

## **ANÁLISE DA MOBILIDADE DE PEDESTRES SOB O PRISMA DE TRÊS CONFIGURAÇÕES URBANAS DISTINTAS - ESTUDO DE CASO EM LISBOA**

**Ana Paula Borba Gonçalves Barros<sup>1</sup>**

**Luis Miguel Garrido Martínez<sup>2</sup>**

**José Manuel Caré Baptista Viegas<sup>3</sup>**

**Paulo Cesar Marques da Silva<sup>4</sup>**

**Frederico Rosa Borges de Holanda<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Doutoranda da Universidade de Brasília e da Universidade Técnica de Lisboa

<sup>2</sup>Professor Auxiliar da Universidade Técnica de Lisboa

<sup>3</sup>Professor Titular da Universidade Técnica de Lisboa

<sup>4</sup>Professor Adjunto da Universidade Brasília

<sup>5</sup>Professor Titular da Universidade Brasília

### **RESUMO**

Este trabalho apresenta a análise da probabilidade de algumas variáveis – sintáticas, morfológicas, de usos do solo e de proximidade ao transporte coletivo – serem mais ou menos significantes num deslocamento a pé. Para a extração dos primeiros tipos de variáveis (sintáticas) utilizou-se a Teoria da Lógica Social do Espaço, que tem como base a visão relacional interpartes. O estudo foi aplicado em três bairros – com distintas características morfossintáticas – da cidade de Lisboa. Para a análise da probabilidade, utilizou-se o modelo de Poisson, cujos resultados apresentaram a proximidade ao metrô como o fator de maior probabilidade de ser escolhido, em seguida (mas de forma negativa) a presença de escadas e em terceiro, o índice de integração, ou seja, aspectos configuracionais. Os achados mostram que a Análise Sintática do Espaço pode ser utilizada para estudos de mobilidade pessoal, de modo a auxiliar na criação de espaços mais amigáveis às pessoas.

### **ABSTRACT**

This paper presents a probability analysis of some variables – syntactic, morphological, land uses and proximity to public transport – being more or less significant in a walking. For the first type of variables extraction (syntactic) it was used the Theory of Social Logic of Space or Space Syntax, which is based on a relational view among parts. The study was implemented in three neighborhoods - with different morphosyntactic aspects – on the city of Lisbon. For the probability analysis it was used the Poisson model, and the results showed the proximity to the subway as the most likely factor to be chosen, then (but negatively) the presence of stairs, and third the integration index, in other words, configurational aspects. The findings show that Space Syntax Analysis can be used in mobility studies of pedestrians, in order to contribute to the development of more friendly spaces for people.

### **1. INTRODUÇÃO**

Atualmente, discutir o ato de caminhar implica explorar o ponto fulcral 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 que progressivamente concentram parte expressiva da população mundial têm inviabilizado os serviços públicos de transporte em grande parte do mundo, 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, não são concebidos para a perspectiva do pedestre, mas sim do veículo.

Por outro lado, a inerência deste modo de deslocamento à consecução das atividades humanas tem esbarrado em um problema patente (mas não atual, segundo afirma Gongim, 2013) e cada vez maior nos grandes centros urbanos: a alteração do cenário construído, que se afasta da escala humana para progressivamente se adequar à escala motorizada. O crescimento das cidades aliado à cultura do consumismo e do status tem provocado o uso desmedido dos

“veículos de passeio” nos centros urbanos de partes do mundo. Com isso, cresce a implantação de infraestrutura viária na ideia equivocada de sustentar a demanda: por outro lado, a infraestrutura pedonal e cicloviária fica negligenciada ou em segundo plano. É neste contexto que a maioria das cidades perde espaço para a escala humana e toma para si a escala motorizada, deixando, portanto, de proporcionar uma vida urbana mais agradável, cujas cidades sejam para pessoas e não para veículos (Gehl, 2010; Gehl, 2011).

Aparentemente, esta mudança de escala pode ser lida quanto às diferentes geometrias e topologias urbanas, compreendendo as formas e as relações entre os elementos constituintes das cidades. O que significa explorar como a transição entre as escalas humana e motorizada afetam/podem afetar o ato de caminhar.

O presente artigo tem como objetivo analisar a probabilidade de algumas variáveis – morfológicas (ou geométricas, relativas às componentes das calçadas), sintáticas (ou topológicas, oriundas da Sintaxe Espacial), de usos do solo (relativas às informações de uso e ocupação do solo) e de proximidade ao transporte coletivo (referentes ao tempo gasto no deslocamento até o transporte coletivo público) – serem mais ou menos consideradas num deslocamento a pé.

