

## UMA NOVA ABORDAGEM PARA ENTENDER A ESCOLHA MODAL E DE ROTAS DOS PEDESTRES EM PORTUGAL

### RESUMO

O presente trabalho visa analisar os fatores que interferem nas escolhas que as pessoas fazem de modos de transporte ou caminhos a pé, tendo em conta quatro grupos de variáveis: geométricos, sintáticos, uso do solo e acessibilidade de transportes. Para isso, foi formulado um modelo de escolha discreta em duas partes: escolha do modo e escolha de caminhos (a pé). Os resultados mostraram que fatores como segurança, conforto e forma urbana contribuem significativamente para a escolha dos caminhos. Para a escolha do modo, a maioria dos fatores determinantes foram: tempo e períodos do dia, sendo que ambos são exemplos de fatores que não são controláveis; e elementos econômicos e o tempo de deslocamento. Para a escolha da bicicleta, os principais fatores foram a presença de ciclovias e bicicletários. Foi possível concluir que o carro é o modo de transporte com maior preferência natural, seguida de caminhada e finalmente bicicleta.

### ABSTRACT

The present paper aims at examining which factors interfere on the choices people make of modes of transport or path (when walking), take into account four variables groups: geometrics, syntactic, land use and transportation accessibility. For that purpose, an online questionnaire was applied to formulate a Discrete Choice Model in two parts: mode choice and path choice for walking trips. The findings showed that factors such as safety, comfort and urban form contribute significantly to the choice of path. For the choice the most determining factors were: weather and periods of the day, both of which are examples of factors that are not controllable; and economic elements and the displacement time. For the choice of bicycle, the main factors were the presence of cycle lanes and bicycle parking. It was possible to conclude that the car is the transport mode with greater natural preference, followed by walking and finally bicycle.

### 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, tem sido crescente o interesse em estudos acerca do ambiente pedonal para a disseminação do paradigma da mobilidade urbana sustentável em áreas urbanas, que tem sido estimulado o uso de modos não motorizados. O caminhar tem se tornado uma importante alternativa para viagens curtas nos espaços urbanos, por isso requer uma análise mais profunda em tenha em conta a maneira como os habitantes avaliam a qualidade dos seus espaços pedonais.

Recentemente, muitos estudos tem analisado a caminhabilidade, normalmente com foco em (a) atividade física e saúde (Frank *et al.* 2006; Giles-Corti 2006; Leslie *et al.* 2005; Owen *et al.* 2004)(Frank *et al.* 2006; Giles-Corti 2006; Leslie *et al.* 2005; Owen *et al.* 2004) (Frank *et al.* 2006; Giles-Corti 2006; Leslie *et al.* 2005; Owen *et al.* 2004); (b) criação de um índice de caminhabilidade (Clifton *et al.* 2007; Krambeck & Shah 2008)(Clifton *et al.* 2007; Krambeck & Shah 2008)(Clifton *et al.* 2007; Krambeck & Shah 2008); (c) modelos comportamentais para entender a caminhabilidade como alternativa de transporte; e (d) impacto da forma urbana no ambiente pedonal (Dieleman *et al.* 2002; Greenwald & Boarnet 2001; Handy 1996; Lee & Moudon 2006; Schlossberg *et al.* 2006)(Dieleman *et al.* 2002; Greenwald & Boarnet 2001; Handy 1996; Lee & Moudon 2006; Schlossberg *et al.* 2006)(Dieleman *et al.* 2002; Greenwald & Boarnet, 2001; Handy 1996; Lee & Moudon 2006; Schlossberg *et al.* 2006).

Não obstante, há ainda uma ausência de consenso, no que tange os modelos de comportamento de viagem, em como avaliar o efeito do ambiente físico urbano pedonal, uso

do solo e tráfego viário no processo da escolha dos modos para usuários em relação à infraestrutura pedonal.

A integração, sob a mesma análise, de diferentes medidas de forma urbana junto com atributos físicos de infraestrutura pedonal, como: largura das calçadas, declive ou presença de árvores, caracterização do tráfego viário, uso do solo e dados de uso do solo é fundamental para entender completamente a escolha dos usuários em favor da caminhabilidade.

Este artigo, portanto, visa discutir que fatores são relevantes para as escolhas dos modos de transporte (motorizados e não motorizados) e de caminhos (de pedestres) por diferentes tipos de deslocamentos e condições ambientais (ex. tempo). A fim de prosseguir com esta análise foi feito um questionário sobre o ambiente urbano disponível, disponível em quatro línguas (Português, Inglês, Espanhol e Francês), de modo a facilitar a participação de um maior número de respondentes no mundo, permitindo a avaliação de fatores que influenciam a caminhabilidade. Apesar do questionário ter sido aplicado online para todos os países, os dados coletados foram mais significativos em Portugal, com uma amostra de 1.600 respostas para a aplicação no método da preferência declarada (599 respondentes), sendo que 75% das respostas foram de residentes de Lisboa.

