



A IMPORTÂNCIA DAS VARIÁVEIS SINTÁTICAS PARA A ANÁLISE DA CAMINHABILIDADE

Ana Paula Borba Gonçalves Barros

Luis Miguel Garrido Martínez

Jose Manuel Viegas

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-87893-17-8



9 788587 893178



A IMPORTÂNCIA DAS VARIÁVEIS SINTÁTICAS PARA A ANÁLISE DA CAMINHABILIDADE

Ana Paula Borba Gonçalves Barros^{1,2}

Luis Miguel Garrido Martínez^{2,3}

José Manuel Viegas³

¹Universidade de Brasília, ²Universidade de Lisboa e ³International Transport Forum

RESUMO

Este artigo tem como objetivo verificar como os diferentes elementos que compõem o ambiente pedonal se relacionam entre si. Tais elementos foram classificados em: (a) geométricas – largura das calçadas, inclinação dos segmentos de vias, etc. –; (b) sintáticas – integração dos segmentos de vias, conectividade, etc.; (c) de atividades – área e densidade de usos por segmento de via –; e (d) de acessibilidade de transporte – tempo de acesso às estações de metrô, às paradas de ônibus e táxi – de três bairros da cidade de Lisboa com distintas características morfológicas e sintáticas. Para isso, utilizou-se a técnica estatística da Análise Fatorial (Exploratória). Como achados, observou-se que as 37 variáveis presentes na base de dados foram convertidas em 16 fatores, facilitando a leitura da análise e demonstrando a importância de todos os tipos de variáveis, inclusive as sintáticas, por vezes desconsideradas das análises de caminhabilidade.

ABSTRACT

This paper aims to determine how the different elements that comprehend pedestrian environment relate. These elements were classified into (a) geometric – sidewalks width, road segments slope, etc. –; (b) syntactic – road segments integration, connectivity, etc. –; (c) activities – area and density of uses per road segment –; and (d) transport accessibility – access time to subway stations, at bus stops and taxi – three neighborhoods of the city of Lisbon with distinct morphological and syntactic features. For this, we used the statistical technique of Exploratory Factor Analysis. As findings, it was found that the 37 variables in the database were converted into 16 factors, facilitating the reading and analysis and then demonstrating the importance of all types of variables, including the syntactic sometimes disregarded from walkability analysis.

1. INTRODUÇÃO

Discutir o ato de caminhar implica explorar o ponto fundamental da mobilidade urbana, um tema recorrente, exaustivo e, em certa medida, gasto. O crescimento das cidades e as usuais problemáticas resultantes da escala dos assentamentos humanos têm comprometido os serviços públicos de transporte, quando existentes. Além disso, com o advento do automóvel pós Revolução Industrial, os deslocamentos a pé têm sofrido um processo de mitificação em prol da comodidade motorizada. Se por um lado ser caminhante assumiu uma espécie de caráter de exceção, como se o caminhar não fizesse parte da lógica natural humana de conduzir seus deslocamentos, por outro os espaços urbanos, muitas vezes, são concebidos apenas na perspectiva do veículo.

Gehl (2010) acredita que para estimular a utilização dos espaços públicos urbanos pelas pessoas, deve haver um planejamento com base em premissas que tenha como foco o nível do olho, ou seja, o desenho dos espaços (traduzido por sua forma), é aspecto fundamental para o estímulo da vida urbana, portanto, da caminhabilidade.

Muitos têm sido os trabalhos (Handy, 1996; Cervero e Kockelman, 1997; Leslie *et al.*, 2005; Amâncio, 2006; Grant *et al.*, 2010; Rodrigues, 2013) que analisam o comportamento dos pedestres tendo em conta a morfologia dos espaços, demonstrando a importância de tais aspectos para a caminhabilidade das pessoas.

A morfologia aqui é entendida como, estudo da forma, ou seja, das características geométricas do espaço urbano (largura do passeio, altura dos edifícios, presença de espaços abertos, etc.), no entanto, fatores da sintaxe do espaço (presença de muros altos, intensidade de movimento, etc.) – relação existente entre os componentes da forma (aspectos topológicos) – também devem ser considerados em estudos de caminhabilidade urbana.

É neste contexto que esta pesquisa se insere, cujo objetivo é verificar que fatores correspondem às variáveis presentes no espaço pedonal incorporando seus aspectos morfológicos e sintáticos.

2. PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

2.1. Caminhabilidade

De modo a entender o papel do andar a pé e a considerar o propósito da investigação, o presente subitem contém um breve histórico da mobilidade, com o foco no caminhar, interpretada sob a dimensão do pedestre.

Quanto aos modos de deslocamento, nenhum se compara com o ato de caminhar, sendo tão antigo quanto a trajetória humana e existindo desde o momento em que se define o tronco evolutivo do que se converteria no *homo sapiens*. Inerente, portanto, à vida humana.

Ocorre segundo propósitos associados à natureza humana e a ação é (e já foi) realizada pela grande maioria das pessoas ao longo do dia, cotidianamente. Há registros de sua importância não apenas na academia ou estudos médico/científicos, mas também na literatura e filosofia.