Para tanto, utilizaram-se, como estudo de caso, três bairros da cidade de Lisboa, cujos desenhos viários são distintos. O primeiro, e mais antigo deles, a Graça, apresenta uma malha irregular/orgânica; o segundo, Campo de Ourique, apresenta uma malha regulada similar a um baluleiro de xadrez; e, por fim, Telheiras, com sua malha contemporânea proeminente.

Salienta-se que este trabalho é parte integrante de uma pesquisa em desenvolvimento cujo objetivo é verificar em que medida a forma urbana interfere na maneira como as pessoas se deslocam nos espaços de uma cidade.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1. Mobilidade Urbana**

Segundo o Ministério das Cidades (2005), mobilidade urbana é a interação dos fluxos de deslocamento de pessoas e bens na estrutura urbana, incorporando os fluxos motorizados e os não motorizados. É um atributo da cidade determinado principalmente pelos aspectos socioeconômicos, pela apropriação do espaço e pela evolução tecnológica, enquanto o transporte urbano refere-se estritamente aos serviços e aos modos de transportes utilizados nos deslocamentos dentro do espaço urbano.

De maneira mais sintética, em 2006, o Ministério das Cidades apresentou um ajuste no conceito em que mobilidade passou a corresponder a um atributo das cidades, tratando da facilidade dos deslocamentos de pessoas e bens na estrutura urbana. Estes deslocamentos são feitos por meio de veículos, vias, e toda a infra-estrutura que possibilita esse ir e vir cotidiano, resultado da interação entre os deslocamentos de pessoas e bens com a cidade.

A ANTP (2002) insere no conceito de mobilidade a variável “dimensão do espaço”, incorporando, ainda que timidamente, os princípios de forma urbana: “a mobilidade é um atributo das pessoas e dos agentes econômicos no momento em que buscam assegurar os deslocamentos de que necessitam, tendo em conta as dimensões do espaço urbano e a

complexidade das atividades nele desenvolvidas”. Ademais, inclui os diversos indivíduos em suas atuações na circulação (pedestres, ciclistas, motoristas e usuários de transportes coletivos), além de renda, idade e gênero.

Vasconcellos (2001), por sua vez, acrescenta a estes fatores ocupação e nível educacional, e diz que a disponibilidade de automóvel na residência tem um grande impacto, que pode ser mensurado segundo o fator renda. Ele acredita também que, em geral, os homens viajam mais que as mulheres e os que estão na fase adulta, e fazem parte da população ativa, deslocam-se mais que os jovens e os idosos. Pessoas com nível de escolaridade alta se movimentam em maior grau que as de menor conhecimento intelectual. E afirma que as distinções nas mobilidades são acompanhadas por diferenças na utilização dos modos de transporte e o uso dos modos motorizados depende bastante da posição da pessoa na estrutura familiar.

## 2.2. Morfossintaxe (Morfologia e Sintaxe Urbana)

### 2.2.1. Morfologia

A *morfologia urbana* vem sendo cada vez mais abordada não somente em estudos da arquitetura, mas também em mobilidade urbana, no entanto, neste último com um caráter distinto em relação ao primeiro. A exemplo, Amâncio (2005) e Handy (2007) utilizaram-na para avaliar o deslocamento a pé. O primeiro, entretanto, realizou o estudo de caso apenas na cidade de São Carlos, ou seja, um único exemplar de configuração, ademais, a análise se baseou na unidade do Setor Censitário desconsiderando variáveis determinantes para a análise da escala micro, como a declividade das ruas; a segunda, por outro lado, utilizou três tipos viários (com base em seis bairros) de distintas características morfológicas na cidade de Austin e concluiu que a forma urbana é o segundo fator que encoraja os deslocamentos a pé.

Cervero e Kockelman (1997) em uma análise rigorosa, chegaram a conclusão que os 3D (Densidade, Diversidade e Desenho) são variáveis importantes para a análise dos deslocamentos a pé. Percebe-se, portanto, mais um indicativo de que o desenho dos espaços apresenta certa relevância ao pensar os espaços e por isso não deve ser ignorada, no entanto, os autores não abordam a terceira variável – o *Desenho* – com o enfoque relacional.

Reid e Cervero (2010) realizaram uma *meta análise* na qual reuniram mais de cinquenta trabalhos que relataram quantitativamente como as características do espaço construído que influenciam os padrões de mobilidade. No entanto, estes estudos não incorporavam em suas análises a morfologia/forma urbana como entendida por Holanda (2012), no qual a enxerga sob o prisma da visão relacional interpartes. Parece, portanto, não existir o entendimento de que os fatores associados à maneira de articulação da estrutura da malha viária contribuem para os processos de deslocamento e circulação em uma cidade.