Os dados coletados foram aplicados em um Modelo de Escolha Discreta (MED), incluindo a escolha simultânea do modo e do caminho pedonal, introduzindo uma significativa inovação na literatura. Esta análise permite avaliar que fatores influenciam a escolha modal pelos portugueses – mais especificamente os residentes de Lisboa – em termos de modos de transporte e caminhos de pedestres.

O trabalho estrutura-se da seguinte maneira: após uma breve introdução, é realizada uma pequena revisão da literatura com foco nos trabalhos mais representativos publicados recentemente acerca dos modelos de escolha discreta aplicados no comportamento dos pedestres e a relação dos diferentes fatores da caminhabilidade. Em seguida, é descrita a metodologia apresentando o processo da coleta de dados e a estimação dos modelos de escolha discreta e a discussão dos resultados. Por fim, é apresentada uma breve conclusão e desenvolvimentos futuros.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

A literatura sobre comportamento pedonal e escolha modal com foco em modos não motorizados pode ser classificada em três campos de pesquisa: primeiro, pesquisadores que buscaram entender o ambiente pedonal com foco nos fatores que influenciam a escolha de caminhos dos pedestres (Reckert e Golob, 1976; Williams, 1977; Schwanen e Mokhtarian, 2005; Whalen, Páez e Carrasco, 2013); segundo, autores que tentaram avaliar o impacto da forma urbana em modos não motorizados (Cervero e Duncan, 2003; Guo e Ferreira Jr, 2008); e, por fim, estudos urbanos cujo foco foi dado no efeito dos aspectos morfológicos e sintáticos, usando índices oriundos da Sintaxe Espacial (Medeiros e Holanda, 2010).

A fim de analisar a preferência de deslocamentos dos usuários (modos motorizados e não motorizados), inicialmente, cabe entender a lógica de funcionamento de mercado para um indivíduo que necessita fazer uso de um serviço (ou, no caso desta pesquisa, um espaço). É necessário analisar um conjunto de alternativas disponíveis e selecionar um dos atributos com o mais alto nível de satisfação. De acordo com Ben-Akiva e Lerman (1985) (1989), os

resultados de um procedimento realizado por um indivíduo, inclui os seguintes elementos:

- (a) Tomador de decisão ('quem' – o respondente do questionário);
- (b) As alternativas ('o quê' – as alternativas fornecidas pelo questionário);
- (c) As alternativas dos atributos ('por que' – modelo de escolha discreta binário ou hierárquico: um ou outro, exemplo do questionário – carro ou bicicleta e modelo de escolha discreta multinomial – com múltiplo critério, todos ao mesmo tempo. Exemplo do questionário – carro, bicicleta e a pé) – nesta pesquisa foram usados ambos os tipos.

As escolhas são usualmente baseadas na preferência dos indivíduos (Bottom et al. 1999) que envolve todos os aspectos pessoais – idade, sexo, etc. – variação das características da alternativa – conforto, conveniência, velocidade, eficiência, confiabilidade, segurança, tempo, etc. – para aspectos econômicos – custo de manutenção do veículo, custos de viagem, etc. – todos baseados na maximização da utilidade (Hoogendoorn e Bovy, 2004).

Fazendo um paralelo com a pesquisa em questão, aqui a escolha poderia ser para um caminho específico para ser atravessado a pé ou por um método que substitui a pé. Em relação à escolha de caminhos, algumas pessoas podem preferir caminhar em área com mais árvores, enquanto outras irão levar em conta a presença de declives, especialmente quando um este fator é mais presente no dia a dia do indivíduo. Em relação à escolha modal, algumas pessoas vão preferir caminhar em dias ensolarados, e outras que irão conduzir, independentemente do tempo de deslocamento e características do espaço. Portanto, as escolhas são muito relativas e individuais, o que exige um estudo aprofundado com base em cada caso, levando em conta todos os aspectos.

A escolha das pessoas, por conseguinte, apresenta um processo de tomada de decisão racional subjacente e este processo tem uma forma funcional. Dependendo do contexto comportamental, uma forma funcional específica pode ser selecionada para modelar este comportamento. No caso em questão, as preferências que definem o comportamento do consumidor podem ser representadas por uma função de utilidade – com base nas variáveis que influenciam a escolha individual. O modelo de escolha discreta (MED) foi proposto para o caso em questão, para o número de opções (variáveis) é finito e de classificação fácil. Além disso, esse modelo tem sido amplamente utilizado para análises semelhantes no campo dos Transportes.

Em relação ao MED, cabe salientar que a sua calibração pode ser realizada com base em dados agregados – média das escolhas feitas pela população (dados do censo) – ou desagregadas – as informações individuais (sobre pessoas ou viagens). De acordo com Ortúzar e Willumsen (1990) as vantagens de dados desagregados são:

- (a) a eficiência no uso de informação individual;
- (b) a variabilidade de informação individual;
- (c) o nível individual pode ser utilizado para qualquer nível de agregação;
- (d) a estimativa de parâmetros para cada uma das variáveis consideradas no modelo é explícita, o que proporciona uma certa flexibilidade para representar as variáveis ligadas a políticas de planejamento urbano;
- (e) os parâmetros estimados são de interpretação direta em termos de importância de cada variável considerada na escolha;

(f) a sua estabilidade no tempo e no espaço.