Do ponto de vista etimológico, “caminhar” deriva de “caminho”, verbete oriundo do latim vulgar *camminus* a partir do celta, com significado de “estrada, vereda, via, trilho” (Cunha, 1997, p. 144), assumindo a acepção de deslocar-se, andar. Na literatura não-científica, o caminhar é remetido com frequência, certificando a sua presença no cotidiano dos indivíduos, como um símbolo da própria vida humana.

Ítalo Calvino (2002) – na obra *A cidade invisível*, originalmente publicada *Le città invisibili*, em 1972 –, explora a descrição de cidades imaginárias, cujos nomes fictícios remetem a nomes femininos. Calvino apresenta de forma poética a importância do caminhar para a percepção do espaço urbano, em que as pessoas decodificam os locais por onde transitam diariamente (ou esporadicamente). O caminhar associação à percepção, a como entendemos o mundo pois a velocidade dos passos seria aquela a permitir decodificar com precisão o que nos cerca:

As cidades imaginárias construídas pelo autor são interpretadas pelos passos do caminhante. É andando que são apreendidas as referências, os símbolos, as dinâmicas de vida dos lugares. São as pegadas que desenham os trajetos percorridos que permitem, conforme a lírica do autor, entender o mundo fantástico que se deslinda diante dos olhos. Para o viajante de Calvino, é o caminhar que importa, e não o atravessamento em veículos ou carros. O ato de caminhar é quem exprime a vigorosa relação com os espaços.

É nessa linguagem que vários autores lêem no caminhar a diferença para entender o mundo. Canellas (2013), num conjunto de crônicas oriundas de sua atuação como jornalista, traduz a importância do pé para a compreensão do espaço urbano (o que não seria possível de carro).

As cidades, portanto, são sentidas de modo diferente quando se vivenciam suas diferenças no caminhar, descolados da velocidade acelerada dos veículos. Ainda que todos sejamos pedestres em algum momento dos trajetos realizados na cidade (Vasconcellos, 1998), muitas vezes optamos por veículos, ainda que aquilo resulte num distanciamento do outro, da cidade, e do tempo.

Na perspectiva filosófica, a partir da visão de Solnit (2001), andar permite conhecer o mundo por meio do corpo e da mente, sendo uma experiência cognitiva importante num tempo em que os indivíduos priorizam seus deslocamentos, sobretudo, por meio dos carros.

A considerar as citações apresentadas, é clara a leitura que o deslocamento a pé, além da questão fisiológica, é interpretado como um caminho para a compreensão, seja da cidade ou do próprio indivíduo. Ainda que do ponto de vista filosófico ou artístico, o caminhar desponta como o elemento para apreensão e decodificação do mundo exterior, de alguma maneira um contraponto a um período que valoriza sobremaneira a velocidade e a rapidez. A valorização do veículo passa pela desqualificação do caminhar: andar a pé é também símbolo do que é ultrapassado. Todavia, os indícios dizem exatamente o contrário: caminhar é a permanência no tempo e o meio para uma talvez mais clara visão do que é a cidade e o mundo que nos cercam.

2.2. Forma Urbana

A partir do que se discutiu no item anterior, assume-se que o ato de caminhar favorece uma coerente apreensão e vivência da cidade, por razões sedimentadas em distintos campos disciplinares. O andar na cidade pode ser interpretado segundo as origens e os destinos, ou a capacidade dos lugares em serem rotas ou pontos de chegada, como discute Hillier (2008). Parece haver, na organização dos espaços urbanos, uma lógica que afeta o processo de escolha dos caminhos, o que expressa a preferência dos indivíduos por um percurso ou outro.

Falar em organização dos espaços implica considerar a estrutura urbana, percebida como um sistema de interdependências, e ainda compreender em que medida a forma da cidade atua sobre o ato de caminhar. Talvez este componente desempenhe um papel mais relevante do que se imagina, condicionando ativamente os fluxos de pedestres.

Segundo Cunha (1997), forma é um substantivo feminino, origina-se do latim *forma* e compreende “o modo sob o qual uma coisa existe ou se manifesta, configuração, feição exterior”.

Para esta pesquisa, entende-se por forma urbana a composição geométrica dos elementos com compõem a cidade (ruas, edifícios, quarteirões, fachadas, mobiliário urbano, vegetação, etc.) quanto às suas dimensões e proporções (âmbito geométrico). Além disso, interessa explorar o conceito à luz da maneira como os elementos que integram o espaço urbano estão dispostos e relacionados, seja em perspectiva bi ou tridimensional. Uma vez que importam relações, a resultar em variações hierárquicas, pretende-se uma leitura topológica (âmbito topológico).

A compreensão da forma, inclusive para a mobilidade urbana, pressupõe o entendimento simultâneo de aspectos geométricos e topológicos, com foco nas relações. Seja o desenho da malha viária ou o grau de compacidade dos edifícios e da população, seja o modo prioritário de transporte ou as distâncias passíveis de percorrer, reside na leitura das articulações dos

elementos constituintes da cidade um eixo de interpretação que mereça foco, pois parece agir substancialmente naquilo que são os processos de deslocamento dos indivíduos do espaço.