Rodrigues (2013), por sua vez, embora utilize a terminologia “configuração” e “topologia” ao estudar a influência do desenho urbano na propensão de viagens a pé, ainda assim não considera a abordagem da morfologia (nomenclatura utilizada por Holanda) do espaço, ou como aqui utiliza-se, sintaxe do espaço.

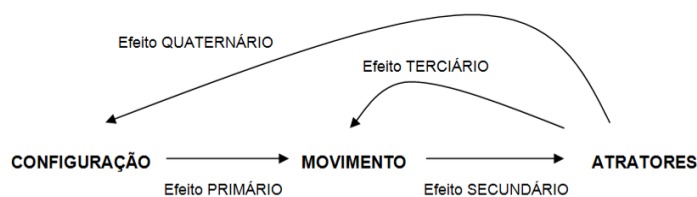
### 2.2.2. Sintaxe/Configuração

Tem sido crescente também a adoção da chamada abordagem configuracional para a investigação das relações existentes entre a forma construída das cidades e suas

correspondentes dinâmicas. Conforme aponta a literatura (Kohlsdorf, 1996; Holanda, 2002; Barros, 2006; Medeiros, 2010; Costa, 2008; Pires, 2008; Dias, 2011), há uma estreita relação entre as causas e os efeitos do espaço construído para a vivência dos lugares. Assume-se que os espaços são produto das intenções humanas, isto é, conformam-se segundo interesses claramente estabelecidos, sejam resultantes de ações de planejamento global (com uma perspectiva de atuação ampla) ou iniciativas locais (gestos pontuais). Por outro lado, estes espaços trazem consequências para as dinâmicas humanas que muitas vezes divergem daquilo que originalmente foi planejado.

A esse respeito, ao analisar a arquitetura entendida enquanto espaço socialmente utilizado, Kohlsdorf (1996) e Holanda (2002) qualificam-na simultaneamente enquanto uma variável dependente – isto é, produto de intenções e desejos humanos – e independente – pois suas consequências podem ser diversas daquelas concebidas.

À vista disso, Hillier e Hanson (1984) acreditam haver um ciclo virtuoso para a explicação da lei do movimento natural (Figura 1), no qual a configuração espacial tem como efeito primário a geração de movimento (seja de pessoas ou de veículos) nos espaços. E como efeito secundário, este movimento gerado pela configuração, fomenta o surgimento dos usos (ou seja, dos atratores e geradores de movimento). E, finalmente, como efeitos terciário e quaternário, ocorre o processo inverso, os usos estimulam o movimento e, por conseguinte, interferem na configuração dos espaços.



**Figura 1:** Ciclo virtuoso do movimento natural

Fonte: Medeiro (2010)

### 2.2.3. Morfossintaxe

A *morfossintaxe* é utilizada na gramática como sendo o estudo interligado dos aspectos morfológicos e sintáticos das palavras, e segundo Cipro Neto e Infante (1998), é somente deste modo, que a classificação morfológica pode ser realizada de forma eficiente. É com base nesta afirmação e na verificação de que em estudos de mobilidade urbana não se aborda os aspectos relacionais, que neste estudo incorpora-se tal conceito substituindo-se *palavras* por *idades*, para formar o conceito de *morfossintaxe* – sendo o estudo interligado dos aspectos morfológicos e sintáticos das cidades. Tal conceito consiste, portanto, em analisar o espaço urbano sob o prisma dos aspectos morfológicos/geométricos (a incluir: largura das vias/calçadas, altura dos edifícios, etc.) e dos sintáticos/topológicos – estudo das relações entre as partes que compõe a forma urbana (no caso, relação entre os espaços cheios e vazios).

Portanto, a palavra *morfossintaxe* neste trabalho é atribuída na intenção de enfatizar a necessidade dos pesquisadores da área de transporte – que afirmam trabalhar com a morfologia dos espaços, entretanto não o fazem – de incluir o aspecto relacional (topológico) da forma urbana em estudos de mobilidade urbana. Acredita-se, portanto, que tais estudos têm tratado apenas o aspecto geométrico/morfológico (*Morfo*), entretanto necessitariam agregar o aspecto topológico/sintático (*Sintaxe*), por conta disso, surge a ideia de aglutinar os termos

para gerar a denominação *morfossintaxe*.

### 3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

#### 3.1. Caracterização da área de estudo

As áreas escolhidas para a realização deste estudo foram três bairros (Graça, Campo de Ourique e Telheiras) localizados na cidade de Lisboa (Figura 2), devido (a) existirem os microdados necessários para a realização da análise em questão e (b) por haver distinções entre suas características morfossintáticas.

