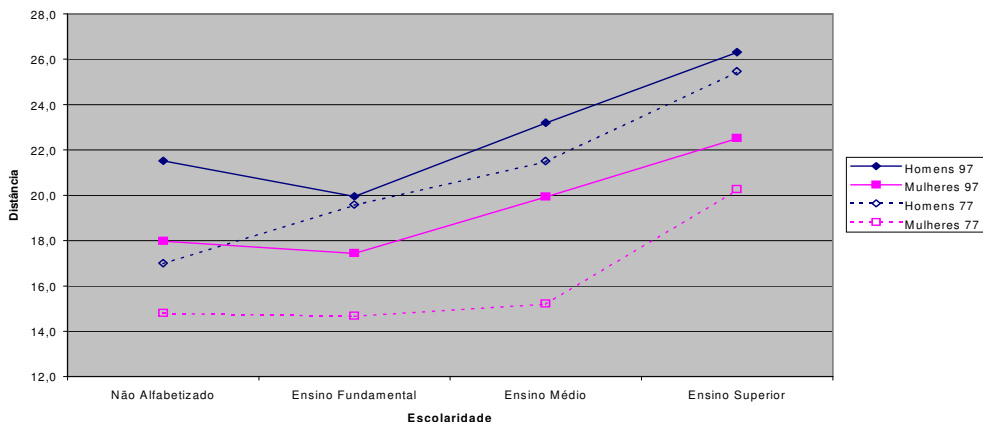


Figura 4: Evolução das distâncias médias diárias dos indivíduos, segundo sexo e nível de escolaridade

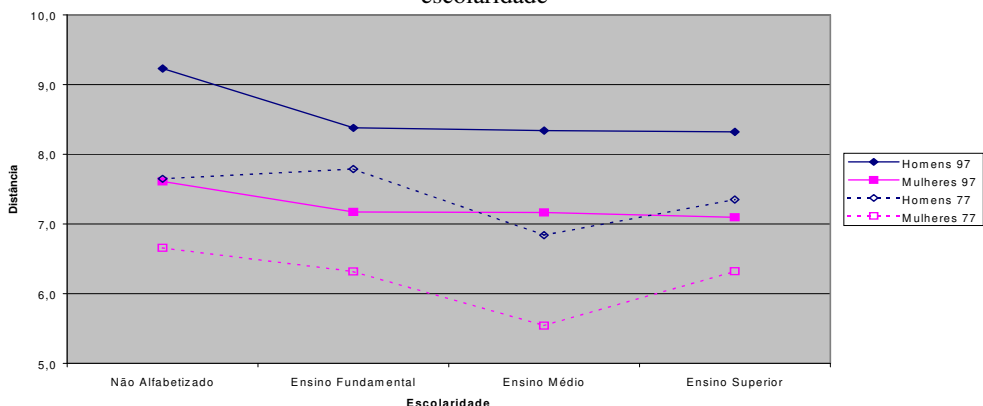


Figura 5: Evolução das distâncias médias por viagem dos indivíduos, segundo sexo e nível de escolaridade.

4. CONCLUSÕES

O trabalho analisou a evolução das distâncias diárias de viagem dos indivíduos na Região Metropolitana de São Paulo, utilizando dados das Pesquisas Origem-Destino de 1977 e 1997. Foram selecionadas apenas as pessoas que realizaram viagens nos dias de pesquisa, caracterizadas segundo atributos de sexo, ocupação e nível de escolaridade. No período considerado verificou-se um crescimento médio de cerca de 10% nas distâncias totais diárias de viagens, embora os valores variem bastante entre os distintos grupos de indivíduos. A RMSP tem, portanto, reproduzido o padrão de crescimento verificado nos países desenvolvidos, com tendência ao crescimento das distâncias viajadas. Curiosamente, ao mesmo tempo em que aumentaram as distâncias de viagens, o número médio de viagens diárias sofreu ligeira queda. Isso significa que as pessoas estão em geral participando em um menor número de atividades fora da residência, realizando menos viagens, mas com distâncias mais longas.

Tabela 5: Evolução das distâncias e do número médio de viagens diárias entre 1977 e 1997, segundo nível de escolaridade e ocupação

	Não Trabalha e Não Estuda		Só Trabalha		Só Estuda		Trabalha e Estuda	
Não Alfabetizado	1977	1997	1977	1997	1977	1997	1977	1997
Distância média diária (km)	13,3	19,4	20,8	22,6	7,6	12,7	19,6	21,9
Média de viagens diárias	2,20	2,39	2,23	2,25	2,21	2,18	3,33	3,84
Ensino Fundamental	1977	1997	1977	1997	1977	1997	1977	1997
Distância média diária (km)	16,1	19,6	20,4	22,7	8,8	14,1	18,8	25,9
Média de viagens diárias	2,42	2,63	2,45	2,41	2,25	2,24	2,86	3,30
Ensino Médio	1977	1997	1977	1997	1977	1997	1977	1997
Distância média diária (km)	15,3	19,8	20,4	22,9	14,2	15,2	20,8	26,3
Média de viagens diárias	2,91	3,03	2,93	2,68	2,69	2,43	3,24	3,48
Ensino Superior	1977	1997	1977	1997	1977	1997	1977	1997
Distância média diária (km)	15,6	17,2	21,4	23,9	26,2	24,1	27,8	29,6
Média de viagens diárias	3,24	3,37	3,30	3,11	3,03	2,69	3,63	3,47

A consideração da variável sexo revelou que, embora ainda viajando menores distâncias do que os homens, o crescimento das distâncias diárias de viagem das mulheres foi muito mais acelerado do que o verificado para os homens. Tal resultado está associado ao aumento significativo da participação feminina em atividades como o trabalho e o estudo, exigindo maiores níveis de mobilidade. Também o aumento dos níveis de escolaridade, que tem se dado mais rapidamente para as mulheres, está associado a maior mobilidade e maiores distâncias viajadas. Como exceção importante ao aumento generalizado das distâncias diárias de viagem, destacou-se o caso dos estudantes do ensino superior, onde se observou uma redução, resultado da dispersão espacial das novas vagas oferecidas neste nível de ensino na RMSP nas últimas décadas. Tal fato demonstra o potencial de políticas que promovam alterações na distribuição das atividades sobre o padrão da demanda por transportes.

Agradecimentos

Ao CNPq pela concessão de Bolsa de Iniciação Científica. À Secretaria de Transportes Metropolitanos do Estado de São Paulo e à Companhia do Metropolitano de São Paulo pela cessão dos dados das Pesquisas Origem-Destino 1977 e 1997.

Referências Bibliográficas

- Madre, J.-L. e J. Armoogum (1996) Motorisation et mobilité des Franciliens aux horizons 2010-2029. *Rapport INRETS* 209. Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, França.
- Strambi, O. e K.-A. van de Bilt (2002) Untangling factors behind the temporal evolution of mobility: case of São Paulo, Brazil. *Transportation Research Record*, 1807, p.137-144.
- Strambi, O. e K.-A. van de Bilt (1998) Análise do diferencial de mobilidade de homens e mulheres e suas implicações face às tendências de evolução da população. *Anais do XII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, ANPET, Fortaleza, p. 479-491.
- Vespucci, K.M. (2003) *Sequências de atividades e cadeias de viagens na Região Metropolitana de São Paulo – uma investigação comparativa do período 1987-1997*. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Ricardo Curvello Dalmaso (ricardo.dalmaso@poli.usp.br)

Orlando Strambi (ostrambi@usp.br)

Departamento de Engenharia de Transportes

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Av. Prof. Almeida Prado, trav. 2, n.83

05508-900, São Paulo, SP