2.3 Morfossintaxe

O verbete morfologia é de origem grega – *morph-* que significa 'forma', o que revela o significado literal de “estudo da forma”. Em Biologia, morfologia refere-se ao estudo da forma e estrutura de organismos. Em Linguística, o termo é atribuído ao sistema mental envolvido na formação de palavras, ou para o ramo da linguística que lida com palavras, sua estrutura interna, e como elas são formadas (Aronoff e Fudeman, 2011, pp. 1).

Oriunda da Biologia, o que se associa aos avanços da Revolução Científica entre os séculos XVI e XVIII, a perspectiva morfológica foi introduzida nas Artes por Goethe no começo do século XIX. A partir do século XIX, segundo Ribeiro (2013), passou a ser usado na linguística, e em seguida, no Urbanismo.

Os conceitos, a despeito de ligeiras variações, aproximam-se ao assumir morfologia como uma perspectiva geral, e “configuração” e “sintaxe” como uma perspectiva específica, que compreende o viés relacional aplicado à forma da cidade. Entretanto, à semelhança do que coloca Consiglieri (1999), na tradição de Linguística os dois termos são tratados de maneira independente, ainda que complementares. Segundo Dubois *et al.*, (2006, pp. 421, 559):

- (a) morfologia – “estudo das formas das palavras, em oposição ao estudo das funções ou sintaxe”.
- (b) sintaxe – “parte da gramática que descreve as regras pelas quais se combinam as unidades significativas em frases, trata das funções, distingue-se tradicionalmente da morfologia”.

Assim como Consiglieri (1999) na Arquitetura, Dubois *et al.* (2006) em Linguística respaldam a diferença entre morfologia e sintaxe. Para Mioto *et al.* (2013), “a sintaxe começa a atuar onde acaba a atuação da morfologia. A sintaxe toma as palavras, que são o produto da morfologia, e realiza as combinações”. Para que as combinações aconteçam, consideram-se as relações entre as palavras, que precisarão ser lidas a partir de seu conjunto, o que remete aos princípios da visão sistêmica.

A discussão presente neste item é útil para reforçar a distinção entre alguns conceitos subjacentes ao estudo. Ainda que amparado na interpretação de Holanda (2013) ao entender “morfologia” como uma *perspectiva ampla da forma urbana*, e “configuração” e “sintaxe” como uma *perspectiva específica fundamenta nas relações existentes na forma urbana*, para fins de clareza, adotam-se nesta tese as expressões como distintas, o que assegura a compreensão das *relações*.

O enfoque é particularmente importante pelo fato que parte da literatura a respeito de forma da cidade, inclusive na Arquitetura, centra-se numa perspectiva exclusivamente morfológica, e não sintática, desconsiderando relações que são essenciais para uma aproximação mais refinada do que seria a dinâmica urbana. Ressalta-se que para o caso da presente pesquisa, o enfoque da forma será destinado à uma escala menor, a do bairro.

Por fim, a discussão resultou na escolha três termos básicos ao estudo: “morfologia” (estudo

da forma do bairro, sem a visão relacional), “sintaxe” (estudo da forma do bairro, com a visão relacional), e “morfofossintaxe” (estudo da forma do bairro, assumindo complementarmente visões relacionais e não relacionais) Cabe reiterar que “configuração” aqui é entendida como sinônima de “sintaxe”.

A escolha ampara-se em Duarte (2012), ao apontar que “morfofossintaxe resulta das análises morfológica e sintática, realizadas simultaneamente”.

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Utilizou-se no estudo a Análise Fatorial Exploratória (realizada por meio do SPSS), uma técnica estatística que permite a sintetização de um conjunto de variáveis de forma a conservar as suas características estatísticas e garantindo um comportamento mais estável entre as variáveis. Normalmente este processo estatístico resulta em variáveis ortogonais (sem correlação entre elas) e maximizando a variância presente nas variáveis originais. Muitas vezes o cálculo da análise fatorial sobre um conjunto de variáveis base resulta numa redução do número de variáveis (fatores), principalmente, quando as variáveis originais apresentam uma elevada correlação entre elas. O intuito da estratégia é identificar a relevância de cada uma das variáveis para o problema, permitindo eleger um grupo restrito que possa, apesar da seleção, ser significativo para a compreensão da realidade/simulação pretendida (evitando trabalho em demasia para aspectos que, embora integrantes do fenômeno, têm pouca relevância). Portanto, a importância da análise fatorial é de reduzir a complexidade da análise sem perda de informação, assegurando, portanto, o poder explicativo de um fenômeno.

A estratégia contribui para a celeridade e consistência do processo de pesquisa, pois facilita o manuseio das informações, aspecto particularmente relevante para cenários de grandes bases de dados como acontece nesta pesquisa. Cabe o esclarecimento, entretanto, que para que esta transformação seja eficiente deve haver uma correlação significativa entre as variáveis de modo a conseguir explicar os mesmos fenômenos por meio do menor número de variáveis que sejam estatisticamente independentes, quando aplicados métodos de extração que garantam a ortogonalidade dos fatores, como a Varimax.