Tais características podem ser visualizadas nas Figuras 2, 3 e 4 (do próximo item), em que:

- (a) o bairro da Graça (Figura 3A), conforma-se em uma malha predominante irregular, resultante de um processo específico de adaptação ao sítio. O desenho de ruas aproxima-se daquilo que se denomina modo português de fazer cidades, herança de uma urbanística peculiar de apropriação do território. A área apresenta cruzamentos predominantemente em forma de “T” e seus quarteirões não apresentam regularidade seja em relação ao tamanho ou à forma.
- (b) Campo de Ourique (Figura 3B), apresenta uma malha em forma de “tabuleiro em xadrez” – com cruzamentos predominantemente no formato “X” e os quarteirões com extrema regularidade seja em relação ao tamanho ou à forma – que aumenta a quantidade de rotas e trajetos possíveis. Mas se, por um lado, otimiza as relações de fluxo e movimento, por outro, por apresentarem espaços muito similares, há a tendência para o labirintismo.
- (c) o bairro de Telheiras (Figura 4), por fim, contempla um desenho bastante distinto em relação aos anteriores, resultado das experimentações contemporâneas oriundas de uma matriz moderna, o que lhe confere um índice de integração global médio de 0.48 e conectividade média de 2.62 (Tabela 1). Sua malha não apresenta um padrão claramente definido, pois ora assemelha-se ao que se desenvolve em Campo de Ourique, enquanto em outros momentos deriva para uma aparente irregularidade “ordenada”: são constantes os cruzamentos em “X” e em “T”, também é frequente a existência de quarteirões excessivamente alongados (aqui também sem regularidade no tamanho e na forma).

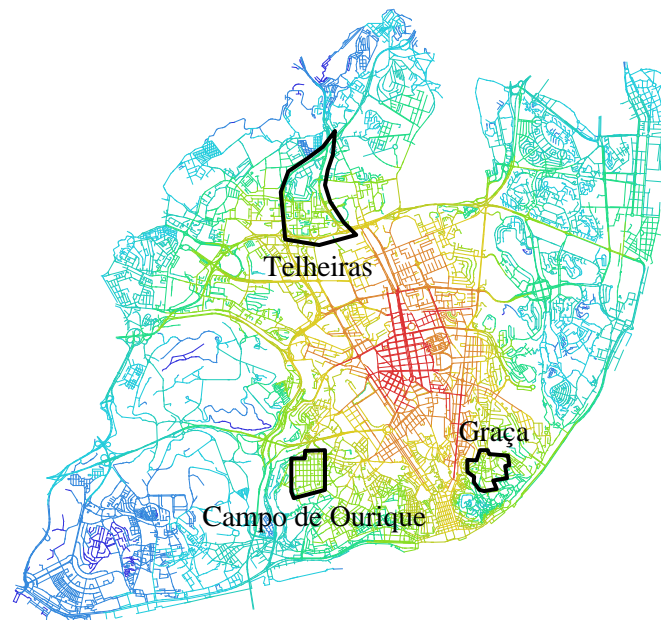
#### 3.2. Coleta de dados Morfossintáticos, de uso do solo e de acessibilidade ao transporte coletivo

Para esta análise, utilizaram-se (a) os dados morfológicos/geométricos (de largura das calçadas, presença de escadas, declividade) e os sintáticos/topológicos (índice de integração, conectividade, compacidade viária) obtidos por meio dos mapas axiais oriundos da Sintaxe Espacial.

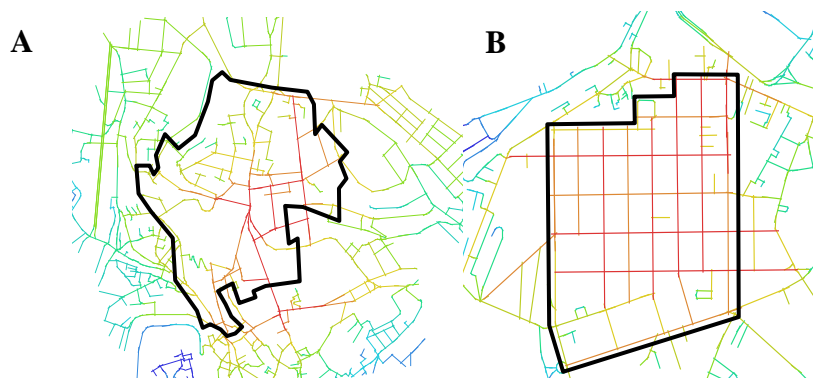
Tais características podem ser visualizadas nas Figuras 2 e 3, em que:

- (a) o bairro da Graça (Figura 3A), conforma-se em uma malha predominante irregular, Por conta destes aspectos, o índice de integração global médio e conectividade média do bairro são de 0.39 e de 2.78 (Tabela 1);