Assim, os modelos desagregados que representam escolhas discretas permitem que as probabilidades de escolha sejam estimadas com base em uma abordagem comportamental.

Nos MED, as escolhas são independentes e com base em suas utilidades individuais em relação ao conjunto de escolhas possíveis. Deste modo, os dados de estimativa dos modelos de escolha discreta probabilísticos são obtidas por meio das técnicas de preferências reveladas e declaradas (Ortúzar e Román, 2003).

Os autores afirmam que os primeiros (preferências reveladas) baseiam-se nas escolhas feitas por indivíduos trazendo eficazmente informações sobre a importância relativa das diferentes variáveis que influenciam nas suas decisões. Os outros (preferências declaradas) também procuram a mesma informação, só que neste caso, cenários hipotéticos são construídos e apresentados ao consumidor/usuário para que ele possa escolher. A principal vantagem destes métodos é que podem ser utilizados para analisar a procura de alternativas que não estão presentes no mercado. No entanto, eles têm a desvantagem de que os indivíduos nem sempre fazem o que eles dizem que vão fazer (Ortúzar e Román, 2003).

A presente pesquisa foi baseada no método da preferência declarada, em que os indivíduos foram expostos a uma série de cenários hipotéticos, e as regras de decisão foram hierárquicas e de vários critérios, de modo a permitir uma maior amplitude nos resultados.

Dado que a preferência por um determinado modo de transporte ou por um caminho é diferente para cada pessoa, ou seja, não existe uma resposta única para todos os indivíduos, foi escolhido o Modelo de Escolha Discreta Hierárquico Misto (*Mixed Nested Logit*), que considera essa variabilidade de escolha, sendo utilizando o Biogeme®, *software* para o processamento.

### **3. METODOLOGIA**

Os dados necessários para a análise das escolhas dos modos e dos caminhos foram obtidos por meio de um questionário *online* sobre a experiência de pedestres em áreas urbanas. O questionário, disponível em quatro idiomas (Português, Espanhol, Inglês e Francês), foi realizado em 2013 em vários países ao redor do mundo. A característica multi linguística foi introduzida a fim de reduzir o esforço dos inquiridos a responder e para expandir o universo de respostas. E foi composto por quatro partes: a) caracterização sociodemográfica do requerido; b) avaliação dos fatores do ambiente pedonal; c) seleção entre cenários de caminhos e d) caracterização da mobilidade diária e do perfil de uso de modos de transporte.

Foram coletadas 1.525 respostas completas ao redor do mundo, dos quais 599 eram de Portugal e 524 do Brasil. A amostra obtida apresenta um viés significativo para a população de renda mais elevada (31,75% dos inquiridos ganham mais de 3 vezes o PIB médio *per capita* anual do seu país de residência), altos níveis de educação (57,76% dos inquiridos têm grau de mestrado ou doutorado) e uma média de 35,68 anos de idade, sendo 75% dos inquiridos têm menos que 42 anos de idade. Esse viés significativo deriva do processo de disseminação da internet que usou listas de discussão acadêmicas disponíveis para alcançar os entrevistados em diferentes continentes. Apesar das características da amostra disponível, a análise obtida a partir das realidades espaciais e culturais podem permitir a obtenção de

percepções interessantes sobre as preferências em ambientes de pedestres.

Na terceira etapa do questionário (Figura 1) seleção designada entre os cenários de caminho, o entrevistado foi convidado a escolher entre duas alternativas sob diferentes condições, em três experimentos, resultando na visualização das seis situações. Estes cenários foram alimentados pelas respostas em seções anteriores do questionário (Seção 2), considerando um contexto para o deslocamento (em vários modos, porém com foco em viagens a pé). Um conjunto de características foram levadas em conta, tais como: a distância em linha reta entre a origem eo destino (em metros), o propósito viagem (trabalho, estudo, lazer, etc.), momento em que o deslocamento ocorre (manhã, tarde, à noite, etc.) e as condições climáticas (temperatura e nebulosidade) e condições de viagem específicos que podem reduzir a habilidade para caminhar, como sacos, carrinho de bebê, etc. A combinação de variáveis sob um cenário comum foi obtido através de um planejamento fatorial.

Cada par de pé alternativas de caminho é criado aleatoriamente, incluindo variáveis que foram agregados em quatro categorias: geometria (4 variáveis), a qualidade de deslocamento (8 variáveis), fluxos (3 variáveis) e configuracional (5 variáveis). As variáveis incluídas em cada grupo são apresentados na Tabela 1, que mostra os valores possíveis que podem ser apresentados ao entrevistado. Os valores apresentados incluem também fez a avaliação do entrevistado em termos de relevância da variável para ambientes de pedestres favoráveis recolhidos na Seção 2 do questionário. Assim, os cenários já apresentam uma síntese/avaliação de derivados de respostas anteriores.

Em primeiro lugar, com base nesta lista de variáveis, o inquirido foi convidado a escolher um dos dois caminhos possíveis de sua preferência tendo em conta as condições estabelecidas. A seleção foi baseada na preferência relativa de um caminho sobre o outro. Esta preferência foi discretizado em cinco níveis, usando uma escala de Likert – (a) prefiro fortemente A sobre B, (b) prefiro um pouco mais A sobre B, (c) indiferente, (d) prefiro um pouco mais B sobre A, (e) prefiro fortemente B sobre A – a fim de compreender a intensidade das preferências, tentando explorar ainda mais os *trade-offs* considerados pelo inquirido.

Após esta primeira etapa, o inquirido também foi questionado acerca das preferências de modo para a realização da mesma viagem de curta dimensão (até 2km). Inicialmente, os inquiridos foram questionados se preferiam usar o mesmo caminho do cenário pedonal selecionado, ou alternativamente, escolher o carro, sendo este modo caracterizado pelas variáveis do custo de estacionamento e combustível. Posteriormente, a eles foram perguntados se preferiam usar bicicleta, incluindo as variáveis como a presença de ciclovias e de bicicletários. Se o inquirido respondesse "sim" para ambas as perguntas, preferindo ambos os modos sobre a alternativa a pé, haveria uma terceira questão, a fim de verificar o que seria a preferência de escolha entre carro e bicicleta.

Não há pesquisas recentes que conclua que no primeiro jogo de preferências declaradas experiências, os inquiridos ainda estão inseguros sobre os procedimentos e é apenas nos seguintes jogos devem consideradas (Hess *et al.*, 2011). No entanto, no caso desta pesquisa, tais questões foram tidas em conta e todas as respostas, de todos os jogos foram considerados, a fim de ampliar a amostra e consolidar os resultados.

A fim de desenvolver um modelo de escolha simultânea de escolha modal e de caminhos,

utilizou-se um *Nested Logit Model*. Desde estavam sendo usados respostas múltiplas do mesmo inquirido, os dados foram estruturados em forma de painel, a fim de melhorar a calibração do modelo e da variabilidade da percepção das pessoas que avaliaram as alternativas.

### 4. Escolha de cenários

**Cenário 1/3**

➤ Considerando os atributos do caminho apresentado para se deslocar **A PÉ** entre o ponto de origem ao ponto de destino. Escolha entre o caminho A e B identificando o seu nível de preferência tendo em conta as variáveis apresentadas.

**Distância em linha reta ignorando barreiras entre o ponto de origem e ponto de destino da viagem:** 823 m

**Motivo da viagem:** Trabalho

**Horário do deslocamento:** Noite

**Condições climáticas:**  -20°C

★ Caso você necessite visualizar a imagem das variáveis, basta clicar em cima delas para ampliá-las.

**Caminho A**

Tipo de malha urbana: Irregular ou orgânica



Variáveis	Valor característico ou médio	Avaliação anterior
➤ Comprimento do percurso [m]	988 m	
➤ Tempo estimado do percurso [min]	15 min	

**Caminho B**

Tipo de malha urbana: Modernista ou contemporânea



Variáveis	Valor característico ou médio	Avaliação anterior
➤ Comprimento do percurso [m]	1004 m	
➤ Tempo estimado do percurso [min]	16 min	

**Figura 1** – Caracterização geral das condições de caminhos de pedestres dos jogos da preferência declarada nos questionários.

**Tabela 1** – Variáveis e valores presentes no questionário

Classificação	Variáveis
<i>Tempo</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Frio</li> <li>b) Ensolarado</li> <li>c) Nublado</li> <li>d) Chuvoso</li> </ul>
<i>Geometria</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Largura das vias Níveis: estreitas, médias e largas</li> <li>b) Largura das calçadas Níveis: sem calçadas (0,00m), estreitas (acima de 1,00m), médias (de 1,00 a 2,00m), largas (mais de 2,00m) e calçadão</li> <li>c) Declive Níveis: ruas com declive suave (menos de 2% de inclinação), ruas com declive médio (de 2 a 5% de inclinação) e vias com grandes declives (mais de 5% de inclinação)</li> <li>d) Altura dos edifícios Níveis: 1 andar, entre 2 e 4 andares, entre 5 e 10 andares e mais de 10 andares</li> </ul>
<i>Qualidade de deslocamento</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>e) Tipo de travessia de pedestres Níveis: sem faixa de pedestres, faixa de pedestres sem semáforos e faixa de pedestres com semáforos</li> <li>f) Distância entre faixa de pedestres Níveis: pequeno (até 50m), médio (de 51m a 100m) e grande (mais que 100m ou sem faixa de pedestres)</li> <li>g) Qualidade das calçadas Níveis: calçadas quase sem buracos, calçadas com uma quantidade média de buracos e calçadas com grande</li> </ul>

Classificação	Variáveis
	<p>número de buracos</p> <p>h) Organização do estacionamento Níveis: carros estacionados na calçada, carros estacionados em áreas legais e sem estacionamento na rua</p> <p>i) Presença de árvores Níveis: com muitas árvores (ambos os lados da rua – uma árvore a cada 5 metros), com algumas árvores (ambos os lados da rua – uma árvore a cada 10 metros) e sem árvores (nenhuma árvore durante ao longo do caminho)</p> <p>j) Iluminação pública Níveis: sem iluminação pública (nenhum poste de luz ao longo do caminho), iluminação ruim (1 poste de luz a cada 50 metros) e boa iluminação (2 poste de luz a cada 50 metros)</p> <p>k) Presença de mobiliário urbano Níveis: com ou sem obstáculos significativos à circulação</p> <p>l) Presença de escadas e rampas Níveis: presença de escadas, presença de rampas e nenhum obstáculo</p>
Fluxos	<p>m) Intensidade de fluxo Níveis: pequeno, médio e grande</p> <p>n) Tipo de fluxo Níveis: vias com predominância de fluxo veicular, vias com predominância de fluxo de pedestres e vias sem predominância de fluxos</p> <p>o) Segregação de fluxos Níveis: vias pedonais, vias partilhadas com modos motorizados com segregação física dos fluxos, e vias partilhadas com modos motorizados sem segregação física de fluxos</p>
Configuracional	<p>p) Diversidade de atividades na via Níveis: predominância de comércios e serviços, predominância de residências, presença de instituições públicas no quarteirão inteiro e mistura de todos os tipos de usos</p> <p>q) Circulação em espaços abertos Níveis: vias com largura constante, praças/jardins entre edifícios e grandes espaços abertos no quarteirão inteiro (e.g. praças)</p> <p>r) Presença de vias com muros altos e sem portas Níveis: muros altos, sem portas para a via, vias com mistura de muros e portas e muitas portas para a via</p> <p>s) Comprimento dos quarteirões Níveis: pequeno (menos de 30m), médio (de 30m a 50m) e grande (mais de 50m)</p> <p>t) Hierarquia da via Níveis: via local, via principal do bairro, e via principal da cidade</p>

Comparando com o cenário que escolheu, trocaria o deslocamento a pé pelo automóvel ou pela bicicleta com as seguintes características para fazer o mesmo trajeto?

Carro		Bicicleta	
Variáveis	Valor característico ou médio	Variáveis	Valor característico ou médio
Tempo de acesso ao carro no ponto de origem	3 min	Tempo de acesso à bicicleta no ponto de origem	2 min
Tempo de percurso	8 min	Tempo de percurso	8 min
Tempo de acesso do estacionamento do carro ao ponto de destino	1 min	Declive	4%
Estacionamento pago	Não	Existência de ciclovia	Sim
		Existência de estacionamento de bicicletas no ponto de destino	Não

Sim  Não

Sim  Não

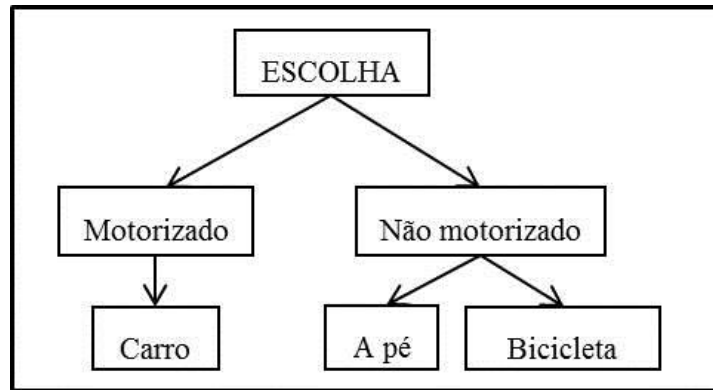
E entre o carro e a bicicleta, qual destes modos escolheria para realizar este deslocamento?

Carro  Bicicleta

Continuar >>

Figura 2 – Seção da escolha modal na preferência declarada do questionário.

Os dados disponíveis que caracterizam cada alternativa de transporte (escolha modal ou de caminhos) são definidos por uma função utilidade. Devido à natureza hierárquica do processo de decisão, uma formulação *nested* foi considerada. A estrutura *nested* utilizada é apresentada na Tabela 3. A estrutura utilizada considera a modos tipos: motorizados (estacionamento privado) e (os dois caminhos a pé e de bicicleta) não motorizados.



**Figura 3** – Escolha modal presente no *Nested Logit Model*

#### 4. RESULTADOS DO MODELO

Depois de testar várias configurações de especificação do modelo, o modelo final encontrado está apresentado na Tabela 2. A calibração do modelo obtido apresenta um ajuste de qualidade médio com um  $p^2$  de 0,163. Tanto a estrutura *nested* e painel do modelo mostrou ser significativa, sendo os parâmetros estimados apresentados na Tabela 2.

A Tabela 2 apresenta também os coeficientes obtidos nos atributos das escolha modal e dos caminhos a pé considerados na função utilidade das três alternativas. Para uma interpretação mais fácil estes atributos foram agrupados em seis categorias, dependendo do seu papel na escolha modal e de caminhos.

Em relação a alternativa constante específica ou termos independentes (ASC), os valores obtidos representam a predisposição das pessoas para escolher cada modo, e os valores de sigma (Sigma – como a variância afeta essa predisposição). Os valores mostraram uma forte preferência natural em direção ao carro, estando a bicicleta e o caminhar com valores negativos. No entanto, os altos valores de Sigma para estes dois últimos modos, mostram que algumas pessoas têm um comportamento distinto em relação à média, ou seja, preferindo estes modos fortemente ou tendo uma percepção muito negativa sobre os mesmos.

A função utilidade do carro incluído três das condições meteorológicas testadas na experiência, deixando a condição de chuva como referência e igual a 0. Os resultados obtidos mostram que essa condição de tempo é o que mais favorece a escolha de automóveis, sendo os outros coeficientes de tempo negativo. Os resultados indicam também que a condição do tempo fomenta o uso do carro estando a seguir em ordem crescente: Chuva (0,00), Nublado (-0,36), Ensolarado (-0,80) e Frio (-0,95).

Os outros atributos do modelo podem ser avaliados em termos de sua intensidade (independentemente do sinal positivo ou negativo), que influencia a escolha modal e de caminhos nas cidades portuguesas e a significância estatística (com base no valor  $p$  robusta). Como todos os atributos do modelo são binários, com a exceção do tempo de viagem, a relevância de cada atributo no processo de decisão pode ser diretamente comparada por meio dos valores dos coeficientes.

Em seguida, discutem-se os resultados para as demais variáveis do modelo ordenados pela magnitude do impacto sobre a escolha do modo e de caminhos. Essas variáveis são:



- 1) Estacionamento pago (-0,69), que mostra que o estacionamento é uma política fundamental que desviam os usuários para modos de transporte mais sustentáveis;
- 2) Presença de ciclovias (0,67), que promove significativamente o uso da bicicleta;
- 3) Noite (0,61), que aumenta a vontade de usar carro para os deslocamentos;
- 4) Ruas compartilhadas com modos motorizados (sem segregação) (-0,43), que evidencia que pedestres preferem andar em ruas de pedestres;
- 5) bicicleta Slope (-0,16), que mostra como este elemento pode penalizar significativamente andar de bicicleta;
- 6) Ausência de iluminação (-0,29), que mostra as preocupações de segurança e de segurança dos peões;
- 7) ruas pedonais (0,23), que potencializa a atividade andar;
- 8) Ausência de faixa de pedestres (-0,18), que demonstra mais uma vez as preocupações de segurança dos peões;
- 9) Ruas com declividade inferior a 2% (0,19), que evidencia a maior vontade de caminhar em áreas planas;
- 10) Tempo de viagem (-0,07), que apresentou o mesmo coeficiente para as três alternativas, mostrando a onipresença do valor de tempo, mesmo para viagens muito curtas;
- 11) O tempo de acesso para carro (-0,06), que provou ter um coeficiente menor que o tempo de viagem a respeito do uso do carro;
- 12) Ruas com muros altos (-0,17), que penaliza andando escolha do modo devido a problemas de segurança criados por falta de atividade e portas na rua;
- 13) Presença de estacionamento de bicicletas (0,45), que comprova a relevância dos parques de estacionamento para bicicletas em contextos urbanos para promover este modo;
- 14) Curtas distâncias entre faixas de pedestres (até 50m) (0,14), que evidencia que os pedestres tendem a escolher caminhos onde faixas de pedestres são frequentes;
- 15) Slope condicionado (-0,29), que demonstra pessoas carregando sacolas ou mochilas pesadas, com carrinhos de bebê, etc., tendem a evitar as ruas com declive;
- 16) ruas locais (0,12), que indica que as pessoas preferem caminhar em ruas calmas com menos tráfego;
- 17) Presença de mobiliário urbano com obstáculos significativos à circulação (-0,14), que mostra que o mobiliário urbano mal colocado pode ser uma barreira significativa para caminhar, especialmente para pedestres com deficiência;
- 18) Calçada com má pavimento (-0,15), que demonstra como esta componente de qualidade pode afetar rota e escolha o modo;
- 19) Uma boa iluminação (0,09), que uma vez ganhar provar preocupações de segurança e proteção de pedestres (especialmente durante a noite), sendo menos relevante do que ter um sistema de iluminação ruim;
- 20) Calçada com pavimento bom (0,13), que mostra menor relevância que seu atributo simétrico (mau pavimento), mostrando mais uma vez que as pessoas valorizam fortemente as sanções que os aspectos positivos;
- 21) A presença de escadas (-0,12), que mostra a relevância do esforço físico quando escolher rotas de passeio;
- 22) Ruas sem estacionamento na calçada (0,12), que indica a preferência para andar na rua com maior visibilidade e mais graus de liberdade espaciais;
- 23) Ruas com estacionamento ilegal (-0,12) que reforça a pena introduzidas por barreiras para andar como o mau colocado mobiliário urbano;
- 24) As ruas sem árvores (-0,11) que revela a diminuição da utilidade dos percursos pedestres não protegidas da exposição solar, especialmente em dias de sol;
- 25) Largura condicionado (-0,29) que mostra que as pessoas carregando sacolas pesadas ou mochilas, carrinhos de bebê, etc., apresentam uma preocupação maior em relação à largura de calçada;
- 26) Prevalência de varejo e serviços (0,09) que evidencia as preferências dos pedestres em direção ruas com a atividade, devido à segurança, mas também para a interação humana.

**Tabela 2 – Resultados da calibração do modelo hierárquico**

Atributos	Ramos da hierarquia		
	Motorizados	Não motorizados	
	CARRO	A PÉ	BICICLETA
ASC	0.00 (fixed)	-0.58*	-0.50*
Sigma	1.28***	-1.06***	-1.14***
<i>Período do dia, tempo e tempo de deslocamento</i>			
Noite	0.61***	-	-
Frio	-0.95***	-	-
Ensolarado	-0.80***	-	-
Nublado	-0.36*	-	-

<i>Atributos de tempo e custos</i>			
Tempo de acesso ao carro	-0.06**	-	-
Estacionamento pago	-0.69***	-	-
Tempo	-0.07***	-0.07***	-0.07***
<i>Geometria e infraestrutura</i>			
Ciclovias	-	-	0.67***
Declive (bicicleta)	-	-	-0.16***
Bicicletário	-	-	0.45*
Declive suave	-	0.19**	-
Declive (condicionado a bagagem)	-	-0.29*	-
Largura (condicionado a bagagem)	-	-0.17*	-
<i>Qualidade de deslocamento</i>			
Estacionamento ilegal	-	-0.12*	-
Vias sem vagas de estacionamento	-	0.12*	-
Sem árvores	-	-0.12*	-
Presença de escadas	-	-0.12*	-
Curta distância entre faixa de pedestres	-	0.14*	-
Má iluminação	-	-0.29**	-
Boa iluminação	-	0.14*	-
Presença de mobiliário urbano	-	-0.14*	-
Sem faixa de pedestres	-	-0.18**	-
Calçadas com bom pavimento	-	0.13*	-
Calçadas com má pavimento	-	-0.15*	-
<i>Fluxos</i>			
Vias pedonais		0.23**	
Vias partilhadas com modos motorizados (sem segregação)		-0.43***	
<i>Configuracional</i>			
Predominância de comércio e serviços	-	0.09*	-
Vias com presença de muros altos	-	-0.17*	-
Vias locais	-	0.12*	-
Escala Hierárquica ( $\eta$ )	1.00		1.78
0- teste de significância	-		3.46***
1- teste de significância	-		1.51*

\*\*\* nível de significância de 99%; \*\* nível de significância 95% ; \* nível de significância 90%, -\* nível de significância 80%.

Fora das variáveis que podem ser controladas pelos planejadores urbanos, ‘estacionamento pago’ apresenta a maior relevância em termos de escolha modal. Esse fato ratifica que as medidas de estacionamento nos centros urbanos combinadas com outras políticas e intervenções, podem ser um aspecto chave para promover a mobilidade sustentável.

Em relação ao uso da bicicleta, vale a pena notar o fato de haver ciclovias pode induzir fortemente as pessoas a usá-la, especialmente quando combinado com a presença de bicicletários. No entanto, a localização das ciclovias deve ser cuidadosamente estudada para evitar rotas com declives muito íngremes (declive – bicicleta). O efeito combinado dessas variáveis com ASC mais negativo e maior Sigma para este modo, indica que as pessoas têm mais resistência para usar suas bicicletas (mesmo do que para caminhar), em particular com a falta de infraestrutura cicloviária, transformando a opinião das pessoas céticas em relação à utilização deste modo.

Cabe também destacar que as variáveis encontradas como mais relevantes para a escolha de caminhos são relacionadas à infraestrutura. Por outro lado, para a escolha do modo as mais relevantes são: o clima, o tempo de viagem, o custo, o conforto e a segurança.

Vale esclarecer que algumas variáveis que foram questionadas aos inquiridos não se revelaram significativas para a escolha modal e de caminhos, e, portanto, não foram incluídas no modelo final.

A importância dos *trade-offs* devem ser destacados. Neste caso particular, alguns *trade-offs* do modelo de utilidades domésticas calculado em função do tempo de viagem, como custo não está presente no andar escolhas de rota é representado por o quanto as pessoas estão dispostas a pagar a fim de receber um determinado benefício.

Dois exemplos podem ser utilizados para exemplificar a importância dos *trade-offs* na escolha de caminhos, o primeiro relacionado à forma urbana e o outro em relação à impedância no caminhar:

(a) presença de muros altos na via (2,43), o que significa que as pessoas estão dispostas a caminhar 2,43 minutos a mais, para evitar ruas com muros altos em seus deslocamentos;

(b) declive suave (2,71), o que mostra que as pessoas estão dispostas a caminhar 2,71 minutos a mais, para evitarem ruas com inclinação superior a 5%.

Portanto, dependendo da importância dada à outra variável no *trade-off*, as pessoas estão dispostas a gastar mais tempo em seus deslocamentos globais.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este artigo apresenta um novo modelo de escolha modal e de caminhos, formulado sob uma abordagem de modelo de escolha discreta, no qual obteve um bom ajuste e capacidade de previsão com base nas respostas dos inquiridos.

Os resultados mostraram que os fatores considerados muito importantes para a escolha do modo dos inquiridos estão relacionados com o tempo, os custos de viagem e tempo de viagem. Em termos de escolha de caminhos, os fatores mais relevantes aqueles relacionados ao conforto, segurança e forma urbana. Para os ciclistas, a presença de ciclovias e bicicletários foram os elementos-chave que impulsionaram a escolha. Com base nestes resultados, o carro foi confirmado como sendo o mais amplamente modo escolhido pelas pessoas, seguido da caminhada e da bicicleta.

Em termos de metodologia, o modelo de escolha discreta numa formulação combinada e hierárquico acaba por ser uma inovação na literatura, uma vez que não há modelos com os mesmos tipos de especificações que permitem identificar o impacto dos atributos, tanto na escolha modal como na de caminhos, simultaneamente. Ademais, considera-se um contributo relevante a integração de elementos relacionados à configuração urbana com as preferências declaradas dos inquiridos.

Embora os resultados obtidos tenham sido bastante satisfatórios, devemos reconhecer uma tendência significativa da amostra em relação às pessoas com nível de escolaridade muito alto e estratos de renda mais elevada.

Finalmente, o modelo proposto pode resultar em um instrumento muito útil e abrangente para avaliar opções de pedestres, apoiando o uso do solo e planejamento da mobilidade à escala local.

Novos desenvolvimentos deste estudo podem considerar uma expansão na amostra, tanto em termos geográficos e socioeconômicos. A fim de compreender o comportamento de viagem de um determinado local e obter dados que podem potencialmente influenciar a política pública tomada de decisões, é fundamental para ampliar o banco de dados para incluir todos os setores da sociedade. Este seria corrigir o viés de amostra por levantamento de uma maior diversidade dos inquiridos (especialmente em matéria de rendimentos, níveis de escolaridade e idade). Além disso, a compreensão do comportamento humano em direção itinerante poderia se beneficiar de uma amostra geográfica mais ampla, uma vez que o número de respostas coletadas tenha sido insuficiente para calibrar o modelo de escolha discreta em outras regiões do mundo.

#### **Agradecimentos**

Gostaríamos de agradecer a todas as instituições ou organizações que ajudaram na divulgação do questionário baseado na web que foi desenvolvido para este estudo ([http://www.civil.ist.utl.pt/~martinez/Inquerito\\_AP/index.html](http://www.civil.ist.utl.pt/~martinez/Inquerito_AP/index.html)). Especialmente deve mencionar (WCTRS, MIT-Portugal, Instituto Superior Técnico (IST), a Rede de Polos Geradores de Viagens (Rede PGV) e o Grupo de Estudos em Transportes (GET).

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Ben-Akiva, M & Lerman, SR (1985), *Discrete Choice Analysis*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Bottom, J, et al. (1999), 'Investigation of route guidance generation issues by simulation with DynaMIT', *Transportation and Traffic Theory*, pp. 577-600.
- Clifton, KJ, et al. (2007), 'The development and testing of an audit for the pedestrian environment', *Landscape and Urban Planning*, vol. 80, no. 1-2, pp. 95-110.
- Dieleman, FM, et al. (2002), 'Urban form and travel behaviour: Micro-level household attributes and residential context', *Urban Studies*, vol. 39, no. 3, pp. 507-27.
- Frank, LD, et al. (2006), 'Many pathways from land use to health - Associations between neighborhood walkability and active transportation, body mass index, and air quality', *Journal of the American Planning Association*, vol. 72, no. 1, pp. 75-87.
- Giles-Corti, B (2006), 'People or places: What should be the target?', *Journal of Science and Medicine in Sport*, vol. 9, no. 5, pp. 357-66.
- Greenwald, M & Boarnet, M (2001), 'Built Environment as Determinant of Walking Behavior: Analyzing Nonwork Pedestrian Travel in Portland, Oregon', *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, vol. 1780, no. -1, pp. 33-41.
- Handy, S (1996), 'Urban Form and Pedestrian Choices: Study of Austin Neighborhoods', *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, vol. 1552, no. -1, pp. 135-44.
- Krambeck, H & Shah, J (2008), 'Evaluating and Comparing Quality of Pedestrian Infrastructure and Services Across Developing Cities: Global Walkability Index', in *8<sup>th</sup> Annual Meeting of the Transportation Research Board*, Washington D.C.
- Lee, C & Moudon, AV (2006), 'The 3Ds+R: Quantifying land use and urban form correlates of walking', *Transportation Research Part D-Transport and Environment*, vol. 11, no. 3, pp. 204-15.
- Leslie, E, et al. (2005), 'Residents' perceptions of walkability attributes in objectively different neighbourhoods: a pilot study', *Health & Place*, vol. 11, no. 3, pp. 227-36.
- Owen, N, et al. (2004), 'Understanding environmental influences on walking: Review and research agenda', *American Journal of Preventive Medicine*, vol. 27, no. 1, pp. 67-76.
- Schlossberg, M, et al. (2006), 'School trips - Effects of urban form and distance on travel mode', *Journal of the American Planning Association*, vol. 72, no. 3, pp. 337-46.