Cabe reforçar que a interpretação da estratégia é agrupar variáveis que apresentem comportamentos semelhantes, diretamente ou inversamente proporcionais. A estratégia permite agrupá-las em fatores que contém expressiva correlação entre as variáveis.

Uma maneira de avaliar a qualidade da análise fatorial é utilizar o teste de esfericidade de Bartlett, que é uma estatística de teste usada para examinar a hipótese de que as variáveis não sejam correlacionadas na população. Em outras palavras, a matriz de correlação da população é uma matriz identidade, onde cada variável se correlaciona perfeitamente com ela própria ($r=1$), mas não apresenta correlação com as outras variáveis ($r=0$). Há também a medida de adequação da amostra de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), que é um índice usado para avaliar a adequabilidade da análise fatorial, cujos valores altos (entre 0,5 e 1,0) indicam que a análise fatorial é apropriada, com valores abaixo de 0,5 indicam que a análise fatorial pode ser inadequada.

Para a realização da análise fatorial, utilizaram-se 37 variáveis (Tabela 1) produzidas para o estudo, o que inclui dados presentes no ambiente pedonal de três bairros da cidade de Lisboa com distintas características morfofossintáticas (Graça – malha orgânica –, Campo de Ourique –

malha regular – e Telheiras – malha contemporânea.) classificados da seguinte maneira:

- a) geométricos – variáveis obtidas por meio das informações da rede, cujos aspectos são geométricos;
- b) sintáticos – variáveis obtidas por meio da Sintaxe Espacial, cujos aspectos são topológicos;
- c) atividades – variáveis obtidas por meio das informações de uso do solo; e
- d) acessibilidade de transporte – variáveis obtidas por meio de cálculos do tempo da caminhada (4km/h) até as estações ou paradas de transporte.

Tabela 1: Relação das variáveis de estudo, com a identificação de seu procedimento de cálculo

Unidade	Variáveis
Densidade e/ou área (média) por comprimento de segmento de via	(1) número de árvores, (2) número de mobiliário urbano, (3) número de postes, (4) número de lugares de estacionamento legal, (5) número de lugares de estacionamento ilegal (variável binária – há ou não há), (6) número de portas, (7) número de postes de sinalização, (8) número de postes de iluminação (variável binária – há ou não há), (9) largura do passeio, (10) largura da rua, (11) compacidade viária (calculado a contar com 50m de cada lado da via), (12) índice de espaços abertos (calculado a contar com um raio de 50m a partir do centroide do segmento de via), (13) índice de escolaridade, (14) número de emprego, (15) uso relacionado à alimentação e lazer, (16) serviços públicos, (17) serviços privados, (18) comércios, (19) residências, (20) saúde, (21) hotéis, (22) agricultura e pecuária, (23) indústrias.
Valor pontual do centroide do segmento de via	(24) tempo de acesso ao metrô, (25) tempo de acesso ao transporte público, (26) tempo de acesso ao táxi, (27) número de linhas de ônibus que passam no segmento de via, (28) comprimento do quarteirão, (29) índice de entropia (mistura dos usos do solo), (30) conectividade axial máxima, (31) conectividade isovista média, (32) conectividade isopé média, (33) integração global média, (34) profundidade média.
Variável binária (há ou não) por segmento de via	(35) paradas de ônibus em poste, (36) paradas de ônibus em abrigo e (37) paradas de táxi.

Em relação à obtenção das variáveis, algumas delas como: ‘número de portas’, ‘usos do solo’ e ‘declives’ foram adquiridas pelo grupo de estudo de Transportes do IST por meio da Câmara Municipal de Lisboa. Sobre as duas primeiras, as portas voltam-se para a rua tanto no âmbito estritamente residencial como no não-residencial (garagens, comércio e misto). Em relação a última, os declives foram fornecidos com base na rede de transportes e, portanto, a inclinação refere-se aos valores de início e fim de segmentos de vias (troços).

Tais variáveis, além de terem sido adquiridas de formas diversas, apresentam distintas naturezas, por isso os procedimentos de cálculos são variáveis (Tabela 1).

Uma outra observação importante tem relação com a ‘entropia’, cujo cálculo se baseou em Cervero e Kockelman (1997), no qual consideram a divisão dos usos em seis categorias: residencial, comércio, educação, alimentação, serviços públicos e serviços privados. Portanto, a entropia averiguada diz respeito ao grau de variação de uso. Para isso utilizaram a seguinte equação:

$$IE_{500} = - \sum_{i=1}^k \frac{p_i \cdot \ln(p_i)}{\ln(k)}$$

Cabe apresentar como se obtém as variáveis acima mencionadas:

- (a) Índices – na sua maioria adimensionais (não apresentam medidas), exceto o índice de compacidade viária. Dentre estes: (i) *índice de escolaridade* – calculado a partir do número de residentes com ensino superior concluído sobre o número total de residentes considerando os setores censitários (BGRI’s) a volta dos segmentos de vias; (ii) *índice de espaço aberto/vazio/público (percentagem)* – oriundo do cálculo do espaço construído do entorno imediato dos segmentos (*buffer* de 50 metros de cada lado do segmento de via) sobre a área total (com o mesmo *buffer* de 50m de cada lado do segmento), resultando na percentagem dos espaços abertos; (iii) *integração e profundidade média* – valor médio do segmento de via; (iv) *conectividade axial* – valor máximo do segmento de via; (v) *conectividade isopé e conectividade isovista* – valor pontual da grelha mais próxima ao centroide; (vi) *declive* – calculado subtraindo os valores dos extremos de cada segmento; (vii) *entropia* – mistura dos usos do solo; (viii) *índice de compacidade viária* – calculado a partir do comprimento de vias/arcos existentes circunscritos num raio de 30 metros a volta do centroide dos segmentos (unidade de medida – metros de segmento/hectare de área do bairro).
- (b) Áreas – apresentam como unidade de medida, metros quadrados (m²), em que seus valores resultam do cálculo da quantidade da respectiva variável pela área em que esta está inserida. Todos foram considerados quando o ponto da porta estava localizado num *buffer* de 20 metros dos segmentos de via. Estas atividades foram: (i) *serviços públicos*; (ii) *serviços privados*; (iii) *equipamentos de educação*; (iv) *equipamentos de saúde*; (v) *comércio*; (vi) *indústrias*, (vii) *pecuária e agricultura*; (viii) *hotéis*; (ix) *equipamentos de alimentação e lazer*. Para o caso das (x) residências, foi utilizado o número de habitações registradas nos setores censitários (BGRI’s) a volta dos segmentos de via;
- (c) Quantidade – apresenta como unidade de medida, metros (m), em que seus valores resultam do cálculo do número de objetos existentes na calçada referente aos segmentos de vias (no caso das 4 últimas tem-se em conta o número de objetos por segmento): (i) *número de empregos*; (ii) *número de sinalização*; (iii) *número de árvores*; (iv) *número de postes*; (v) *número de mobiliário urbano*; (vi) *número de lugares de estacionamentos legais*; (vii) *número de lugares de estacionamentos ilegais*; (viii) *número de linhas de ônibus que passam*; (ix) *paradas de ônibus em poste*; (x) *paradas de ônibus em abrigo*; (xi) *paradas de táxi*;

- (d) Comprimento – seus valores são oriundos da contabilização do tamanho dos seus objetos de análise e apresentam como unidade de medida, metros (m): (i) *comprimento dos quarteirões* – valor médio referente ao segmento de via; (ii) *largura das calçadas* – valor médio obtido levando em conta os obstáculos existentes (árvores, sinalização, mobiliário urbano, postes de iluminação, etc.); (iii) *largura das ruas* – valor obtido tendo em conta os extremos dos edifícios (nos bairros tradicionais – Graça e Campo de Ourique) e os extremos das calçadas (em Telheiras);
- (e) Tempo – apresenta como unidade de medida, minutos: (i) *tempo de acesso ao metrô/transporte público/táxi* – calculado com base na distância em rede de todos os centroides dos segmentos para as estações de cada modal, sendo convertidos em tempo (minutos de caminhada) considerando uma velocidade de circulação de 4km/h e uma penalização com o declive de três vezes a variação de cota.

4. RESULTADOS DA ANÁLISE FATORIAL

Como achados da Análise Fatorial, verificou-se que das 37 variáveis, procedidos os cálculos matemáticos utilizando o método de extração dos fatores Varimax (método de rotação que garante ortogonalidade (não tem correlação) entre os fatores), foram gerados 16 fatores resultantes do agrupamento das variáveis semelhantes utilizando como critério de corte o *eigenvalue* sendo superior a 1 (variância explicada por pelo menos uma variável original equivalente). Cada fator apresentou o conjunto de variáveis que assumem maior contribuição para o estabelecimento do fator, o que pode ser legível por meio da Tabela 2, em que as variáveis de maior contribuição positiva estão em verde, e as de contribuição negativa em vermelho:

- Fator 1 (PROXIMIDADE AO TRANSPORTE PÚBLICO): forte presença de paradas de ônibus com poste, paradas de ônibus com abrigo e passagem de ônibus.
- Fator 2 (PROPENSÃO PEDONAL): forte presença de vias com baixos índices de profundidade média (ou seja, alta acessibilidade das vias), de altos índices de conectividade isovista e de conectividade isopé.
- Fator 3 (ATRATOR DE VIAGENS): alto número de empregos, serviços privados e de equipamentos de saúde.
- Fator 4 (POLOS GERADORES): vias com tempos reduzidos de acesso ao metrô (maior proximidade ao sistema de transporte de massa), alto índice de entropia e de escolaridade.
- Fator 5 (PRESSÃO AO AUTOMÓVEL): grande número de vagas de estacionamento legal e de estacionamento ilegal.
- Fator 6 (ZONAS ISOLADAS): forte presença de quarteirões compridos, e significativo tempo de acesso ao ônibus e do tempo de acesso ao táxi.
- Fator 7 (CENTRALIDADES RESIDENCIAIS): alto índice de compacidade viária, e razoável índice de escolaridade e razoável tempo de acesso ao táxi.

- Fator 8 (VIAS DE ATRAVESSAMENTO VIÁRIO): baixíssimo número de comércios e alto índice de conectividade axial.
- Fator 9 (BOA INFRAESTRUTURA PEDONAL): forte presença de passeios largos e boas áreas de passeios.
- Fator 10 (ATIVIDADES ATÍPICAS): grande número de hotéis e de atividades de agricultura/agropecuária.
- Fator 11 (IMPEDÂNCIAS À CAMINHABILIDADE): grande número postes de sinalização e grande número de árvores nos passeios.
- Fator 12 (VAZIOS URBANOS): reduzido número de equipamentos de educação e alto índice de espaços abertos (públicos).
- Fator 13 (DESLOCAMENTO NOTURNO): considerável número de paradas de táxi e razoável número de postes de iluminação pública.
- Fator 14 (ZONAS DE EQUIPAMENTOS PÚBLICOS): razoável quantidade de serviços públicos, baixa quantidade de usos de alimentação e lazer, reduzido número de postes de iluminação e valores ligeiramente reduzidos de declives.
- Fator 15 (ZONAS POUCO ATRATIVAS À RESIDÊNCIA): razoável quantidade de usos de indústrias e valores ligeiramente elevados de declives.
- Fator 16 (ZONAS COM VIDA URBANA): grande número de portas.

Tabela 2: Resultados da Fatorial com os pesos de cada variável a gerar os fatores da matriz

	Matriz de Fatores Cerados ^a															
	Fatores															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Largura passeios	,128	,091	-,057	,068	,039	,002	-,106	,116	,833	,003	-,067	-,039	,006	,039	,100	-,022
Área de passeios	-,021	-,040	,010	,017	-,006	,090	,015	-,022	,883	-,011	,005	,002	-,035	-,026	-,017	-,008
Declive	,047	-,080	,069	-,022	,088	,107	-,171	,210	-,169	-,094	-,205	,244	-,114	-,293	,392	,042
Comprimento Quarteirão	,039	,039	-,068	-,024	-,080	,797	,005	,160	,144	,005	-,051	-,026	,169	-,047	-,028	,101
Iluminação	-,012	,025	,038	,009	,005	,062	,449	-,234	-,009	,030	,199	-,111	,423	-,074	,230	,127
Sinalização	-,019	,133	,025	-,126	,000	-,023	,086	,006	-,020	,002	,750	,022	,030	,003	,025	,102
Árvores	,009	-,149	-,006	,217	-,003	,039	-,124	,092	-,034	-,038	,681	,053	-,044	-,024	,002	-,054
Estacionamento legal	,052	-,104	,130	-,098	,927	-,061	-,035	,017	,008	-,020	-,013	-,001	,024	,095	-,031	-,023
Estacionamento ilegal	,062	-,072	,097	-,070	,937	-,032	-,025	,009	,023	-,009	-,004	-,021	,026	-,076	-,018	-,024
Paradas abrigo	,866	,061	-,056	,004	,044	-,013	-,026	,020	,017	-,003	-,019	-,002	,028	,031	-,007	,008
Paradas poste	,948	,033	,035	-,045	,006	-,025	-,024	,019	,029	-,011	-,005	-,008	-,006	,038	,055	,000
Paradas Táxi	,058	,088	-,077	,034	,044	,009	-,126	,032	-,026	-,016	-,050	,079	,730	,094	,019	,010
% Espaço aberto sobre fechado	,015	-,023	,063	,032	-,104	,027	,050	-,015	-,077	,034	,109	,724	,201	,021	-,088	-,162
Compacidade viária	-,040	-,080	-,091	,056	,028	-,076	,758	,134	-,086	-,033	-,083	,126	-,141	-,002	-,020	-,116
Conectividade axial	,022	,083	-,019	,291	-,065	,081	,341	,753	,064	,047	-,008	-,027	,026	,037	,001	,059
Profundidade Média	-,059	-,810	-,141	,153	,018	,049	,149	-,049	-,059	,000	-,011	,016	-,042	,024	-,003	,056
Integração	,042	,429	,113	-,163	-,076	,022	-,195	-,266	-,064	,055	,286	-,033	-,222	-,016	-,092	-,094
Agricultura e Pecuária	-,022	,037	,005	-,040	-,007	,002	-,045	,020	-,006	,846	-,001	-,069	-,048	,112	,007	,018
Comércio	-,026	-,172	-,022	,095	-,059	-,019	,060	-,813	-,042	-,027	-,089	,045	,016	-,033	-,034	,013
Educação	-,011	-,061	,204	,007	-,142	-,028	-,086	,104	-,083	-,029	,054	-,607	,274	-,111	-,187	-,306
Hotéis	,000	-,052	,064	,032	-,016	-,006	,006	,026	-,002	,851	-,024	,109	,036	-,095	-,024	-,026
Indústria	,000	-,030	,040	-,077	-,057	-,051	,029	,008	,108	-,001	,054	-,022	,083	-,008	,790	-,099
Restauração e Lazer	-,041	-,066	,390	-,219	,027	-,206	-,176	,058	,065	-,041	-,014	,174	,146	-,348	-,280	-,101
Saúde	-,001	,114	,701	,062	,225	-,019	,047	,002	-,030	,029	,126	,015	-,123	,050	,082	,074
Serviços Privados	,005	,161	,831	,064	-,006	-,035	-,034	-,045	-,016	,018	-,044	,027	-,076	,078	,067	,049
Serviços Públicos	,025	-,041	,158	-,046	,031	-,046	-,066	,083	,008	,004	-,035	,102	,095	,860	-,056	-,038
Emprego	,010	,107	,909	-,022	,048	-,100	-,095	,038	-,016	,045	-,035	-,101	,097	,031	-,067	-,070
Índice de escolaridade	-,035	,037	-,032	,569	-,259	,177	,566	,246	-,034	-,058	-,026	-,002	-,003	-,037	-,064	,045
Índice Entropia	-,107	,248	,009	,812	-,083	,168	-,009	-,042	,075	-,011	,054	,005	-,017	,002	-,071	-,069
Número Portas	-,002	-,061	,043	-,024	-,050	,017	-,061	,035	-,034	-,010	,052	-,031	,042	-,032	-,092	,889
Paradas Ônibus	,944	,052	-,006	-,004	,035	-,022	-,028	-,005	,024	-,003	,001	-,003	,009	-,009	,004	-,005
Linhas TP	,428	,312	,162	-,141	,112	-,157	,153	,028	,138	-,030	,059	,188	,137	-,178	-,183	-,018
Tempo acesso Ônibus	-,185	-,233	-,090	,147	,041	,746	-,094	-,086	-,033	,013	,058	,081	-,091	,025	,025	-,086
Tempo acesso Metrô	-,021	,203	-,078	-,839	,039	,194	-,036	-,065	-,036	-,015	-,011	-,022	-,064	,013	,006	-,018
Tempo acesso Táxi	,030	-,220	-,082	-,285	-,162	,609	,487	,008	-,003	-,054	,041	,011	-,165	-,033	-,035	-,007
Conectividade Isovista	,059	,787	,062	,333	-,116	-,069	,163	,171	-,017	-,030	-,036	,028	,063	,008	-,012	,013
Conectividade Isopé	,096	,887	,142	,043	-,069	-,125	-,027	,128	,017	-,007	-,025	-,003	,068	,013	-,008	,013

Extraction Method: Principal Component Analysis. Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization. (a. Rotation converged in 18 iterations).

De modo a validar a análise fatorial, realizaram-se dois testes:

- (a) o de esfericidade de Bartlett – usado para examinar a hipótese de que as variáveis não sejam correlacionadas na população da amostra – o valor é de 0,000 (Tabela 3), ou seja, existe uma correlação significativa entre as variáveis em análise (37). O teste de esfericidade de Bartlett testa a hipótese nula de que a matriz de correlação original é uma matriz de identidade, ou seja, que não há correlação entre as variáveis. Um teste significativo (p menor que 0,05) nos mostra que a matriz de correlações não é uma matriz de identidade, e que, portanto, há algumas relações entre as variáveis que se espera incluir na análise.
- (b) o de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), que mede a adequabilidade da amostra, cujo valor é de 0,629 (Tabela 3), permanecendo no intervalo de 0,5 e 1,0, e indicando que a análise fatorial é apropriada.

Tabela 3: Teste KMO e Bartlett

Teste KMO e Bartlett	
Kaiser-Meyer-Olkin - Medida de adequação da amostra	,629
Bartlett - teste de esfericidade	Aprox. Qui-Quadrado
	7661,969
	df
	666
	Sig.
	0,000

Confirmada a validade da Análise Fatorial – cujo objetivo é transformar um significativo número de variáveis (no caso 37) correlacionadas em outras variáveis/fatores ortogonais, isto é, não correlacionadas (no caso 16), sem a perda do poder explicativo resultante da variância das variáveis originais, e possibilitando a realização de análises mais direcionadas – verifica-se, portanto, que se alcançou resultados satisfatórios no âmbito deste trabalho.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Interessante verificar a importância de se aplicar a técnica estatística da Análise Fatorial para grande número de variáveis, pois a condensação de variáveis em fatores torna a legibilidade das análises mais clara e consistente, ampliando, portanto, o entendimento acerca de determinado tema.

Os achados ratificaram que variáveis semelhantes, acabam por serem agrupadas (como: largura dos passeis e área dos passeios, e parada de ônibus em poste e em abrigo) o que facilita, sobremaneira, a leitura dos resultados, tendo em conta um menor número de variáveis a serem analisadas, por meio dos fatores cujas nomenclaturas sintetizam suas características.

Portanto, que a utilização da Análise Fatorial para estudos que contenham grande volume de variáveis, representa um ganho significativo em termos de consistência e facilidade de leitura das análises.

Em relação aos fatores gerados, cabe enfatizar a existência da mistura entre os tipos de variáveis em metade dos fatores, ademais, há presença marcante das variáveis *atividades* (uso do solo) em oito dos fatores, em seguida aparecem os dados *geométricos*, com presença em

sete dos fatores, em terceiro lugar estão presentes em seis dos fatores as variáveis de *acessibilidade em transporte*, e por fim, as variáveis *sintáticas*, que tem presença em cinco fatores. Destes, somente as variáveis de *acessibilidade em transporte* protagoniza um fator (o Fator 1), as demais protagonizam dois fatores como, as *sintáticas* nos Fatores 2 e 16, as de *atividades* no Fatores 3 e 10, e as *geométricas* nos Fatores 9 e 11, o que significa que os aspectos sintáticos não apresentam importância inferior aos aspectos geométricos, pelo contrário, a forma dos espaços apresenta relevância significativa no quesito da caminhabilidade.

Portanto, os fatores resultantes da Análise Fatorial agrega os quatro tipos de variáveis utilizadas na pesquisa – *geométricas, sintáticas, de atividades e de acessibilidade de transporte* – de forma equilibrada, demonstrando a importância de todos os tipos de variáveis, inclusive as sintáticas, por vezes desconsideradas em estudos de caminhabilidade. O resultado demonstra a necessidade de incorporar não só os aspectos morfológicos como os sintáticos, ou seja, os aspectos morfossintáticos do espaço.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amâncio, M. A. (2006) *Relacionamento entre a forma urbana e as viagens a pé*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana. Universidade Federal de São Carlos.
- Aronoff, M.; Fudeman, K. (2011) *What is morphology? Fundamentals of Linguistics*. Second Edition. Chichester (UK): Wiley Blackwell.
- Calvino, I. (2002) *As cidades invisíveis*. 2ª edição. São Paulo: Companhia das Letras.
- Canellas, M. (2013) *Províncias: crônicas da alma interiorana*. São Paulo: Globo.
- Cervero, R.; Kockelman, K. (1997) Travel Demand and the 3ds: Density, Diversity, and Design. *Transport Research Part D: Transport and Environment*. vol. 2, n. 3 pp. 199-219.
- Consigliari, V. (1999) *A morfologia da arquitetura 1920 - 1970*. 3ª Edição. Volume I. Lisboa: Editora Estampa.
- Cunha, A. G. (1997) *Dicionário Etimológico Nova Fronteira da Língua Portuguesa*. 2ª Edição. 8ª Impressão. Rio de Janeiro: Nova Fronteira.
- Duarte, V. (2012) Morfossintaxe. Brasil Escola. Disponível em: <http://www.brasilecola.com/gramatica/morfossintaxe.htm>. Acesso: Setembro de 2013.
- Dubois, J.; Giacomo, M.; Guespin, L.; Marcellesi, C.; Marcellesi, J.; Mevel, J. (2010) *Dicionário de linguística*. São Paulo: Cultrix.
- Gehl, J. (2010) *Cities for people*. Washington D.C.: Island Press.
- Grant, T.; Edwards, N.; Sveistrup, H.; Andrew, C.; Egan, M. (2010) Inequitable walking conditions among older people: examining the interrelationship of neighbourhood socio-economic status and urban form using a comparative case study. *BMC Public Health*. Vol 10, n.1, pp. 677-693.
- Handy, S. (1996) Urban Form and Pedestrian Choices: Study of Austin Neighborhoods. *Transport Research Record*. 1552, pp.135-144.
- Hillier, B. (2008) *Using Depthmap for urban analysis: a simple guide on what to do once you have an analysable map in the system*. The Bartlett School of Graduate Studies, MSc Advanced Architectural Studies 2007-8, University College London, London.
- Holanda, F. (2013) Morfologia e Sintaxe. Comunicação particular. Brasília.
- Leslie, E.; Saelens, B.; Frank, L.; Owen, N.; Bauman, A.; Coffee, N.; Hugo, G. (2005) Residents' perceptions of walkability attributes in objectively different neighbourhoods: a pilot study. *Health & Place*. Vol.11, pp. 227-236.
- Mioto, C.; Silva, M. C.; Lopes, R. (2013) *Novo manual de sintaxe*. São Paulo: Contexto.
- Rodrigues, A. R. (2013) *A mobilidade dos pedestres e a influência da configuração da rede de caminhos*. Dissertação de Mestrado. PPGET. UFRJ, Rio de Janeiro.
- Ribeiro, M. G. (2013) *Morfologia da Língua Portuguesa*. Notas de aula. Universidade Federal da Paraíba. Centro de Ciências Humanas Letras e Artes. Disponível em: http://portal.virtual.ufpb.br/biblioteca-virtual/files/morfologia_da_lingua_portuguesa_1360073731.pdf Acesso em: setembro de 2013.
- Solnit, R. (2000) *Wanderlust: a history of walking*. London: Verso.
- Vasconcellos, E. A. (1998) *O que é trânsito*. São Paulo: Coleção Primeiros Passos.