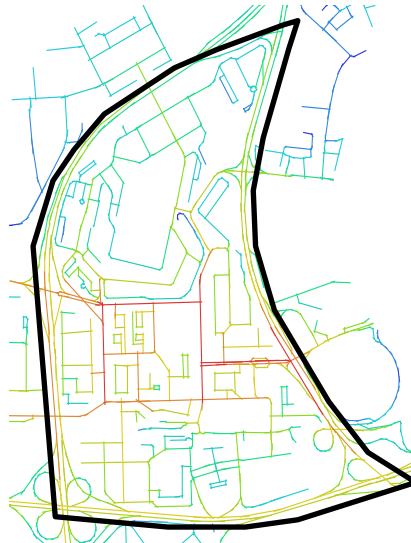
- (b) Campo de Ourique (Figura 3B) apresenta a maior média de integração global da amostra (0.74 – Tabela 1) e também a maior conectividade média (2.81 – Tabela 1), revelando uma predisposição à facilidade de leitura por parte dos usuários. Isso acontece porque malhas em forma de “tabuleiro em xadrez” aumentam a quantidade de rotas e trajetos possíveis, otimizando as relações de fluxo e movimento.
- (c) o bairro de Telheiras (Figura 4), por fim, contempla um desenho bastante distinto em relação aos anteriores, resultado das experimentações contemporâneas oriundas de uma matriz moderna, o que lhe confere um índice de integração global médio de 0.48 e conectividade média de 2.62 (Tabela 1). Sua malha não apresenta um padrão claramente definido, pois ora assemelha-se ao que se desenvolve em Campo de Ourique, enquanto em outros momentos deriva para uma aparente irregularidade “ordenada”: são constantes os cruzamentos em “X” e em “T”, também é frequente a existência de quarteirões excessivamente alongados (aqui também sem regularidade no tamanho e na forma).



**Figura 2:** Mapa Axial  $R_n$  de Lisboa com a localização dos bairros de estudo (construído com base na rede de transportes).



**Figura 3:** Mapa axial (integração  $R_n$ ) da Graça (A) e de Campo de Ourique (B) – escala não indicada.



**Figura 4:** Mapa axial (integração  $R_n$ ) de Telheiras – escala não indicada.

**Tabela 1:** Índices Sintáticos

Bairro	Integração Média $R_n$	Conectividade Média
Graça	0.39	2.78
Campo de Ourique	0.74	2.81
Telheiras	0.48	2.62

Adicionalmente foram recolhidos dados de atividades (originários do uso do solo), e de acessibilidade (relativos aos tempos de acesso aos transportes públicos coletivos, ou seja, à proximidade ao transporte coletivo).

Na Tabela 2, apresentam-se a caracterização estatística (valores médios e desvios padrões) das variáveis independentes a ser testadas no modelo, agrupadas em: sintáticas, morfológicas, de usos do solo e de proximidade ao transporte coletivo (TC).

**Tabela 2:** Variáveis do modelo

Variáveis	Média	Desvio padrão
Circulação de pedestres por hora (hora de pico da manhã)	55.36	91.42
<b>Sintáticas</b>		
Índice de integração (HH)	0.54	0.19
Conectividade	5.59	0.80
Compacidade viária (m via/hectare)	6.70	2.50
<b>Morfológicas</b>		
Largura da calçada (estrito – largura < 1.5 m)	0.14	0.35
Presença de escadas	0.03	0.16
Presença de árvores (mais de 5 árvores por cada 100 m de via)	0.39	0.49
Declive (elevado – declive > 5%)	0.08	0.26
<b>Usos do solo</b>		
Área de comércio (1000 m <sup>2</sup> )	0.99	1.09
Área de educação (1000 m <sup>2</sup> )	0.20	0.52
Área de alimentação e lazer (1000 m <sup>2</sup> )	0.40	0.66

Índice de entropia (soma de índice de entropia de Cervero para as vias a menos de 30 m de cada portal)	0.72	0.49
Número de portas (a menos de 30 m de cada portal)	10.96	10.38
<b>Proximidade ao TC</b>		
Portais a menos de 5 min a pé de uma parada de ônibus	0.17	0.38
Portais a menos de 10 min a pé de uma parada de metrô	0.02	0.14
Número de linhas de ônibus que param junto ao portal (< 30 m)	0.54	1.31

### 3.3. Contagem – Método dos Portais

Para a contagem de pedestres utilizou-se o Método dos Portais (cf. Grajewski e Vaughan, 2001) no qual consiste em escolher os portais (linhas imaginárias que atravessam a rua de uma calçada a outra) de contagem em determinada área e decidir (após pelo menos duas visitas à zona de estudo) o percurso a ser realizado, de modo, que abranja todos eles num intervalo de 2h. O tempo de contagem deve ser de 2,5min, entretanto se a contagem levar em conta tanto pedestres quanto veículos, deve-se realizar a contagem de 5min (2,5min para pedestres e 2,5 para veículos) de modo que não interfira na confiabilidade dos resultados.

### 3.4. Modelo de regressão de Poisson

Para entender de que maneira os diferentes fatores interferem no deslocamento dos pedestres, utilizou-se um modelo explicativo do deslocamento a pé por meio de uma Regressão de Poisson, pois trata-se de uma formulação adequada para a modelação de eventos discretos independentes.

No entanto, a sua formulação base somente é adequada para eventos com probabilidade reduzida e cuja função de probabilidade conduza a valores semelhantes ao do valor esperado e da variância. Quando não se verificam estas condições, é necessário formular modelos alternativos como o modelo binomial negativo, ou introduzir derivações do modelo base (Poisson) no qual se permite a sobredispersão dos dados amostrais, requerendo a estimação adicional do parâmetro de sobredispersão.

Após a observação das variáveis de contagens de fluxos pedestres, verificou-se que a amostra apresentava uma elevada sobredispersão (valor esperado de 55.36 e variância de 8357.62), requerendo a adaptação do modelo base. Após vários testes, verificou-se que o modelo de Poisson sobredisperso conduzia a melhores estimativas do valor de  $\rho^2$ , significância dos coeficientes das variáveis independentes e capacidade de previsão do modelo.

## 4. APLICAÇÃO

Após vários testes de especificação do modelo, foi atingida uma configuração de modelo de Poisson sobredisperso satisfatória, incluindo a maioria das variáveis explicativas testadas. O modelo calibrado apresenta uma elevada qualidade de ajustamento com um valor de  $\rho^2$  de 0.50 e teste Omnibus significativo, sendo a maioria das variáveis incluídas significativas para um nível de significância de 0.05 (com exceção da variável de Alimentação e Lazer). Os resultados obtidos apresentam-se na Tabela 3.

De forma geral, os coeficientes das variáveis explicativas apresentam os sinais esperados, impactando negativamente ou positivamente a intensidade de fluxos de pedestres. Verifica-se que as variáveis de usos do solo e acessibilidade impactam positivamente o fluxo de pedestres, enquanto variáveis morfológicas que condicionam o conforto pedonal (e.g.



presença de passeios estreitos ou escadas) apresentam impactos negativos na mobilidade pedonal. Relativamente às variáveis sintáticas, elas revelam que o índice de integração apresenta um impacto muito positivo na promoção da mobilidade, enquanto a presença de uma malha muito densa (valores elevados de conectividade e compacidade viária) dificultam a circulação de pedestres.

**Tabela 3:** Resultados do modelo

Variáveis	Coef.	Coef. Pad.	Erro pad.	Wald Chi <sup>2</sup>	Sig.
(Termo independente)	3.926	3.926	0.398	97.196	0.000
Índice de integração (HH)	0.685	0.394	0.232	8.748	0.003
Conectividade	-0.242	-1.352	0.060	16.034	0.000
Compacidade viária	-0.071	-0.476	0.033	4.637	0.031
Calçadas estreitas	-0.360	-0.051	0.197	3.340	0.068
Presença de escadas	-0.771	-0.019	0.289	7.143	0.008
Presença de árvores	0.285	0.112	0.122	5.464	0.019
Declive elevado	-0.566	-0.043	0.276	4.192	0.041
Área de Comércio	0.179	0.177	0.041	18.970	0.000
Área de Educação	0.209	0.043	0.084	6.131	0.013
Alimentação e lazer	0.116	0.046	0.101	1.311	0.252
Entropia	0.387	0.279	0.162	5.688	0.017
Número de Portas	0.035	0.384	0.006	37.086	0.000
Proximidade ônibus	0.306	0.052	0.144	4.494	0.034
Proximidade metrô	1.534	34.279	0.375	16.756	0.000
Linhas de ônibus	0.200	0.108	0.050	16.349	0.000
(Parâmetro de sobredispersão)	48.140				

Cabe salientar que, na tabela 3, a presença de algumas variáveis como, *conectividade*, *compacidade viária*, *a presença de calçadas estreitas*, *de escadas e declive*, apresentarem valores negativos. Este fato revela que a presença destes fatores poderá condicionar a existência de fluxos de pedestres. No entanto, existem outras variáveis do ambiente pedonal que podem compensar largamente estes efeitos negativos tais como a proximidade ao metrô e o índice de integração, fatores que são preponderantes na correlação com o movimento (fluxos de pedestres).

Pode-se observar também que dentre as variáveis estudadas, aquelas que mais se destacam (positivamente ou negativamente) são: (a) a proximidade ao metrô (1.534), (b) o índice de integração (0.685), (c) a presença de escadas (-0.771) e a declividade acentuada com (-0.566). Esta avaliação pode ser complementada pelos valores obtidos dos coeficientes padronizados que se apresentam na Tabela 3. Com isso verifica-se que, a exceção do índice de integração, as demais variáveis são aquelas que comumente apresentam significativa importância para os deslocamentos, como no caso da pesquisa de Cervero e Kockelman (1997), que por não terem realizado análise detalhada alcançou resultados coincidentes em relação aos aspectos de conforto (largura das calçadas, etc.) e o fluxo de pessoas.

Vale ressaltar que mesmo variáveis de usos do solo como a entropia (mistura dos usos do solo), com um coeficiente padronizado de 0.279 e o número de portas, com um coeficiente

padronizado de 0.384, e os fatores de geometria ou conforto de caminhada, como a presença de calçadas estreitas com impacto negativo de -0.051, apresentam impactos bem inferiores que a integração global. Portanto, o fato do índice de integração ser o segundo maior fator a apresentar um coeficiente padronizado positivo (0.394), mostra que a configuração do espaço, ou seja, como as estruturas espaciais são costuradas/interligadas torna o espaço mais ou menos favorável aos deslocamentos a pé.

Há de se ressaltar que a qualidade das estimativas obtidas através do modelo calibrado apresentam um bom ajustamento com as contagens de pedestres durante a hora de pico da manhã, resultando num coeficiente de correlação de 0.77, o que proporciona a confiabilidade nos resultados obtidos pelo modelo.

De modo a ilustrar os resultados apresentados na Tabela 3, pode-se conferir a partir da Figura 5, que a previsão de fluxos de pedestres gerada pelo modelo foi bastante similar aos fluxos reais contabilizados a hora de pico da manhã. Ademais, se este for confrontado com os mapas axiais dos bairros em estudo (Figuras 3A, 3B e 4), é possível também constatar a similaridade com os resultados dos índices de integração, oriundos da análise sintática do espaço.



**Figura 5:** Relação entre as contagens de pedestres e a previsão do modelo na hora da pico da manhã: (A) Graça, (B) Campo de Ourique e (C) Telheiras.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observa-se que aspectos mais vinculados ao conforto da caminhabilidade (como, largura das calçadas e presença de escadas) não são considerados fatores imprescindíveis para explicar o movimento dos pedestres nas ruas. Os resultados obtidos indicam que os aspectos sintáticos apresentam maior significância para o deslocamento a pé que alguns elementos considerados como primordiais na literatura referentes à promoção de mobilidade pedestre. Outros elementos como a proximidade a sistemas de transporte (estações de metrô e paradas de ônibus) e a intensidade e diversidade de usos do solo, revelam-se como preponderantes também sobre os fatores geométricos que condicionam o conforto pedonal.

Cabe salientar, que o presente trabalho tenta apenas medir o impacto que os diferentes elementos do ambiente de pedestre provoca na geração de fluxos e não na qualidade de deslocamento, proporcionada pela existência de características geométricas/conforto favoráveis.

A mistura de ambos elementos e a ausência de modelos desagregados com a presença de variáveis sintáticas, levou a que se concluisse que o conforto de circulação e a intensidade e diversidade de usos do solo fossem os elementos mais preponderantes na promoção de mobilidade pedonal. No entanto, o presente trabalho vem demonstrar que a configuração da estrutura urbana na qual uma via se insere, condiciona fortemente a possibilidade de promoção de fluxos pedonais, e quando associada com características de conforto favoráveis e presença de intensidade e diversidade de atividade, deverá gerar espaços cuja presença de pessoas seja ainda mais elevada.

Os achados ratificam ainda que a componente de acessibilidade de transporte coletivo é considerado um fator fundamental para explicar o fluxo de pessoas nas ruas.

Os resultados obtidos ratificam a existência do ciclo virtuoso do movimento natural no qual Hillier e Hanson (1984) afirmam ser inerente ao processo urbano. Mas não só, o resultado serve para desmistificar que as relações espaciais existentes entre os cheios (espaço privado/ambiente construído) e vazios (espaço público/praçãs/ruas) há muito analisadas (mas não confirmadas estatisticamente) por estudiosos da Análise Sintática do Espaço, são uma falácia.

Com isso, infere-se que a análise sintática do espaço apresenta significativa relevância no que tange os deslocamentos a pé e que deve ser considerado no planejamento da mobilidade das cidades, de modo a proporcionar melhores espaços públicos para as pessoas que o utilizam, ou que venham utilizá-lo. E deste modo, permitindo que os espaços urbanos sejam concebidos para pessoas e não mais para carros.

### Agradecimentos

A primeira autora agradece aos orientadores e co-orientadores desta tese (co-autores deste artigo), aos amigos portugueses (Ana Galelo, Joana Ribeiro, Liliana Magalhães, Luís Caetano, Luís Filipe e Tomás Eiró) que auxiliaram nas contagens da zona 4 de Telheiras e, por fim, à Capes pelo apoio financeiro ao longo dos quatro anos de desenvolvimento da pesquisa.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amâncio, M. A. (2005). *Relacionamento entre a forma urbana e as viagens a pé*. Dissertação de Mestrado. PPGEU/ UFSC. Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia. São Carlos.

- ANTP. *Mobilidade e cidadania*. (2002). Disponível em: <http://www.ruaviva.org.br/biblioteca/mobilidadeurbana.htm>. Acesso em: 21/11/2008.
- Cervero, R.; Kockelman, K. (1997). Travel Demand and the 3ds: Density, Diversity, and Design. *Transport Research Part D: Transport and Environment*. Volume 2, Issue 3 Pg. 199-219.
- Cipro Neto, P.; Infante, U. (1998). Gramática de Língua Portuguesa. São Paulo: Scipione.
- Costa, M. S. (2008). *Um índice de mobilidade urbana sustentável*. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo.
- Dias, L. F. (2011). *As praças cívicas das novas capitais brasileiras*. Brasília. Dissertação – Programa de Pesquisa e Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília.
- Gehl, J (2010). *Cities for people*. London: Island Press.
- Gehl, J. (2011). *Life Between Buildings: Using Public Space*. London: Island Press.
- Grajewski, T.; Vaughan, L. (2001). *Space Syntax Observation Procedures Manual*. London: University College London.
- Gondim, M. F. (2013). *Mobilidade urbana: da mitologia aos tempos modernos*. Brasília, 2013. Tese em desenvolvimento (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo – em curso) – PPPG/FAU/UnB, Brasília.
- Handy, S. (2007). Urban Form and Pedestrian Choices: Study of Austin Neighborhoods. *Transport Research Record*. 1552. 135-144.
- Hillier, B.; Hanson, J. (1984). *The Social Logic of Space Syntax*. Cambridge: Cambridge Press.
- Holanda, F. (2002). *O espaço de exceção*. Brasília: EdUnB.
- Holanda, F. (2012). *Ordem & desordem: arquitetura & vida social*. Brasília: FRBH.
- Kohlsdorf, M. E. (1996) *A apreensão da forma da cidade*. Brasília: EdUnB.
- Medeiros, V. A. Holanda, F. (2010). Brazilian Cities: Fragmentary Space, Patchwork and Oasis in the Labyrinth. *Urban Design International (London Print)*. v.15, p. 73-89.
- Ministério das Cidades. (2005). *Mobilidade e Política Urbana: subsídios para uma gestão integrada*. IBAM, Rio de Janeiro.
- Ministério das Cidades. (2006). *Brasil acessível: Programa Brasileiro de Acessibilidade Urbana – Caderno 2*. Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana – Ministério das Cidades, Brasília.
- Pires, C. C. (2008). *Potencialidades cicloviária no Plano Piloto*. Tese de doutorado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de Brasília.
- Reid, E.; Cervero, R. (2010). Travel and the Built Environment: a Meta-Analysis. *Journal of the American Planning Association*. 76:3, 265-294.
- 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.
- Vasconcellos, E. (2001). *Transporte urbano, espaço e equidade: análise das políticas públicas*. São Paulo: Annablume.

---

Ana Paula Borba Gonçalves Barros ([anapaulabgb@gmail.com](mailto:anapaulabgb@gmail.com))

Luis Miguel Garrido Martínez ([lmgmartinez@gmail.com](mailto:lmgmartinez@gmail.com))

José Manuel Viegas ([josemviegas@gmail.com](mailto:josemviegas@gmail.com))

Paulo Cesar Marques da Silva ([paulocmsilva@gmail.com](mailto:paulocmsilva@gmail.com))

Frederico de Holanda ([fredholanda44@gmail.com](mailto:fredholanda44@gmail.com))

<sup>1</sup>Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – Doutorado em Transportes, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília.

<sup>2</sup>Departamento de Engenharia Civil, Arquitetura e Georrecursos – Doutorado em Sistemas de Transportes, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa.

<sup>3</sup>Departamento de Teoria e História, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília.