

# INTEGRAÇÃO DE USOS DO SOLO E TRANSPORTES EM CIDADES DE MÉDIA DIMENSÃO

Integration Of Land Use And Transport  
In Medium-sized Cities

COORDENADORES

Rui Amaro Alves  
David de Sousa Vale

CASTELO BRANCO

FARO

SANTARÉM

VILA REAL

LIVROS  
HORIZONTE

**Organizadores:**

Rui Amaro Alves (UTAD)

David de Sousa Vale (FA-ULisboa)

INTEGRAÇÃO DE USOS DO SOLO  
E TRANSPORTES EM CIDADES  
DE MÉDIA DIMENSÃO

**Autores:**

David de Sousa Vale

Manuela Rosa

Mauro Pereira

Miguel Saraiva

Ricardo Bento

Rui Amaro Alves

Stephen Marshall

LIVROS  

---

HORIZONTE



**utad**

**CiAUD**  
FACULDADE DE ARQUITETURA  
UNIVERSIDADE DE LISBOA

 **UAlg**  
UNIVERSIDADE DO ALGARVE

**FCT** Fundação  
para a Ciência  
e a Tecnologia

  
**COMPETE**  
PROGRAMA OPERACIONAL FACTORES DE COMPETITIVIDADE

Coleção Horizonte de Arquitetura 83018

*Título:*

Integração de Usos de Solo e Transportes em Cidades de Média Dimensão

*Organização:*

Rui Amaro Alves (UTAD)

David de Sousa Vale (FA-ULisboa)

@ Livros Horizonte, 2018

ISBN: 978-972-24-1863-8

Capa e paginação:

Salomé Esteves (Gabinete de Comunicação da FA-ULisboa)

Impressão:

Europress – Indústria Gráfica

Junho de 2018

Dep. Legal n.º 441272/18

Reservados todos os direitos de publicação  
total ou parcial para a língua portuguesa por

LIVROS HORIZONTE, LDA.

Rua das Chagas, 17-1.º Dt.º - 1200-106 LISBOA

E-mail: geral@livroshorizonte.pt

www.livroshorizonte.pt

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação para a Ciência e Tecnologia o apoio financeiro concedido ao projeto de investigação INLUT - *Integração de usos do solo e transportes em cidades de média dimensão* (PTDC/AUR-URB/111013/2009), através do Programa COMPETE do Quadro de Referência Estratégico 2013-2017, do qual resultou a presente obra; à Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, à Universidade do Algarve, à Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa e ao Instituto Politécnico de Castelo Branco, instituições de ensino e investigação às quais pertencem que apoiaram o desenvolvimento do projeto de investigação; às Camaras Municipais de Castelo Branco, Faro, Santarém e Vila Real, que governam as cidades que fizeram parte dos casos de estudo e que também apoiaram o projeto; à Direção Geral do Território pelo apoio manifestado na organização do seminário internacional do projeto e da exposição que nele esteve incluída.

No projeto além dos investigadores permanentes - Rui Amaro Alves, David de Sousa Vale, Manuela Rosa e Ricardo Bento, participaram também os investigadores Celeste Gameiro, José Rodrigues, Luís Ramos, Sara Madeira e Sérgio Duarte Bispo. André Duarte Gomes, José Gonçalves, Luís Martins, Mauro Pereira, Miguel Saraiva e Ricardo Afonso foram bolseiros do projeto. Álvaro Costa, Fernando Nunes da Silva, Helena Titheridge, Robert Stussi, Stephen Marshall e Teresa Sá Marques foram consultores do projeto. Colaboraram, ainda, pontualmente, em algumas atividades, Catarina Martins, Catarina Rodrigo, Fábio Rodrigues e Hugo Garcia.

Um agradecimento especial à Salomé Esteves, a quem coube a difícil tarefa de preparar a versão final da obra e proceder ao seu tratamento gráfico.

A todos aqueles que, de alguma forma, colaboraram com a equipa no desenvolvimento do projeto de investigação e, conseqüentemente, contribuíram para que esta obra se concretizasse.



## NOTAS BIOGRÁFICAS

**Rui Amaro Alves** é Licenciado em Geografia e Planeamento Regional pela Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa, e Mestre e Doutor em Planeamento Regional e Urbano pelo Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa. Atualmente é docente da Unidade Técnico Científica de Engenharia Civil da Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico de Castelo Branco. Foi Diretor-geral e Subdiretor-geral da Direção Geral do Território. Foi coordenador dos projetos de investigação “*Integração entre Usos do solo e Transportes em Cidades de Média Dimensão*” (INLUT) e “*Rede Urbana e Acessibilidades. Transformações Recentes na Organização do Território*” (RUAOT), financiados pela Fundação para Ciência e a Tecnologia, “*Deslocações para a escola na cidade de Castelo Branco. Por uma mobilidade mais sustentável*”, financiado pela Fundação Calouste Gulbenkian, e “*Mobilidade Sustentável*” em Castelo Branco e Idanha-Nova, financiado pela Agência Portuguesa do Ambiente. Consultor especialista em ordenamento do território, planeamento territorial e urbano, desenvolvimento territorial e urbano, urbanismo sustentável, mobilidade e transportes e sistemas de informação geográfica. Autor de diversos trabalhos científicos e técnicos publicados, nas áreas acima referidas, sendo autor da obra *Políticas de Planeamento e Ordenamento do Território no Estado Português*.

**David de Sousa Vale** é Licenciado em Geografia e Planeamento Regional pela Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa, Mestre em Sistemas de Informação Geográfica pelo Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa, e Doutor em Architecture, Planning and Landscape pela Newcastle University, Reino Unido. ). Atualmente é professor auxiliar na Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa, lecionando disciplinas de Geografia Urbana, Sistemas Viários e Transportes, Sistemas de Informação Geográfica e Equipamentos Colectivos. Desenvolve investigação e consultoria no domínio do Planeamento Regional e Urbano e Planeamento de Transportes, especificamente na integração de planeamento de usos do solo e planeamento de transportes, na análise e construção de indicadores de acessibilidade multimodal e pedonal (caminhabilidade), e na relação das características do ambiente construído com os padrões de mobilidade e o estado de saúde da população.

## ÍNDICE GERAL

1 · INTRODUÇÃO .....	13
2 · AMBIENTE CONSTRUÍDO, TRANSPORTES E MOBILIDADE .....	17
2.1 · Introdução .....	17
2.2 · Dimensões do Ambiente Construído com Influência na Mobilidade .....	18
2.2.1 · Acessibilidade: Uma Característica do Ambiente Construído .....	20
2.2.2 · Modelo Comportamental do Ambiente .....	20
2.3 · Dificuldades na Investigação das Relações entre Ambiente Construído e Mobilidade .....	22
2.3.1 · Dificuldades em Comparar Resultados Provenientes de Metodologias <i>Ad Hoc</i> .....	22
2.3.2 · A Medição da Diversidade .....	23
2.3.3 · Auto-seleção, Atitudes e Características Sócio-económicas .....	26
2.3.4 · Medição da Acessibilidade aos Locais .....	27
2.3.5 · Contexto Espacial e Urbano .....	29
2.4 · Conclusões .....	33
3 · INTEGRATING LAND USE AND TRANSPORT: AN EVOLUTIONARY PERSPECTIVE.....	35
3.1 · Introduction .....	35
3.2 · Integrater Planning: A Historical Sketch .....	36
3.3 · Land Use-Transport Interactions.....	38
3.4 · An Evolutionary Perspective.....	40
3.5 · Implications For Integration.....	43
3.6 · Conclusions.....	44
4 · METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DAS RELAÇÕES ENTRE AMBIENTE CONSTRUÍDO, TRANSPORTES E MOBILIDADE .....	45
4.1 · Objetivo e Objeto da Investigação .....	45
4.2 · Questões Conceptuais .....	47
4.3 · Desenvolvimento .....	50
4.4 · Estruturação do Sistema de Informação Geográfica .....	51
4.5 · Base de Dados .....	54
4.6 · Uniformização da Informação .....	55
4.7 · Áreas Homogéneas .....	59
4.8 · Inquérito à Mobilidade .....	60
4.9 · Informação sobre Usos do Solo e Atividades .....	63
4.10 · Programação de <i>Outputs</i> e da sua Análise .....	64
4.11 · Variáveis e Indicadores de Ambiente Construído .....	65
4.12 · Análise Estatísticas e Tratamento de Resultados .....	78

<b>5 · AVALIAÇÃO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO E DOS PADRÕES DE MOBILIDADE NAS CIDADES DE CASTELO BRANCO, FARO, SANTARÉM E VILA REAL</b> .....	81
5.1 · Contexto Biofísico e Socio-económico .....	81
5.2 · Usos do Solo e Transportes .....	86
5.2.1 · Malhas Urbanas .....	87
5.2.2 · Usos do Solo .....	88
5.2.3 · Redes de Circulação e Transportes .....	90
5.2.4 · Estacionamento .....	91
5.2.5 · Transportes Públicos .....	91
5.2.6 · Indicadores Urbanísticos Relativos ao Uso do Solo e aos Transportes .....	92
5.3 · Características do Ambiente Construído .....	94
5.3.1 · Indicadores de Densidade .....	98
5.3.2 · Indicadores de Diversidade .....	100
5.3.3 · Indicadores de Conectividade .....	102
5.3.4 · Indicadores de Acessibilidade .....	104
5.3.5 · Indicadores de Design .....	106
5.3.6 · Indicadores de Topografia .....	108
5.4 · Padrões e Atitudes de Mobilidade Manifestadas .....	109
5.4.1 · Condições Socio-económicas dos Inquiridos .....	109
5.4.2 · Atitudes .....	113
<b>6 · MODELAÇÃO DAS RELAÇÕES ENTRE O AMBIENTE CONSTRUÍDO, A ACESSIBILIDADE E A MOBILIDADE EM CIDADES DE MÉDIA DIMENSÃO</b> .....	141
6.1 · Medição da Acessibilidade Ativa .....	141
6.2 · Influência da Função de Impedância na Medição de Acessibilidade Pedonal .....	144
6.3 · Relação entre Ambiente Construído e Mobilidade em Cidades de Média Dimensão .....	152
6.4 · Influência do Ambiente Construído dos Destinos na Mobilidade Pedonal .....	156
<b>7 · CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b> .....	161
<b>8 · BIBLIOGRAFIA</b> .....	167

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIG. 2.1 · Modelo comportamental do ambiente (adaptado de Moudon e Lee, 2003) .....	21
FIG. 2.2 · Cidades estatísticas em Portugal (Fonte: Adaptado de INE, Anuário Estatístico de 2015) .....	29
FIG. 2.3 · Repartição modal das viagens por classes de dimensão de efetivo populacional concelhio (Fonte: INE, XIV Recenseamento Geral da População, 2011) .....	31
FIG. 4.1 · Cidades médias objeto do estudo e seu enquadramento no território do continente português.....	46
FIG. 4.2 · Área em estudo em cada cidade (sem escala).....	47
FIG. 4.3 · Modelo conceptual de caracterização do ambiente construído .....	48
FIG. 4.4 · Modelo conceptual para explicação da relação entre o ambiente construído e a mobilidade.....	49
FIG. 4.5 · Modelo conceptual para a definição das afirmações.....	49
FIG. 4.6 · Esquema do processo de trabalho do projeto.....	50
FIG. 4.7 · Esquema das entidades e relações da base de dados .....	54
FIG. 4.8 · Modelo conceptual para a definição de áreas homogêneas .....	59
FIG. 4.9 · Processo de revisão e desenho das afirmações utilizadas no inquérito .....	61
FIG. 4.10 · Localização espacial do local de residência e do local de destino dos inquiridos em Castelo Branco e Faro .....	63
FIG. 4.11 · Localização espacial do local de residência e do local de destino dos inquiridos em Santarém e Vila Real .....	64
FIG. 5.1 · Enquadramento das cidades no território do continente.....	82
FIG. 5.2 · Altitude e espaços edificados.....	83
FIG. 5.3 · Classes de declive com a malha urbana.....	84
FIG. 5.4 · Evolução da população nas cidades.....	85
FIG. 5.6 · Índice de poder de compra, em 2011.....	86
FIG. 5.7 · Malha urbana.....	87
FIG. 5.8 · Usos do solo.....	88
FIG. 5.9 · Usos do solo (em valor absoluto e percentual).....	89
FIG. 5.10 · Indicadores sobre a extensão das vias de circulação.....	90
FIG. 5.11 · Percentagem de edifícios inseridos em classes de densidade habitacional .....	95
FIG. 5.12 · Distribuição espacial do índice de utilização.....	97
FIG. 5.13 · Percentagem de edifícios segundo classes de edifícios unifamiliares.....	98
FIG. 5.14 · Distribuição espacial das áreas de construção afetas a atividades ou funções não residenciais.....	99
FIG. 5.15 · Percentagem de edifícios segundo classes do Rácio de área de influência pedonal.....	101
FIG. 5.16 · Representação espacial do rácio de influência pedonal nas quatro cidades.....	102
FIG. 5.17 · Classes de distribuição da distância dos edifícios à paragem mais próxima (gráfico) .....	104
FIG. 5.18 · Classes de distribuição da distância dos edifícios à paragem mais próxima (mapa).....	105
FIG. 5.19 · Distribuição espacial da percentagem de área de circulação pedonal .....	107
FIG. 5.20 · Classes de percentagem de edifícios inseridos em áreas com declive inferior a 8%.....	108
FIG. 5.21 · Distribuição espacial da percentagem de edifícios inseridos em área com declive inferior a 8%.....	109
FIG. 5.22 · Pirâmides etárias dos inquiridos.....	110

FIG. 5.23 · Número de inquiridos por habilitação literária.....	111
FIG. 5.24 · Situação dos inquiridos face ao mercado de trabalho .....	111
FIG. 5.25 · Tipologia dos fogos de residência dos inquiridos.....	112
FIG. 5.26 · Caracterização das atitudes dos inquiridos face às deslocações - Transportes públicos.....	114
FIG. 5.27 · Caracterização das atitudes dos inquiridos face às deslocações - Automóvel.....	115
FIG. 5.28 · Caracterização das atitudes dos inquiridos face às deslocações - Veículos elétrico e transportes públicos .....	116
FIG. 5.29 · Caracterização das atitudes dos inquiridos face ao ambiente construído.....	119
FIG. 5.30 · Caracterização das atitudes dos inquiridos face às deslocações - Modos ativos.....	117
FIG. 5.31 · Caracterização das atitudes dos inquiridos face aos hábitos - Ambiente.....	120
FIG. 5.32 · Caracterização das atitudes dos inquiridos face aos hábitos - Saúde.....	121
FIG. 5.33 · Caracterização das atitudes dos inquiridos face aos hábitos - Organização .....	122
FIG. 5.34 · Posse de veículos pelos inquiridos.....	123
FIG. 5.35 · Percentagem de viagens efetuadas pelos inquiridos num dia.....	125
FIG. 5.36 · Percentagem de viagens realizadas pelos inquiridos por modo de transporte e por motivo da viagem .....	125
FIG. 5.37 · Percentagem de viagens realizadas pelos inquiridos por modo de transporte e por distância	127
FIG. 5.38 · Viagens realizadas em modos ativos e automóvel.....	128
FIG. 5.39 · Viagens realizadas em modos ativos e automóvel (valor acumulado).....	129
FIG. 5.40 · Razões apontadas pelos inquiridos para a escolha do modo de transporte .....	130
FIG. 5.41 · Hora de início da primeira viagem realizada pelos inquiridos.....	131
FIG. 5.42 · Hora de início das viagens efetuadas pelos inquiridos segundo o modo de transporte.....	131
FIG. 5.43 · Distâncias totais percorridas pelos inquiridos no dia do inquérito, por modo de transporte e por cidade .....	132
FIG. 5.44 · Duração das viagens realizadas pelos inquiridos por meio de transporte e por duração da viagem .....	134
FIG. 5.45 · Duração das viagens realizadas pelos inquiridos por meio de transporte e por duração da viagem	135
FIG. 5.46 · Distância total percorrida pelos inquiridos por modo de transporte e por classe de idade.....	136
FIG. 5.47 · Percentagem de viagens realizadas pelos inquiridos por modo de transporte e por classe etária.	137
FIG. 5.48 · Percentagem de viagens realizadas pelos inquiridos por modo de transporte e por classe de rendimento .....	138
FIG. 5.49 · Percentagens de viagens realizadas pelos inquiridos por modo de transporte e por habilitações literárias .....	138
FIG. 5.50 · Percentagem de viagens realizadas pelos inquiridos por modo de transporte e por nível de qualificação dos inquiridos .....	139
FIG. 6.1 · Relação entre fatores do ambiente construído e de acessibilidade em modos ativos.....	142
FIG. 6.2 · Principais funções de impedância usadas na medição de acessibilidade.....	144
FIG. 6.3 · Representação espacial das medidas de acessibilidade, com indicação do valor de I de Morgan....	146

<b>FIG. 6.4</b> · Indicadores locais de associação espacial (LISA) para os indicadores de acessibilidade .....	147
<b>FIG. 6.5</b> · Diferença máxima no valor de cada medida de acessibilidade e a sua relação com a distância à escola mais próxima, para cada edifício analisado .....	148
<b>FIG. 6.6</b> · Função cumulativo-gaussiana com duas especificações .....	149
<b>FIG. 6.7</b> · Estimativas estandardizadas dos parâmetros do modelo dos efeitos do ambiente construído na mobilidade dos residentes das quatro cidades em estudo (n=3149) .....	154
<b>FIG. 6.8</b> · Modelo conceptual das determinantes da mobilidade pedonal .....	156
<b>FIG. 6.9</b> · Estimativas estandardizadas dos parâmetros do modelo dos efeitos do ambiente construído da origem e do destino na mobilidade .....	157

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro. 2.1 · Comparação entre a dimensão demográfica da maior aglomeração e a dimensão demográfica de cidades médias, em alguns países europeus (Fonte: Marques da Costa, 2002) .....	30
Quadro 4.2 · Entidades geográficas representadas por pontos.....	51
Quadro 4.3 · Entidades geográficas representadas por linhas.....	52
Quadro 4.4 · Entidades geográficas representadas por polígonos .....	53
Quadro 4.5 · Categorias adotadas para a classificação dos usos do solo .....	55
Quadro 4.6 · Categorias adotadas para a classificação dos equipamentos coletivos.....	56
Quadro 4.7 · Classificação das atividades ou funções não residenciais.....	58
Quadro 4.8 · Velocidades utilizadas para a modelação das redes de circulação .....	58
Quadro 4.9 · Dados de amostra.....	62
Quadro 5.1 · Indicadores sobre veículos motorizados e estacionamento .....	91
Quadro 5.2 · Indicadores sobre a rede de transportes públicos.....	91
Quadro 5.3 · Indicadores urbanísticos relativos aos usos do solo .....	94
Quadro 5.4 · Indicadores de caracterização do ambiente construído calculados - Densidade.....	95
Quadro 5.5 · Indicadores de caracterização do ambiente construído calculados - Diversidade .....	98
Quadro 5.6 · Indicadores de caracterização do ambiente construído calculados - Conectividade.....	100
Quadro 5.7 · Indicadores de caracterização do ambiente construído calculados - Acessibilidade.....	103
Quadro 5.8 · Indicadores de caracterização do ambiente construído calculados - Design.....	106
Quadro 5.9 · Indicadores de caracterização do ambiente construído calculados - Topografia.....	108
Quadro 5.10 · Rendimento médio líquido dos agregados familiares dos inquiridos.....	112
Quadro 5.11 · Potencial de mobilidade dos inquiridos .....	113
Quadro 5.12 · Número de viagens efetuadas por modo de transporte.....	124
Quadro 5.13 · Distâncias totais percorridas pelos inquiridos no dia do inquérito, por modo de transporte e por cidade .....	133
Quadro 6.1 · Medidas de acessibilidade pedonal analisadas.....	145
Quadro 6.2 · Variáveis utilizadas nos modelos de quações estruturais para as quatro cidades em estudo.....	154
Quadro. 6.3 · Estimativas estandardizadas diretas e indiretas na mobilidade pedonal.....	158

## ÍNDICE DE TABELAS

TABLE. 3.1 · <i>Interactions between transport and urban change processes</i> (Source: Wegener, 2007).....	38
--	----



## 1 · INTRODUÇÃO

Rui Amaro Alves · David de Sousa Vale

O interesse pelo estudo e pela investigação sobre as relações entre os usos do solo, a forma ou estrutura urbanas, e os transportes e a mobilidade, no quadro da promoção do desenvolvimento urbano sustentável, teve um forte incremento no final do século passado.

As primeiras abordagens manifestaram um cariz muito setorial. Se a problemática dominante era centrada no planeamento urbano e nos usos do solo procuravam compreender os impactos nos transportes numa lógica de garantir a satisfação da procura de transportes (derivada da procura). Quando a lógica dominante se encontrava na esfera dos transportes, as preocupações com os usos do solo centravam-se na criação de condições favoráveis ao desenvolvimento urbano em espaços onde a oferta de transportes poderia garantir os usos do solo (derivada da oferta).

As abordagens mais contemporâneas revelaram-se mais compreensivas e integradoras, fazendo a síntese entre as duas anteriores, e partem da premissa de que os dois setores se influenciam mutuamente e que existem efeitos de *feedback* que devem ser considerados.

Os estudos conhecidos sobre as relações entre os usos do solo e os transportes privilegiaram contextos urbanos de grande dimensão, do ponto de vista físico e populacional, regiões urbanas, áreas metropolitanas ou grandes cidades. Todavia, existe um número elevado de cidades de pequena e média dimensão onde reside uma parcela importante da população mundial. Estas cidades, face às suas características, sobretudo de dimensão física e populacional, apresentam padrões de mobilidade específicos que as diferenciam das áreas urbanas de grande dimensão. O ambiente construído dessas cidades, os hábitos e padrões de mobilidade dos seus residentes e as relações de interdependência que se estabelecem entre aquelas dimensões naquelas realidades urbanas não podem ser negligenciados em termos de objeto de investigação. Por outro lado, tendo em vista a ação e a promoção de uma mobilidade urbana mais sustentável, num processo global de desenvolvimento também ele sustentável, a procura de um maior e melhor conhecimento sobre a integração dos usos do solo e dos transportes e mobilidade em realidades espaciais e urbanas diversificadas fortalece o quadro estratégico para a definição das políticas e para ação, sendo, por isso, indispensável.

Esta obra resulta das atividades desenvolvidas no quadro do Projeto de Investigação PTDC/AUR-URB/111013/2009, intitulado *Integração de usos do solo e transportes em cidades de média dimensão (INLUT)*, que decorreu entre janeiro de 2012 e junho de 2015, e teve como casos de estudo as cidades médias portuguesas de Castelo Branco, Faro, Santarém e Vila Real, às quais foi aplicada uma metodologia comum.

O objetivo principal do projeto foi o estudo e a modelação das relações de interação entre os usos do solo e os transportes em cidades de média dimensão, complementando, assim, os estudos desenvolvidos no âmbito internacional e focados, essencialmente, em grandes áreas urbanas. Partiu-se da hipótese de que o ambiente construído (usos do solo) e os transportes desenvolvem relações de interdependência que interferem nos comportamentos e atitudes de deslocação (mobilidade) das pessoas e produzem padrões específicos de mobilidade urbana em cidades de média dimensão. Pretendia-se, ainda, introduzir as políticas urbanas como terceira dimensão explicativa desses comportamentos, atitudes e padrões de mobilidade.

No plano operacional, pretendia-se estabelecer comparações, a um nível macro, entre as quatro cidades envolvidas; a um nível meso, entre bairros das diferentes cidades; e a um nível micro, entre bairros de uma mesma cidade. A partir dos resultados obtidos seria possível estabelecer comparações com outras realidades territoriais internacionais distintas, a diversos níveis.

Em Portugal, nas 159 cidades classificadas para fins estatísticos, pelo Instituto Nacional de Estatística, residem cerca de 4,5 milhões de habitantes. Apenas Lisboa e Porto, apresentam população residente superior a 200 mil habitantes, num total de 7 cidades com mais de 100 mil habitantes. Nas áreas metropolitanas de Lisboa e do Porto residem cerca de 2,8 e 1,8 milhões de habitantes, respetivamente. Das 59 cidades classificadas como cidades médias, 46 tinham menos de 20 000 habitantes.

Os padrões de mobilidade destas cidades de pequena e média dimensão apresentam uma grande diversidade e heterogeneidade, embora existam alguns indicadores comuns a todas elas. No geral, o número médio de viagens *per capita* é maior quando comparado com cidades maiores, o transporte individual motorizado (automóvel particular) é o meio mais utilizado nas deslocações casa-trabalho e casa-escola, representando mais de metade das viagens. As redes de transportes públicos não são suficientemente desenvolvidas para satisfazer as necessidades de mobilidade da população e enfrentam dificuldades para se assumirem como um modo de transporte alternativo ao automóvel particular. As viagens realizadas em transporte público coletivo situam-se abaixo dos 10%. As deslocações pedonais constituem um modo importante, representando mais de um quarto de todas as viagens realizadas nessas cidades. Cerca de 60% das viagens apresentam duração inferior a 15 minutos e mais de 80%, inferior a 30 minutos, que é uma consequência óbvia do tamanho das cidades, conjugada com a quase total ausência de congestionamentos e a facilidade em aceder a estacionamento na área urbana. Embora algumas cidades apresentem características favoráveis à utilização de outros modos ativos de deslocação, como o uso da bicicleta, estes não apresentam qualquer significado.

O conhecimento das razões que estão na base deste padrão dominante de mobilidade e da medida em que o ambiente construído e os transportes nestas cidades se inter-relacionam para o produzir, tendo em vista a ação e a promoção de padrões de mobilidade urbana mais sustentáveis, é mais do que justificável.

A obra encontra-se organizada em seis capítulos. O capítulo seguinte versa sobre o estado da arte das relações entre o ambiente construído (usos do solo) e os transportes e mobilidade, em que é efetuada a revisão e atualização da literatura sobre a temática e se procura compreender a evolução do conhecimento sobre aquelas relações de interdependência e os seus impactos nas decisões sobre modos de deslocação das pessoas. Nele, faz-se o estudo de como foi evoluindo conceptualmente a dimensão do ambiente construído e a forma como este interage com o comportamento humano em termos de deslocações, os resultados alcançados e as dificuldades encontradas em outros estudos e as fragilidades que existem em estabelecer comparações entre resultados provenientes de metodologias distintas. Conclui-se o capítulo com uma reflexão sobre os padrões de mobilidade que caracterizam os contextos espaciais e urbanos das cidades de pequena e média dimensão, em Portugal. Este capítulo e o seguinte, em conjunto, constituíram o quadro de referência teórico que suportou o desenvolvimento do projeto.

No terceiro capítulo, Stephen Marshall traça uma perspetiva evolutiva sobre o planeamento urbano integrado e as interações entre os usos do solo e os transportes e as suas implicações para o planeamento das cidades. Para o autor, usos do solo e transporte interagem num sistema dinâmico contínuo, em que ocorrem um conjunto complexo de relações entre agentes e resultados com impactos diversos, que se manifestam com intensidade diferenciada. A modelação das relações entre os usos do solo e os transportes seguiu três linhas

de orientação e de conceptualização ao longo do tempo. Uma, mais antiga, centrada no uso do solo com preocupações tipicamente de transporte, outra, posterior, centrada nos transportes com preocupações de usos do solo e desenvolvimento urbano e uma terceira, mais contemporânea, que faz a síntese entre as duas anteriores, em que os usos do solo e os transportes se influenciam mutuamente e se procura integrar preocupações de ambas. Numa perspetiva evolutiva da integração entre uso do solo e transportes, numa lógica *darwiniana* da evolução biológica, Marshall defende que necessitamos de uma mentalidade diferente que esteja atenta ao potencial de transformação adaptativa e evolutiva, que atente, por um lado, à evolução das cidades e aos novos padrões de consumo e de comportamento humano, e, por outro, às inovações que possam surgir, também fora dos setores do planeamento urbano e dos transportes. Na era atual, coexistem e combinam-se modos tradicionais e históricos de ocupação do solo com soluções e tecnologias de transportes muito evoluídas e padrões recentes de ocupação do solo que procuram reproduzir modos de transportes mais antigos. O potencial das tecnologias de informação e de comunicação - quando associados aos transportes e aos usos do solo -, altera as relações espaço-tempo e pode gerar novo conhecimento sobre a integração dos usos do solo e dos transportes que necessita de ser amadurecido.

O capítulo quatro explicita a metodologia desenvolvida no quadro do projeto. Nele são apresentados os objetivos e o objeto da investigação realizada, é abordado o modelo concetual de caracterização do ambiente construído enquanto variável condensada que representa os dos usos do solo no estudo das inter-relações entre estes e os transportes, as diferentes fases e tarefas desenvolvidas em cada uma delas, as técnicas utilizadas, como a conceção e a estruturação das bases de dados e o sistema de informação geográfica e o seu carregamento, e as variáveis e os indicadores calculados, a conceção, realização e tratamento do inquérito à mobilidade, as análises estatísticas e tratamento dos resultados, e a escolha dos modelos estatísticos para o estudo das relações entre usos do solo e os transportes.

O quinto capítulo caracteriza o ambiente construído de cada cidade caso de estudo com base na metodologia adotada no capítulo anterior, estabelecendo a comparação entre as quatro cidades em seis dimensões (densidade, diversidade, topografia, conectividade, acessibilidade e design) constituídas por trinta indicadores. Apresenta, também, resultados de um inquérito realizado sobre atitudes e padrões de mobilidade dos inquiridos agregados nas quatro cidades e desagregados por cidade, onde são abordadas questões relacionadas com os hábitos de deslocações diárias, número de deslocações, horas das deslocações, modos utilizados, motivos das deslocações, distâncias percorridas e questões de atitudes.

O sexto capítulo apresenta os resultados alcançados no quadro da modelação das relações de interdependência entre usos do solo e transportes, no caso de estudo da cidade de Santarém. Considerando a repartição modal observada nas quatro cidades, nas quais os modos pedonais desempenham um papel muito relevante nas deslocações das pessoas, a modelação focou-se, inicialmente, em métodos de medição de acessibilidade em modos ativos e nas relações que os indivíduos apresentam relativamente à perceção que têm de distâncias pedonais. Numa fase seguinte, a modelação incidiu sobre as relações entre o ambiente construído e a mobilidade, com recurso a análise confirmatória de dados, através de modelos de equações estruturais. Para além da análise das relações existentes entre o ambiente construído e os transportes e a mobilidade, fazendo uso das variáveis normalmente utilizadas em outros estudos semelhantes, em outras realidades espaciais e urbanas distintas das cidades em estudo, foi efetuada uma análise inovadora e complementar considerando o ambiente construído em dois contextos distintos: as origens (a casa) e os destinos (o emprego ou escola)-, de forma a poder comparar-se a influência relativa de cada uma na explicação da mobilidade dos indivíduos. Dadas as

insuficiências da informação disponível no sistema estatístico nacional, a informação utilizada foi obtida *in loco*, através de levantamentos de campo e de inquéritos, tendo sido georreferenciada no edifício, e de análises espaciais realizadas no SIG de cada cidade.

No último capítulo, são apresentadas algumas das dificuldades sentidas na investigação, bem como conclusões, recomendações e pistas para investigação futura neste domínio.

Para ultrapassar algumas das restrições impostas a esta publicação, em termos de espaço e de formatos que tornam algumas figuras pouco legíveis, as figuras originais a cores, assim como outra informação relevante sobre a investigação realizada encontram-se disponíveis na página do projeto para que o leitor melhor as possa compreender - <http://inlut.fa.utl.pt/dissemination/>.

## 2 · AMBIENTE CONSTRUÍDO, TRANSPORTES E MOBILIDADE

Rui Amaro Alves · David de Sousa Vale

### 2.1 · INTRODUÇÃO

O paradigma do desenvolvimento sustentável constitui um quadro de referência universal para diversos setores da sociedade, particularmente para o urbanismo e para os transportes, embora o conceito seja, em si mesmo, vago e contestado por alguns autores, como Connelly (2007) e Hopwood, Mellor, & O'Brien (2005).

O novo paradigma do planeamento urbano e da intervenção na cidade centra-se, segundo Haughton (1997), no princípio do “redesenho” da cidade, para alcançar objetivos de sustentabilidade urbana, através de alterações no espaço urbano existente que fomentem, entre outros objetivos, uma mobilidade urbana mais sustentável. Na prática, este paradigma baseia-se nos 3 princípios identificados por Cervero e Kockelman (1997) designados de “3Ds”- densidade, diversidade e design, que constituem as principais componentes do ambiente construído que influenciam a mobilidade. Ao longo das últimas décadas, este modelo de desenvolvimento urbano tem sido favorecido através da execução de uma série de políticas de uso do solo, tais como a Cidade Compacta (“*Compact City*”), o Novo Urbanismo (“*New Urbanism*”), o Desenvolvimento Orientado ao Transporte Público (TOD – “*Transit Oriented Development*”), a promoção de Usos Mistos (“*Mixed Land Use*”), entre outros, que têm em comum objetivos explícitos para alcançar e promover padrões desejáveis de mobilidade (i.e sustentável) nos espaços urbanos.

Paralelamente, no setor dos transportes assistiu-se também à emergência de paradigmas alternativos. O paradigma dominante “prever e proporcionar” (“*predict and provide*”) deu lugar durante a década de 1990 ao paradigma “prever e prevenir” (“*predict and prevent*”), que conduziu, no início do milénio, ao conceito de mobilidade urbana sustentável (Banister, 2005, 2008; Owens, 1995). Esta mudança de paradigma pôs em causa alguns pressupostos fundamentais do planeamento tradicional de transportes, designadamente o de a viagem ser sempre uma procura derivada e as localizações mais próximas poderem não ser, necessariamente, preferíveis a localizações mais afastadas. O objetivo é conseguir um tempo de viagem razoável ou aceitável (Jain & Lyons, 2008; Mokhtarian, 2005), o que se materializa em três objetivos principais de transporte (Wheeler, 1998): acesso por proximidade, inversão da hierarquia de transportes e a redução (ou gestão) da procura.

A literatura tem gradualmente demonstrado que para se alcançarem padrões de mobilidade mais sustentáveis, é necessário integrar as políticas e práticas de uso do solo com as de transporte, reforçando, assim, as suas interdependências (Banister, 2008; Bertolini, Clercq, & Straatemeier, 2008). Segundo Hull (2008) esta integração deve ocorrer, não só em cada nível de governo, mas também entre os diferentes sectores do sistema de governança.

A importância da investigação das relações entre os usos do solo e os transportes, no quadro da promoção da mobilidade urbana sustentável há muitos anos que foi reconhecida internacionalmente, tendo a União Europeia vindo a promover, desde os finais do século passado, diversos projetos de investigação como o TRANSLAND (*The Integration of Transport and Land Use*), o TRANSPLUS (*Transport Planning, Land Use and Sustainability*), o PROPOLIS (*Planning and Research of Policies for Land Use and Transport for Increasing Urban*

*Sustainability*), entre outros mais recentes. Alguns dos resultados e conclusões destes projetos reforçaram o que autores como Ewing & Cervero (2001, 2010) e Wegener & Fürst (1999) referiram, que a literatura, embora vasta, está longe de ser conclusiva, em parte devido a abordagens metodológicas *ad hoc*, o que compromete a comparabilidade de resultados (Boarnet & Crane, 2001).

De facto, a integração de usos do solo com os transportes é complexa e os impactos sobre o comportamento em viagens e na mobilidade estão longe de ser completamente conhecidos. Cao, Mokhtarian & Handy, (2007), Cervero (2003), Crane (2000) Ewing & Cervero (2001), Headicar (2003), Meurs & Haaijer (2001), Meurs & Van Wee (2003) e Stead & Marshall (2001), referem-se à existência de várias inconsistências entre os diversos estudos.

Todavia, existe um consenso alargado em relação a alguns impactos dos usos do solo nos transportes. Numa obra recente, Litman (2017), tendo por base outros trabalhos, apresenta uma possível síntese desses impactos. Uma parte da literatura sobre transportes atribui grande importância às questões que procuram relacionar o ambiente construído (“*built environment*”) e o comportamento em viagens (“*travel behavior*”), ou, mais especificamente, entre o ambiente construído e a mobilidade, com o intuito de explicar a relevância e a influência do primeiro na escolha modal das viagens. Nestes estudos, é possível distinguir diferentes linhas de orientação. Uma, mais orientada para a escolha modal em geral (Comendador *et al.*, 2014; Ewing & Cervero, 2010; Handy *et al.*, 2005; Hong, J. *et al.*, 2014; Kuzmyak, J.R. *et al.*, 2012; Zhang, M., 2004), por vezes dirigida para segmentos específicos da população (Alves, 2010a); outra, orientada para modos específicos, como o transporte motorizado privado ou público (Comendador *et al.*, 2014), ou os modos ativos (Boer *et al.*, 200; Feng, J., 2016; Handy *et al.*, 2002; Lin, H. e Li, R., 2012; Mayne *et al.*, 2013; Panter *et al.*, 2008; Sun, G., Wang, Y., 2016).

Embora nem sempre se consiga encontrar uma relação significativa entre o ambiente construído e a mobilidade, em parte justificada pela complexidade do primeiro e dos indicadores necessários para o medir, a influência que ele tem na acessibilidade multimodal dos territórios é aceite como um fator indiscutível, o que justifica que se continue a encarar o ambiente construído como um elemento fundamental para se alcançar uma mobilidade urbana mais sustentável (Stead 2016; Van Wee and Handy 2016).

Uma vez demonstrada aquela influência sobre o comportamento de viagens e os modos ativos em particular, a sugestão de alteração das características do ambiente construído em que os indivíduos vivem e se movem constitui uma forma de promoção da mobilidade urbana sustentável (Brownson *et al.*, 2009; Forsyth *et al.*, 2008; Handy *et al.*, 2002).

## 2.2 · DIMENSÕES DO AMBIENTE CONSTRUÍDO COM INFLUÊNCIA NA MOBILIDADE

Apesar de o estudo das relações entre ambiente construído e mobilidade se tenha iniciado há mais de duas décadas, a intensidade dos efeitos das políticas de uso do solo na mobilidade ainda não é completamente conhecida, pois depende da escala e da abrangência das políticas de usos do solo e do contexto particular em que são aplicadas. Todavia, aceita-se que os seus efeitos positivos na acessibilidade (multimodal) dos territórios sejam, em si mesmos, uma razão para a sua promoção, como política determinante da mobilidade urbana sustentável, proporcionando um conjunto mais vasto de benefícios para além do impacto na mobilidade (Litman, 2017; Van Wee and Handy 2016).

Um estudo desenvolvido no final dos anos 1980 sobre a relação entre ambiente construído e mobilidade,

envolvendo várias cidades, demonstrou existir uma relação entre a densidade urbana global e o consumo de energia pelo setor dos transportes (Newman and Kenworthy, 1989). Entre outras críticas e fragilidades que lhe foram apontadas, a mais veemente terá sido a que refere o facto de o estudo classificar o ambiente construído com apenas uma variável (densidade) e não analisar outras determinantes importantes da mobilidade que se prendem com as questões socioeconómicas da população (Gordon and Richardson 1997, 1989).

Nas décadas seguintes, Cervero e Kockelman (1997) apresentaram um novo paradigma para a relação entre usos do solo e transportes (ou mobilidade) baseado nos designados “3Ds” do ambiente construído: Densidade, Diversidade e Design. Posteriormente, os aspetos socioeconómicos da população foram considerados como determinantes na sua mobilidade, incluindo, também, questões de atitudes e estilos de vida (Ewing and Cervero 2001).

Atualmente, o modelo conceptual explicativo da mobilidade baseia-se nos designados “7Ds”, entre os quais cinco (“5Ds”) são características do ambiente construído (densidade, diversidade, design, acessibilidade aos destinos, e distância aos transportes públicos), tendo sido acrescentados a gestão da procura (“*demand management*”) e a demografia como dimensões determinantes da mobilidade (Cervero *et al.*, 2009; Ewing and Cervero 2010). Neste novo modelo explicativo, o conceito de acessibilidade multimodal ganha importância, uma vez que, tanto a acessibilidade aos destinos como a distância aos transportes públicos são, em si mesmos, possíveis indicadores de acessibilidade nos territórios.

Contudo, apesar de ser relativamente fácil identificar as dimensões determinantes, a sua medição está longe de ser consensual. Por exemplo, o simples indicador de densidade pode ser medido de várias formas, refletindo densidades líquidas ou brutas, residencial ou de emprego, densidade populacional, entre outras medidas identificadas na literatura (Forsyth *et al.*, 2007). O conceito de diversidade é normalmente traduzido através de vários indicadores de mistura de usos do solo, tal como as características relacionadas com o design, que podem incluir aspetos de conectividade da rede viária, como a aspetos tão pomenorizados como a largura de passeios, ou das passeadeiras, ou mesmo questões estéticas, as quais são identificadas como determinantes, especialmente, quando o foco é a mobilidade em modos ativos (Bauman *et al.*, 2012; Ewing and Handy, 2009; Forsyth and Krizek, 2011; Saelens *et al.*, 2003). A topografia (declive) também é referida na literatura, sobretudo em estudos relacionados com os modos ativos e de forma ainda mais enfatizada em estudos de mobilidade em bicicleta, mas nem sempre é apontada como um determinante da mobilidade (Pikora *et al.*, 2003; Saelens *et al.*, 2003).

Viagens por diferentes motivos (lazer ou trabalho) podem estar relacionadas com diferentes características do ambiente construído. Neste sentido, a viagem em si pode ser importante, particularmente em modos ativos, uma vez que o peão e o ciclista podem desenvolver uma relação particular com o ambiente construído, pela sua maior exposição e contacto direto com aquele (Handy *et al.*, 2002). Neste caso, a perspetiva da mobilidade como procura derivada pode não ser apropriada e as demais características do ambiente construído - como a estética, a segurança e a proteção, o conforto, e também outras qualidades de design urbano, como a imaginabilidade, a escala humana, a transparência e a complexidade - podem tornar-se tão importantes como a densidade, a diversidade do uso do solo ou a conectividade, na explicação dos padrões de viagem (Ewing & Handy, 2009).

Conforme se pode deduzir pelos “7Ds”, o ambiente construído é apenas um dos vários determinantes da mobilidade. As características socioeconómicas dos indivíduos têm um poder determinante talvez superior, o que terá sido reconhecido na literatura produzida nos anos 1990, que introduziu novos aspetos determinantes da mobilidade: atitudes, normas e hábitos.

No início deste século, levantou-se uma questão essencial sobre a literatura até então produzida: será que se está, de facto, perante uma causalidade, ou apenas uma associação estatística? Esta é a designada hipótese da autosseleção (“*self-selection*”) (Kitamura *et al*, 1997; Boarnet e Sarmiento, 1998), que obriga não só a considerar outras variáveis, e outras abordagens, abandonando as metodologias transversais (“*cross-sectional*”) e adotando metodologias longitudinais (Mokhtarian and Cao, 2008). Os resultados até à data ainda não são conclusivos, embora alguns autores considerem que a hipótese é, em si mesma, um indicador da importância e do ambiente construído enquanto fator decisivo da mobilidade (Næss 2015).

Todavia, parece ser consensual na literatura que as características do uso do solo possam, por si só, estar longe de explicar os padrões e os comportamentos de viagem.

### 2.2.1 · ACESSIBILIDADE: UMA CARACTERÍSTICA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

A acessibilidade é um conceito usado em vários contextos com significados diferentes. Neste estudo, o conceito adotado foi “a capacidade de alcançar atividades relevantes, indivíduos ou oportunidades”, o que requer necessariamente viajar do lugar onde a acessibilidade está a ser medida para o local em que essas oportunidades e atividades estão localizadas. Logo, a acessibilidade é uma característica dos locais e do ambiente construído.

Hoje em dia, as tecnologias de informação e de comunicação permitem a realização de várias atividades de forma assíncrona e/ou por telepresença. Contudo, como refere Miller (2005), a relação entre estas tecnologias, a acessibilidade e a mobilidade é extremamente complexa, uma vez que serão apenas complementares aos modos de transporte.

Tal como Tobler (1970) refere, “tudo está relacionado com tudo, mas as coisas mais próximas estão mais relacionadas entre si do que as distantes”. Então, a acessibilidade é uma característica importante do ambiente construído, uma vez que reflete a facilidade espacial para alcançar oportunidades. Nesta perspetiva, a acessibilidade é, muitas vezes, encarada como mais um elemento definidor do ambiente construído. Tal é o caso de duas dimensões do grupo dos “5Ds”: acessibilidade a destinos (“*destination accessibility*”) e distância ao transporte público (“*distance to transit*”).

A acessibilidade de um lugar ou espaço urbano é uma consequência direta do padrão de ocupação do solo e da oferta de transportes. Por isso, a acessibilidade é uma variável importante e determinante, em si mesma, que resulta das características do ambiente construído mas também da gestão da mobilidade.

### 2.2.2 · MODELO COMPORTAMENTAL DO AMBIENTE

O Modelo Comportamental do Ambiente (“*The Behavioral Model of the Environment*”), desenvolvido por Lee & Moudon (2003, 2004), pode ser usado como um quadro teórico e conceptual para estudar as relações entre o ambiente construído, a mobilidade e a acessibilidade. Este modelo assume uma perspetiva sócio-ecológica, enfatizando, não só, fatores socio-culturais mas também fatores físicos e ambientais, que são importantes para explicar a alteração do comportamento dos indivíduos. O modelo apresenta três componentes do ambiente como relevantes na mobilidade: origens/destinos das viagens, as características dos caminhos ou rotas (Rs) e as características da área em torno das origens/destinos (figura 2.1).

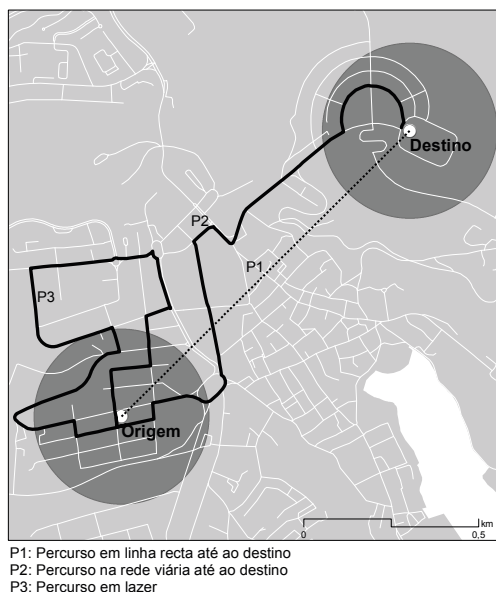


FIG. 2.1 ·  
*Modelo comportamental do ambiente (adaptado de Moudon e Lee, 2003)*

Não são apenas as características do ambiente construído das áreas de residência que exercem uma influência na mobilidade, mas uma teia complexa de locais e rotas, que necessariamente variam de acordo com cada indivíduo.

As variáveis usadas para medir as três componentes não são exclusivas e muitas incluem mais do que uma componente. Por exemplo, para medir a acessibilidade de uma origem a um ou mais destinos, duas componentes estão a ser simultaneamente avaliadas a origem/destino e as características dos percursos. De facto, pode, até, conceber-se a acessibilidade, como uma variável de três componentes, considerando, também, as características da área em torno de origens/destinos, como um parâmetro de indicadores de acessibilidade. Alguns exemplos que incluem acessibilidade, incidem sobre as características da rede em torno das origem/destino, dimensões topológicas e atributos de uma área em torno do ponto de medição.

Nos últimos anos, a maioria dos estudos que se debruçaram na relação entre o ambiente construído e as viagens têm-se focado apenas em algumas das três componentes do modelo comportamental do ambiente. Por exemplo, no caso da mobilidade em modos ativos, existe um vasto número de publicações que relacionam o ambiente construído com índices de caminhabilidade<sup>1</sup>, pedonalidade, “ciclabilidade” e atividade física (Brownson *et al.*, 2009; Ewing & Handy, 2009; Forsyth *et al.*, 2008; Forsyth *et al.*, 2007; Handy *et al.*, 2002; Lee & Moudon, 2006; Pikora, *et al.*, 2003; Saelens & Handy, 2008; Saelens, *et al.*, 2003; Talen, 2013).

Embora a larga maioria destes estudos se baseiem em dados de cidades norte-americanas e australianas,

<sup>1</sup> Se bem que ainda não seja ainda completamente consensual na literatura em português a tradução do conceito “walkability”, adotámos a designação “caminhabilidade” por nos parecer ser a mais coerente e consensual.

considera-se que os resultados das pesquisas fornecem um quadro útil e adequado para a avaliação de outras realidades urbanas, mesmo de tamanho (escala) menor. Uma parte das incoerências referidas na literatura deve-se às metodologias utilizadas para medir o ambiente construído nos locais origem ou nos locais de destino, pois estes últimos podem exercer uma influência superior aos primeiros na explicação das atitudes de mobilidade de um indivíduo.

### 2.3 · DIFICULDADES NA INVESTIGAÇÃO DAS RELAÇÕES ENTRE AMBIENTE CONSTRUÍDO E MOBILIDADE

A literatura da especialidade identifica um conjunto de dificuldades que se colocam na investigação das relações entre usos do solo, ou ambiente construído, e mobilidade ou transportes. Desde logo, a utilização de metodologias *ad hoc* nas investigações realizadas em diferentes contextos, que dificultam a comparação de resultados. Em segundo, na forma como é considerada a medição da mistura de usos do solo no ambiente construído. Em terceiro, a forma como são incluídas as atitudes e características socioeconómicas nos estudos desta natureza. Por fim, a forma como é medida a acessibilidade dos locais.

Outra dificuldade adicional advém de, tanto no contexto internacional como nacional, os estudos conhecidos sobre as relações entre usos do solo e transportes privilegiarem contextos urbanos ou regiões urbanas com dimensão apreciável, do ponto de vista físico e populacional, o que torna mais difícil a comparação com áreas de pequena e média dimensão, como é a da realidade portuguesa.

#### 2.3.1 · DIFICULDADES EM COMPARAR RESULTADOS PROVENIENTES DE METODOLOGIAS *AD HOC*

Os estudos desenvolvidos sobre a temática das relações entre ambiente construído e mobilidade apresentam diversas inconsistências que dificultam a comparação dos resultados, por utilizarem diferentes unidades/medidas de viagem (tempo, distância, viagens, modo, etc.), diversos tipos de deslocação (pendulares, não-pendulares, todos os fins) e diversos níveis e escalas de recolha da informação que podem ir desde o indivíduo (individual) até ao global (bairro ou área homogénea). Nesta diversidade de metodologias de medição, em escalas diferentes, com diferentes variáveis, métodos e estratégias, um mesmo conceito pode ser associado a fenómenos diferentes ou podem ser atribuídas designações distintas a métodos semelhantes. Por exemplo, a acessibilidade em modos ativos tem sido designada como acessibilidade pedonal, acessibilidade não motorizada, caminhabilidade, pedonalidade ou pedonabilidade (Forsyth & Southworth, 2008), o que nem sempre corresponde à mesma realidade.

A definição do que se entende por ambiente construído parece estar ainda muito confinada à literatura sobre transportes (Ryan & Frank, 2009). Aparentemente, demasiadas simplificações estão a ser realizadas, por motivos de indisponibilidade de dados e pela necessidade de reduzir a complexidade dos modelos o que inevitavelmente, conduz a respostas para todos os tipos de problemas, independentemente da sua escala (Yamada *et al.*, 2012). Para ultrapassar esta dificuldade, são necessárias três ações complementares: definir conceitos comuns, determinar metodologias comuns e estabelecer índices comuns.

### 2.3.2 · A MEDIÇÃO DA DIVERSIDADE

Outra dificuldade tem que ver com a medição da designada diversidade ou mistura de usos e o cálculo dos índices agregados (“*Land Use Mix*”). Duas questões levantam-se neste domínio. A primeira deriva da inexistência de consenso sobre a influência da mistura de usos no comportamento das viagens (Boarnet & Crane, 2001). Segundo Van Eck & Koomen (2008), a forma como estão “misturados” os usos terá, desde logo, uma influência na mobilidade, independentemente dos componentes da ‘mistura’. Outros autores sugerem que a inclusão ou exclusão de certos usos como o comércio (McConville *et al.*, 2011) ou de outras atividades específicas (Duncan *et al.*, 2010; Giffinger *et al.*, 2007; Lee & Moudon, 2006) pode causar discrepâncias no valor final do índice ou do indicador de mistura de usos, em parte porque cada uso contém um valor e uma definição como destino que cada indivíduo valorizará e perceberá de uma maneira diferente (Duncan *et al.*, 2010). De igual forma, usos do solo com impacto adverso (i.e. com capacidade de reduzir a relevância de determinados locais) podem, também classificar erroneamente a mistura de uso, e, assim, influenciar a sua relação com a mobilidade.

Por estes motivos, Duncan *et al.* (2010) sublinham a necessidade de usar apenas medidas de mistura de usos que incorporem conceitos de uso do solo relevantes para o comportamento específico que os investigadores desejam examinar. Em última análise, os elementos de ‘proximidade’ são normalmente considerados por afetarem as viagens que não sejam trabalho (Manaugh & Kreider, 2013), como a autosseleção residencial (“*residential self-selection*”) e até mesmo os preços da habitação (Koster & Rouwendal, 2012), especialmente em cidades menores (Haugen, 2011).

A segunda questão decorre da primeira e tem que ver com a ausência de consenso sobre a definição de mistura de usos. O uso do solo é medido com diferentes variáveis, em escalas geográficas variadas, quer em origens ou destinos, refletindo vários aspetos do ambiente construído que produzem, em última análise, resultados diferentes, quando confrontados com os comportamentos de viagem ou quando usados em cálculos de acessibilidade. Neste sentido, a pesquisa conduzida por Christian *et al.* (2011) mostra como os diferentes cálculos da mistura de usos afetam os diferentes indicadores de diversidade, as distâncias e os itinerários ou rotas. Por exemplo, a mobilidade pedonal só passou a ter uma associação mais significativa com a caminhabilidade quando a mistura de usos passou a incluir as funções residenciais, comércio a retalho, saúde, o bem-estar da comunidade, entretenimento, cultura e recreação, e não com um conjunto qualquer genérico de classificação de usos do solo.

Para Manaugh & Kredier (2013) a expressão “mistura de usos” apresenta-se como um conceito intangível e indescrevível. Cervero (1988), citado por Frank & Pivo (1994), definiu o conceito de mistura de usos como aqueles territórios “com uma variedade de escritórios, lojas, restaurantes, bancos, e outras atividades entrelaçadas umas com as outras”, o que levanta desde logo as questões de se saber o que são essas “outras atividades” e de como exatamente é que elas se misturam. A resposta a estas questões nunca constitui preocupação central nas investigações realizadas nos últimos anos e a definição varia de acordo com a necessidade de cada investigação, podendo ser tão básicas como a “distância à loja mais próxima”, independentemente do tipo de loja.

Mais recentemente, surgiram preocupações acrescidas com a forma de medição da “mistura de usos” que colocam, entre outras, questões do tipo: Que usos do solo considerar em cada caso específico? A “distância à loja mais próxima”; mas a qualquer loja? Para um tipo único de loja? Nesse caso, que tipo é esse?

A literatura sobre transportes refere a existência e a utilização de, pelo menos, dez métodos distintos para calcular a mistura de usos do solo:

- 1 · “Medidas de distância”, distância às lojas mais próximas (Cervero, 1996; Handy, 1992; Kitamura, et al., 1997; Krizek, 2003);
- 2 · “Contagem de usos do solo”, número de diferentes usos do solo numa determinada área (Handy & Clifton, 2000; Hanson & Schwab, 1987; McConville et al., 2011; Song & Knaap, 2004);
- 3 · “Área de construção” afeta aos diversos usos (Alves 2010a e2010b);
- 4 · “Inspeção” (Krizek, 2003); isto é a avaliação da presença ou ausência de um determinado uso do solo (Cervero, 1996; D. Hess, 2001; Kitamura et al., 1997 e Kerr et al., 2007, citados em Manaugh & Kreider, 2013);
- 5 · “Rácios e densidades”, obtidos através de uma variedade de índices de diversidade (Bhat & Gossen, 2004; Boarnet & Crane, 2001; Boarnet & Sarmiento, 1998; Fuggit, 2009; Rajamani et al., 2003a; Van der Hoek, 2008);
- 6 · “Índice de Berger-Parker”, constituindo uma medida de predominância (Van Eck & Koomen, 2008);
- 7 · “Índice de entropia” (Abreu e Silva, Morency, & Goulias, 2012; Brown et al., 2009; Christian et al., 2011; Duncan et al., 2010; Frank, et al., 2004; Frank et al., 2010; Frank, et al., 2007; Kockelman, 1997; Manaugh & Kreider, 2013; Musakwa & Niekerk, 2013; Ryan & Frank, 2009);
- 8 · “Índice de Herfindahl-Hirschfield” (Koster & Rouwendal, 2012, Ordover et al., 1982, Clifton et al., 2009, todos citados em Manaugh & Kreider, 2013);
- 9 · “Índice de dissimilaridade”(Kockelman, 1997);
- 10 · “Método de interação” (“Interaction method”) (P. Hess, Moudon, & Logsdon, 2001; Manaugh & Kreider, 2013).

Os oito primeiros têm sido muitas vezes criticados por se mostrarem mais preocupados em responder à presença e à proporção dos usos do solo do que à forma como eles estão misturados. Vários autores chamam a atenção para o óbvio: duas áreas podem apresentar proporções idênticas de usos do solo mesmo que esses usos sejam diferentes, logo vão apresentar resultados semelhantes, contudo, estes usos podem estar distribuídos de maneiras distintas (Van Eck & Koomen, 2008; Manaugh & Kredier, Yamada *et al.*, 2012). Já antes, Hess *et al.* (2001) tinham chamado a atenção para a densidade e a mistura de usos poderem não traduzir os padrões de desenvolvimento reais do solo urbano.

Outros problemas têm sido identificados por Brown *et al.* (2009) sobre os espaços desocupados e o impacto que a incorporação desta categoria no cálculo de mistura de usos poderá ter na sua aptidão para andar a pé. Além disso, em diferentes países ou territórios, o mesmo conceito pode apresentar significados distintos, uma vez que a forma como as entidades classificam os usos do solo tem por base finalidades de tributação e não de investigação em caminhabilidade ou mobilidade (P. Hess et al., 2001).

Adicionalmente, são ainda levantadas questões relacionadas com a escala de análise e a delimitação dos usos em concreto. A análise da mistura de usos pode sofrer distorções tanto na recolha dos dados (Cervero & Kockelman, 1997) como nas unidades da análise espacial (Frank & Pivo, 1994), que podem ser maiores do que os padrões de uso do solo no terreno, ignorando informação detalhada que pode ter uma influência decisiva (Duncan *et al.*, 2010).

Outra preocupação está relacionada com a delimitação das parcelas de uso geralmente utilizadas para medir o equilíbrio do uso do solo numa área como por exemplo a “*Traffic Analysis Zone*” (TAZ), pois como salienta Greenwald (2006), o equilíbrio dos usos do solo só é representativo para os agregados familiares localizados

no centro dessa divisão. Os agregados ao longo da fronteira da zona podem ter diferentes valores de uso do solo, uma vez que se podem localizar mais perto de outras áreas com outras características. Tanto Kockelman (1997) como Levine (2000) tentaram evitar limites pré-determinados e optaram por criar e definir áreas homogêneas ou “bairros”.

Este problema, designado na literatura como o “problema da unidade de área modificável” (“*Modifiable Areal Unit Problem*”), decorre da utilização de limites arbitrários pré-definidos e tem sido, muitas vezes, ignorado, sendo frequentemente abordado na literatura referente aos transportes, ao medir o ambiente construído (Brown *et al.*, 2009; Clark & Scott, 2013). A definição da área para qual vai ser medida a mistura de usos tem impactos sobre duas componentes. Por um lado, o efeito de escala, ou seja a resolução espacial e, por outro, o efeito de zonamento que consiste na configuração das unidades espaciais. De facto, medidas aparentemente simples, como a densidade podem assumir valores díspares quando medidos em diferentes escalas espaciais e com diferentes unidades espaciais (Forsyth *et al.*, 2007).

Outra consideração a ter em conta resulta de as investigações realizadas se centrarem nas características do ambiente construído da envolvente da localização da residência, assumindo que a viagem se inicia a partir desta. Contudo, o padrão de viagens da população é cada vez mais complexo, pelo que as características do ambiente construído da envolvente do local de trabalho ou destino podem ser tão ou mais importantes para determinar o comportamento das viagens e a escolha do modo.

A conclusão mas adequada sobre este tema é dada por McConville *et al.* (2011), focando-se, especificamente, em mobilidade ativa:

*“Grande parte da investigação existente que analisa a relação entre mistura de usos e o andar a pé depende de medidas gerais de usos do solo que são de utilidade limitada para os profissionais de planeamento. Muitas vezes, as variáveis independentes são indicadores dicotómicos simples da existência de usos mistos, ou ainda mais gerais, como índices que combinem uma medida de uso misto com outra medida de uso do solo descritores da forma urbana. Embora seja importante estabelecer associações entre características do ambiente e as características do comportamento das deslocações ativas, essas abordagens predominantes proporcionam pouca orientação para a definição de políticas. Outros estudos têm estreitado e desenvolvido a definição do uso misto de modo a incluir categorias genéricas de uso do solo, tais como o residencial e o comercial.*

*No entanto, estas grandes categorias devem incluir não só os usos do solo que suportem e incentivem o andar a pé mas também aqueles que não são tão favoráveis. Por exemplo, o comércio pode incluir supermercados, padarias, pronto-a-vestir, e grandes lojas de especializadas, os quais podem afetar o comportamento de andar a pé de maneiras muito diferentes. As categorias de usos do solo excessivamente gerais utilizadas em estudos anteriores sobre modos ativos apresentam resultados por vezes contraditórios ou mesmo ambíguos atribuídos à mistura de usos. Alguns estudos têm respondido à necessidade emergente das especificidades do uso do solo analisando a associação entre determinados usos do solo e o andar a pé. No entanto, com algumas exceções, a utilidade destes trabalhos tem sido limitada pela omissão dos destinos como uma conexão intuitiva para o comportamento do andar a pé, como paragens, restauração, escolas, bibliotecas e lugares de encontro social. Além disso, os resultados são contraditórios, sinalizando a necessidade de mais investigação.” (tradução livre)*

### 2.3.3 · AUTO-SELEÇÃO, ATITUDES E CARACTERÍSTICAS SÓCIO-ECONÓMICAS

Outra dificuldade está relacionada com a inclusão de atitudes e características socio-econômicas nos estudos desta natureza. De facto, se por um lado essas características desempenham um papel fundamental na explicação do comportamento de viagem, posicionando o uso do solo apenas como uma variável explicativa complementar (Bohte *et al.*, 2009), por outro, é importante não negligenciar que os dados sobre as atitudes e características socioeconômicas, poderem ser de difícil obtenção, por exigirem inquéritos à mobilidade muito dispendiosos.

A questão central é saber se os residentes apresentam certos comportamentos de viagem devido às características do ambiente construído dos seus locais de residência, ou se, pelo contrário, eles escolhem viver em ambientes com determinadas características por causa das suas de preferências pré-estabelecidas de deslocamentos. A questão foi designada por hipótese de autosseleção (Boarnet & Sarmiento, 1998; R. Kitamura *et al.*, 1997).

A literatura apresenta sérias reservas a estas hipóteses, pois, nem sempre, uma relação estatística mais forte corresponde a uma relação de causa-efeito e, portanto, há que distinguir entre associação estatística e relação de causalidade.

Alguns autores têm tentado ultrapassar este problema através do estabelecimento de certos perfis psicológicos, como ter “consciência ecológica”, ser “pró-bicicleta” ou ser “dependente do automóvel”, como atitudes explicativas de viagens e de seleção de um lugar para viver, para fazer compras e, se possível, para trabalhar. Handy *et al.* (2005), Kitamura *et al.* (1997) e Wang *et al.* (2016), entre outros, têm defendido que as diferenças nessas atitudes, de pessoa para pessoa, podem, realmente, explicar as diferenças encontradas nos comportamentos de viagem e que a exclusão de atitudes dos estudos de comportamento de viagens provoca vários problemas de precisão e rigor.

Para Kitamura *et al.* (1997) a influência de atitudes é tão forte que supera a dos usos do solo. Handy *et al.* (2005) demonstram através de uma análise multivariada que as diferenças no comportamento de viagens entre bairros suburbanos e tradicionais são em grande parte explicadas pelas atitudes dos moradores.

Estudos recentes têm incorporado a questão da autosseleção através da análise explícita das atitudes (Cao *et al.*, 2007; Handy *et al.*, 2006; Khattak & Rodriguez, 2005). A avaliação das atitudes foi introduzida pela primeira vez por Ajzen (1991), sugerindo que o comportamento humano é influenciado por vários aspetos do subconsciente, relacionados com componentes individuais e pressões sociais. Esta teoria foi, mais tarde, adotada no domínio do planeamento urbano e dos transportes, através da introdução de questões relacionadas com a autosseleção residencial, as características da vizinhança ao redor, a afinidade para tipos específicos de usos do solo e a percepção geral sobre a viagem no espaço urbano. No entanto, esta teoria não colheu consensos porque diferentes autores desenvolveram diferentes perfis, que se traduziram em declarações díspares nas suas pesquisas sobre viagens, mesmo que os seus objetivos tenham sido semelhantes.

Nos últimos anos a literatura tem-se debatido extensivamente sobre questões “como realizar as perguntas certas”, “como formular uma pesquisa simples”, “as questões devem ser respondidas positivamente ou negativamente” ou, em alternativa, utilizar a escala de avaliações sumárias também designada de “escala de Likert”, que seria facilmente entendida e contribuiria para detetar os diferentes perfis de atitude na amostra.

Por exemplo, Kitamura *et al.* (1994) formularam 39 perguntas com base em 8 perfis, enquanto, mais recentemente Cao *et al.* (2007) formularam 36 perguntas com base em 6 perfis. Autores como Anable (2005) foram

muito específicos, introduzindo mais de 100 perguntas impossíveis de realizar em inquéritos para os quais se requer rapidez e eficácia na resposta e análise posterior, enquanto outros têm sido demasiado sucintos ao recolher pouca informação detalhada.

Por outro lado, nem todos os autores se têm interessado em alcançar os mesmos resultados. Alguns estão preocupados apenas com os padrões de comportamento relacionados com modos ativos, enquanto outros não se debruçam sobre as questões sociais que podem influenciar o comportamento.

Outra forma de controlar e analisar a hipótese de autoseleção é através da análise das relações entre a dissonância cognitiva existente, entre o tipo de bairro desejado e o tipo de bairro onde reside e a mobilidade efetiva da população (Schwanen & Mokhtarian 2003).

Neste caso, para o indivíduo, existe sempre a tentação de responder, não de acordo com suas opiniões e hábitos atuais, mas da forma como ele desejava que fossem, ou de acordo com o que ele assume ser a resposta politicamente correta. As suas próprias percepções influenciam o seu comportamento, podendo ser tendenciosas e não baseadas em factos reais. A percepção da acessibilidade varia de indivíduo para indivíduo porque, por exemplo, a noção de “5 minutos a pé” pode apresentar diferentes amplitudes. Ou seja, pode corresponder a uma deslocação de 10 minutos para um indivíduo que gosta de caminhar e não atribuiu importância ao tempo extra despendido ou à distância extra percorrida. Mas, para um indivíduo “dependente do automóvel” este tempo despendido pode parecer-lhe muito elevado e pode optar por utilizar o transporte privado, mesmo que a distância possa ser de apenas 3 minutos a pé.

As especificidades locais também têm de ser tidas em conta na demonstração de atitudes. Por exemplo, em cidades onde os transportes públicos não são uma solução viável para grande parte das deslocações as atitudes dos residentes relativamente aos transportes públicos poderão ter influência, justificando-se neste caso alterações às questões gerais normalmente formuladas, de modo a acomodar as especificidades do contexto em causa.

#### 2.3.4 · MEDIÇÃO DA ACESSIBILIDADE DOS LOCAIS

Segundo Handy (1996) a escolha da metodologia para medir a acessibilidade, incluindo estudos de simulação, análise agregada ou desagregada, modelos de escolha, ou baseados em atividades, compromete fortemente as conclusões obtidas e, por vezes, não permitem explicar o comportamento observado nas viagens.

De uma forma global, identificam-se quatro categorias para a medição da acessibilidade (Church & Marton, 2003; Dong, *et al.*, 2006; El-Geneidy & Levinson, 2011; Handy & Clifton, 2001; Vale, 2010):

- 1 · Acessibilidade potencial, baseada no modelo gravítico, através da qual as oportunidades são ponderadas em função da sua distância ao local em estudo. Incluem as designadas medidas de oportunidades cumulativas, também referenciadas como medidas isocrónicas;
- 2 · Acessibilidade topológica, que se focam na análise das características topológicas da rede de circulação, ignorando os usos do solo existentes;
- 3 · Medidas de distância, que refletem apenas a distância a percorrer para alcançar uma ou mais oportunidades;

4 · Medidas de utilidade, baseadas em conceitos de microeconomia e na noção de utilidade individual.

Para além destes quatro grupos de medidas, pode ainda incluir-se um quinto grupo, exclusivo dos modos ativos (Vale, Saraiva & Pereira, 2016):

5 · Caminhabilidade e Walk Score, que são indicadores compósitos que combinam medidas de acessibilidade potencial com indicadores de densidade e diversidade.

Segundo os autores acima referidos, em cada uma destas categorias podem existir variações metodológicas de medição da acessibilidade que correspondem a aspetos relativamente distintos relativos ao tipo de variáveis, unidades espaciais e locais de referência utilizados e função de impedância utilizada.

Embora do ponto de vista teórico e conceptual esta sistematização se encontre amadurecida, o mesmo não se poderá dizer do ponto de vista prático e operacional. De facto, observa-se, frequentemente, que são inseridas novas variáveis em métodos já testados e validados, sem que seja apresentada justificação para a sua introdução nem demonstrada a mais-valia que introduz na medida já existente. Uma grande parte dessa limitação pode ser explicada e justificada através de restrições ou ausência de dados necessários para o seu cálculo, uma vez que na investigação científica em geral, e em análises espaciais, em particular, a recolha de dados é motivo de preocupação e muitas vezes os dados necessários não estão disponíveis (Talen, 2003).

No caso específico da medição da acessibilidade parece haver uma dicotomia entre o que pode ser obtido através de levantamentos locais e o que pode ser obtido através de bases de dados de origem municipal ou abertas. Numa primeira fase, esta limitação pode ditar a escolha do modelo a adotar, como, por exemplo, a não inclusão da hora do dia, de dados detalhados de uso do solo, ou mesmo de outras variáveis subjetivas, simplesmente por não estarem disponíveis.

A utilização de diversas fontes de dados diminui a possibilidade de replicação dos modelos e a sua posterior comparação. Assim, medidas baseadas em metodologias que necessitam de dados mais simples ou que se baseiam em dados abertos (por exemplo dados do *OpenStreetMap*) diminuem o esforço computacional necessário, constituindo, simultaneamente, ferramentas de planeamento acessíveis e facilmente comparáveis, justificando a sua popularidade (por exemplo o caso do *Walk Score*), apesar de apresentarem deficiências evidentes. Mas, nestes casos, variáveis consideradas pertinentes para explicar o comportamento de viagens, como a disponibilidade e o custo do estacionamento ou a topografia do local são normalmente ignorados na literatura da medição da acessibilidade (Hess, 2001; Vale, 2013).

Outras fontes de disparidade evidentes são a escolha e determinação da função de impedância da distância (ou tempo) utilizada em medidas de acessibilidade potencial, a resolução espacial e a extensão espacial utilizada. Também é mais comum a medição de acessibilidade de locais de origem (localização da residência) e muito menos dos destinos (locais de emprego ou estudo), mas estes poderão ter tanta ou mais influência para a determinação da mobilidade individual (Vale, Saraiva e Pereira, 2016). De facto, para um indivíduo residente num local com boa acessibilidade ativa, mas que trabalhe num local com elevada dependência automóvel, as características do ambiente construído do seu destino diário (o local de trabalho) poderão ter uma importância muito maior do que as do local de residência para a explicação da sua mobilidade.

### 2.3.5 · CONTEXTO ESPACIAL E URBANO

Os estudos conhecidos sobre as relações entre usos do solo e os transportes incidem sobre contextos urbanos ou regiões urbanas com dimensão apreciável, do ponto de vista físico e populacional, tanto à escala mundial, como europeia, como, em particular, no contexto português, onde a pesquisa se tem centrado nas cidades de maior dimensão (Lisboa e Porto), em detrimento de outras de menor dimensão.

Todavia, a população mundial a residir em cidades de menor dimensão, pequenas e médias, tem um peso considerável e o conhecimento mais detalhado, dentro do contexto de pesquisa aplicado, não só é necessário, como é fundamental para o conhecimento das relações entre ambiente construído e os transportes, e para o desenvolvimento de políticas que possam apoiar e promover uma maior integração entre o uso do solo e os transportes e contribuir para uma mobilidade urbana mais sustentável.

Em Portugal, um país com dimensão populacional pouco mais de 10 milhões de habitantes - já de si inferior à de muitas áreas urbanas ou metropolitanas sobre as quais incidiram os estudos mencionados anteriormente -, existiam, em 2015, segundo o Instituto Nacional de Estatística, 159 cidades classificadas para fins estatísticos, nas quais residiam cerca de 4,5 milhões de habitantes. Num total de 7 cidades com mais de 100 mil habitantes, apenas duas, Lisboa e Porto, apresentavam população residente superior a 200 mil habitantes (figura 2.2).

As duas áreas metropolitanas portuguesas são relativamente pequenas no contexto internacional em termos populacionais. Na Área Metropolitana de Lisboa, residem cerca de 2,8 milhões de habitantes e, na Área Metropolitana do Porto, 1,8 milhões de habitantes.

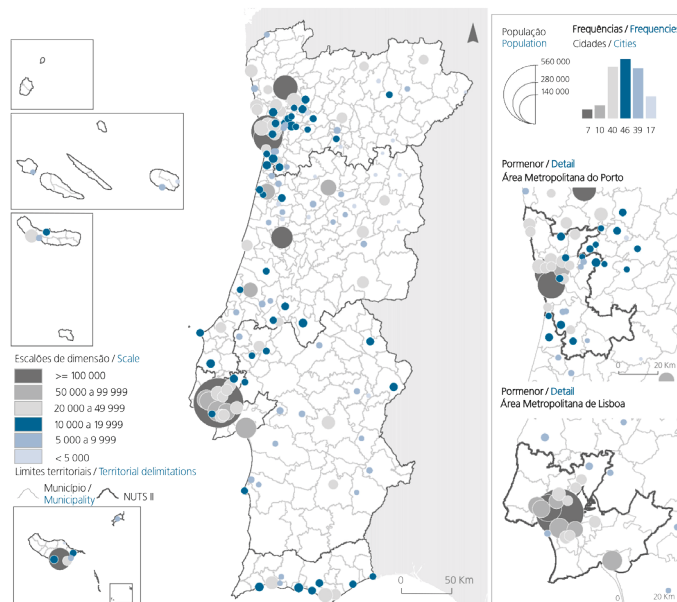


FIG. 2.2 · Cidades estatísticas em Portugal (Fonte: Adaptado de INE, Anuário Estatístico de 2015)

Das 59 cidades classificadas como cidades médias portuguesas, 46 tinham menos de 20 000 habitantes, o que denota que se tratam de cidades muito pequenas no contexto internacional (figura 2.2. e pelo quadro 2.1).

PAÍSES	CIDADES DE MÉDIA DIMENSÃO Escala de dimensão (Habitantes)	MAIOR AGLOMERADO (Habitantes 1985)
Alemanha	150 000 - 600 000	3 437 290
Dinamarca	< 100 000	1 336 855
Espanha	30 000 - 300 000	2 976 064
França	20 000 - 100 000	9 319 367
Grécia	50 000 - 100 000 e 10 000 - 50 000	3 072 922
Itália	50 000 - 200 000 e 100 000 - 300 000	2 693 383
Portugal	20 000 - 100 000	2 561 225
Irlanda	50 000 - 100 000	915 516
Reino Unido	150 000 - 600 000	6 393 568
Suécia	50 000 - 200 000	1 570 320

QUADRO. 2.1 ·

*Comparação entre a dimensão demográfica da maior aglomeração e a dimensão demográfica de cidades médias, em alguns países europeus (Fonte: Marques da Costa, 2002).*

Apesar das potencialidades reconhecidas às cidades de média dimensão no quadro do desenvolvimento sustentável, parece uma contradição estas terem sido, raramente, objeto de uma investigação mais detalhada, no quadro da temática das inter-relações entre usos do solo e transportes.

De facto, os projetos de investigação nesta temática foram realizados, nos últimos anos, nas áreas urbanas de maior dimensão, com destaque para os países do Norte da Europa. Em Portugal, nem mesmo ao nível das áreas urbanas de maior dimensão tem havido uma investigação consistente. Os contributos da realidade portuguesa sobre esta temática devem-se a Vale (2008), que se debruçou sobre a Área Metropolitana de Lisboa, Alves *et al.* (2010), que analisaram as relações entre a mobilidade escolar e o ambiente construído na cidade de Castelo Branco, e à Agência Portuguesa do Ambiente que promoveu - em colaboração com o Centro de Sistemas Urbanos e Regionais do Instituto Superior Técnico, da Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária, da Direção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano, do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres e 15 instituições de ensino superior e de investigação - o Projeto Mobilidade Sustentável, entre 2006 e 2008, que resultou na elaboração de quarenta Planos de Mobilidade Sustentável para áreas urbanas de pequena e média dimensão, bem como um Manual de Boas Práticas (APA, 2010a e 2010b).

Todavia, não se pode inferir para as cidades médias os resultados de estudos realizados em aglomerações de maior dimensão ou de dimensão metropolitana, pois aquelas apresentam especificidades, no que respeita a estrutura urbana, a padrões de mobilidade da população e a oferta de transporte público.

O Projeto Mobilidade Sustentável incidiu sobre esta realidade espacial e urbana e interveio na mobilidade municipal e urbana, articulando as vertentes ambiental, social e económica, com o objetivo de promover a mobilidade sustentável, tendo procedido ao levantamento e à sistematização de informação fundamental para a caracterização e para a compreensão dos problemas da mobilidade urbana.

Os principais constrangimentos à mobilidade identificados correspondiam a uma deficiente cobertura es-

pacial e temporal do sistema de transportes coletivos, a problemas de ligações de transportes nas periferias urbanas e nos núcleos urbanos das freguesias rurais, à deficiente articulação e complementaridade entre os vários modos de transporte e ao predomínio do automóvel. Por outro lado, constatou um aumento da população com mobilidade reduzida e a fraca perceção das suas necessidades de deslocação, a pouca atenção prestada aos modos ativos e às suas infraestruturas, o aumento dos problemas de congestionamento de tráfego, a pressão do tráfego de atravessamento, e a deficiente articulação entre os planos e processos de desenvolvimento urbanístico e os sistemas de acessibilidade e de transportes.

Os planos de ação apresentados focalizaram-se na valorização dos modos ativos e dos transportes coletivos, na articulação multimodal, na taxação de estacionamento e no desenho de espaço público.

Nas conclusões apresentadas, destacaram-se como aspetos positivos: o levantamento significativo de dados sobre mobilidade urbana; a perceção da interdisciplinaridade dos problemas da mobilidade urbana, o desenvolvimento de soluções pragmáticas e exequíveis, no curto prazo, validadas por processos participativos; a importância do confronto e da troca de experiências e de metodologias; e o espírito de cooperação entre as instituições e centros de investigação e os técnicos e decisores políticos municipais (APA, 2010b).

Segundo Alves (2008) existe uma grande heterogeneidade e diversidade de padrões de mobilidade nas cidades de média dimensão, mas existem alguns indicadores comuns a todas elas. No geral, nessas cidades, o número médio de viagens *per capita* é maior quando comparado com cidades maiores, ou, no caso de Portugal, para as cidades dentro das áreas metropolitanas do Porto e Lisboa. Esta é uma consequência de quatro principais aspetos interligados: (i) uma cultura de estacionamento público e privado; (ii) a importância dos modos ativos, (iii) reduzidas distâncias e durações médias das viagens e (iv) a sua própria dimensão mais reduzida, embora as evidências disponíveis sobre a influência dessa variável sobre os padrões de mobilidade não serem inteiramente consistentes com as apresentadas por outros autores no contexto internacional (Banister & Banister, 1995; Banister, 2005).

De acordo com o IMTT (2011 e 2014), o transporte individual motorizado (automóvel particular) é o modo mais utilizado nas deslocações casa-trabalho e casa-escola, representando mais de metade das viagens nas cidades de média dimensão consideradas (cidades entre 30 a 50 mil habitantes) – figura 2.3.

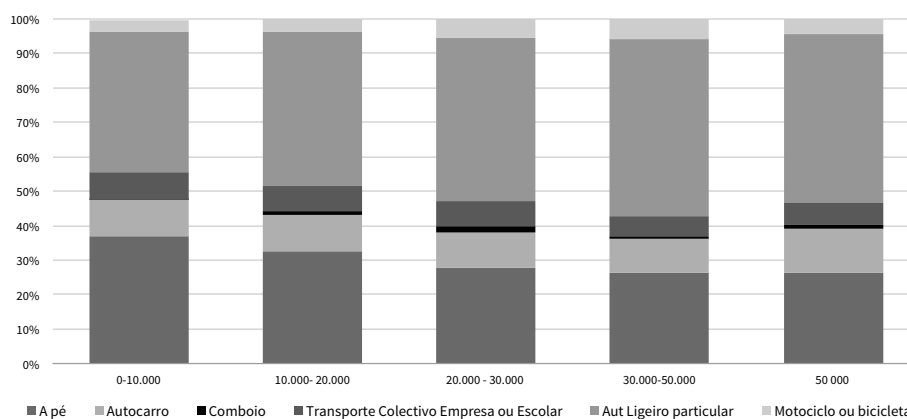


FIG. 2.3

Repartição modal das viagens por classes de dimensão de efetivo populacional concelhio (Fonte: INE, XIV Recenseamento Geral da População, 2011)

Nestas cidades, possuir e conduzir um automóvel é um paradigma social estabelecido, embora este aspeto seja raramente discutido na literatura de planeamento de transportes, apenas abordado no campo da sociologia. Por outro lado, o crescimento urbano que algumas dessas cidades têm manifestado não permite um uso tão intenso de modos ativos, como seria desejável (caminhar parece ser mais frequente em municípios de menor dimensão, no entanto, o mesmo não ocorre para o uso da bicicleta), e a rede de transportes públicos não é suficientemente desenvolvida nessas cidades para satisfazer as necessidades de mobilidade da população.

Andar a pé é um modo importante e relevante, representando mais de um quarto de todas as viagens realizadas nessas cidades (Alves *et al.*, 2008; Alves, 2008), estimulado pelo simples facto de que cerca de 60% de todas as viagens demoram aproximadamente 15 minutos ou menos (e mais de 80% menos de 30 minutos), uma consequência óbvia do tamanho das cidades, nas quais a maioria dos pólos de atracção se localizam a distâncias percorráveis a pé, conjugada com a quase total ausência de engarrafamentos e a facilidade de encontrar estacionamento na área urbana (IMTT, 2011).

Por outro lado, o aumento do uso da bicicleta como meio diário de transporte nessas cidades deve ser tido consideração. Investigações recentes realizadas nos Países Baixos por Martens (2004) e Rietveld & Daniel (2004) demonstram que algumas cidades médias apresentam valores mais elevados de mobilidade em bicicleta do que a média nacional (por vezes superior a 35%). Para Rietveld & Daniel (2004) este uso depende de aspetos físicos, tais como diferenças de altitude e tamanho da cidade, bem como das características da população (proporção de jovens).

Os autores defendem que o tamanho de uma cidade funciona como um *proxy* para a qualidade e nível de desenvolvimento da rede de transportes públicos, que pode constituir um modo de transporte concorrente à bicicleta em vez de um complemento. Assim, e tendo em conta a facilidade de deslocação a pé, este fator pode justificar porque é que, nas cidades médias portuguesas, os transportes públicos são o modo de transporte com menor repartição modal, representando apenas cerca de 10% do total (Alves *et al.*, 2008; Alves, 2008) (IMTT, 2011).

Nestas cidades, as redes de transportes públicos intraurbanos apresentam um número reduzido de linhas com baixa frequência e são complementadas por serviços interurbanos (muitas vezes por empresas privadas) que fazem a ligação com os espaços urbanos envolventes. Residual é também o uso do comboio, elétrico ou outros meios de transporte ferroviário. O comboio é sobretudo usado como um meio de acesso às grandes cidades e as linhas de metro e elétrico são praticamente inexistentes.

No estudo sobre as deslocações para a escola na cidade de Castelo Branco, Alves *et al.* (2010a e 2010b), vêm, de alguma forma, reforçar estas conclusões, uma vez que 49% das deslocações casa-escola são efetuadas a pé; 45%, em automóvel; 5%, em transporte público e cerca de 1% em outros modos ativos. Neste mesmo estudo, quando se procura relacionar os padrões de mobilidade com a forma e estrutura urbanas, ou seja, o ambiente construído na envolvente das escolas, representado por indicadores dos “3Ds” referidos no capítulo anterior (densidade, diversidade e design), os padrões de mobilidade variam substancialmente. As escolas inseridas num ambiente construído caracterizado por maior densidade e diversidade, e condições mais favoráveis do ponto de vista do design (conetividade, passeios, espaços verdes, etc.) apresentam padrões de mobilidade mais sustentáveis, em que as comunidades escolares uso mais intenso dos modos ativos, designadamente, as deslocações a pé. Na situação mais favorável, estas representavam 63% das deslocações diárias totais e 35% na situação menos favorável.

Estes padrões específicos na mobilidade bem como o tamanho relativamente pequeno dessas cidades, podem causar alguns problemas, em termos das suas relações funcionais e estruturais, como a inexistência de uma massa suficiente crítica para implementar as respostas adequadas e atrativas para o problema do baixo uso de transportes públicos (IMTT, 2011). No entanto, simultaneamente, os mesmos elementos parecem fornecer uma grande oportunidade para a promoção de modos ativos e de práticas de mobilidade sustentável.

## 2.4 · CONCLUSÕES

A revisão do estado da arte revela que há ainda um longo caminho a percorrer para obter um consenso sobre conceitos e metodologias que avaliam a integração entre usos do solo e transportes. No final do século passado foi sugerido que parte das inconsistências encontradas nos modelos se devia às abordagens isoladas desenvolvidas em cada um dos setores (Owens, 1995). Hoje em dia esta questão está ultrapassada pois tornou-se quase obrigatório avaliar, em simultâneo, os usos do solo e a oferta de transportes, bem como as políticas responsáveis pelos padrões observados. O problema vai além desta necessidade de integração e centra-se nas abordagens metodológicas. São necessárias mais aplicações práticas, casos de estudo diversificados e discussão das especificidades dos estudos de caso de modo a que a teoria possa então ser reavaliada. Existe também uma necessidade de uma maior coerência para consolidar conceitos, metodologias e índices, passíveis de aplicação em diferentes contextos e cenários.

Avaliar o nível de integração entre usos do solo e transportes pressupõe a utilização de medidas de acessibilidade como indicadores-chave, uma vez que estes refletem simultaneamente as características e localizações de oportunidades (reflexo dos usos do solo) e a maior ou menor facilidade de a elas aceder (reflexo do sistema de transportes) (Bertolini *et al.*, 2005; Straatemeier, 2008; Vale, 2008).

O acesso por proximidade e a inversão da hierarquia de transportes são em si mesmo objetivos que direta e explicitamente tentam aumentar a acessibilidade multimodal de uma cidade, o que reforça a importância e pertinência da acessibilidade como indicadores de integração de usos do solo e transportes.

As estratégias de desenvolvimento urbano sustentável, podem ser vistas como um conjunto de medidas cujo objetivo é a promoção de condições de acessibilidade multimodal, que requerem uma coordenação das políticas de transporte e de uso do solo (Bertolini *et al.*, 2005; Bertolini & Clercq, 2003).



### 3 · INTEGRATING LAND USE AND TRANSPORT: AN EVOLUTIONARY PERSPECTIVE

Stephen Marshall

#### 3.1 · INTRODUCTION

The integration of land use and transport can be seen in any number of European cities, although what we see is a selective snapshot in time. We could consider the case of Stockholm as a classic positive model of integration, with its compact, pedestrian-friendly old town – Staden Mellan Broarna or ‘city between the bridges’ – surrounded by water (and water-borne transport); the grid of commercial streets of the inner city, and the residential suburbs and satellite towns connected by public transport (Andersson, 1998). Similarly, Lisbon has a combination of a compact pedestrian-friendly central business district served by a web of public transport routes including ferries and rail based modes – and even vertical transport by elevators (Oliveira and Pinho, 2010), while London has seen both expansion by ‘transit-oriented’ suburbs as well as planned satellite towns to form a vast polycentric mega-city region (Hall & Pain, 2006).

Then again, these same cities also suffer from ‘Eurospawl’ (Marshall, 1995), and we could consider a contrasting type of ‘integration’, which could occur on the periphery of any modern city. Let us consider an out-of-town leisure park, featuring a multi-screen cinema and drive-thru’ restaurant, accompanied by a car park and of course, cars. Together this set of land uses and transport provision works as a package, as people from across the suburbs can converge on a one-stop entertainment ‘centre’. While this format may be criticised for its car orientation, in a sense it is integrated and symbiotic too. It provides a single destination where a trip for the cinema and dining out may be combined. It may even be an efficient transport package as it could involve groups of cinema-goers – such as a car full of teenagers on a night out – which could be relatively high occupancy vehicles at a given time and location.

And so, while a city like Stockholm may habitually be considered an exemplary case of integrated planning and sustainable urbanism (Cervero, 1998; Hall, 2013), the out-of-town drive-thru’ as an example of integration of land use and transport is not generally considered exemplary or ‘sustainable’ in a conventional sense and may not be favoured by policy-makers. This is because the out-of-town centre, surrounded by car parks and loop roads, may be poorly served by public transport and have disjointed or missing pedestrian connections. This is, of course, not simply a matter of infrastructure or even efficiency but of equity, if the centre excludes the poor, the elderly, and others who do not have access to a car.

Nevertheless these examples show contrasting alternative interpretations of what integrated land use and transport could mean. The question becomes about how integration may come about, and more specifically, how does the planner or public policy-maker intervene to get one kind of integration rather than the other. This requires understanding of the land use and transport system, and how integration came about historically. In this chapter we look first at a historical sketch of integrated planning, then examine in more detail the dynamics of land use and transport interactions, leading to an evolutionary interpretation, from which implications for integrated planning are drawn.

### 3.2 · INTEGRATED PLANNING: A HISTORICAL SKETCH

The history of integrated land use and transport planning is inextricably bound up with the history of town planning. As such, almost any form of town planning could be said to involve integrated land use and transport planning. Ancient cities laid out on regular grids of streets could be said to illustrate the rational provision of wide and straight streets as a framework for enclosing blocks of urban land uses. In the most ancient cases, we may be guessing to what extent these settlements were ‘planned’ in a conventional sense. In the neolithic settlement of Çatalhöyük we have the ultimate pedestrian oriented city, where ‘travel’ was across the flat roofs and people clambered down from those ‘shared surfaces’ through trapdoors to access the land uses below (Hodder, 2005). Vitruvius’ planned city had a regular radial pattern of streets (1999) and any number of renaissance planned cities followed suit. Leonardo da Vinci even envisaged arcaded buildings with separate passages for pedestrians and vehicles – a prescient integrated transport and urban form package (Anderson, 1978).

It was the advent of railways and tramways that brought in more recognisable modern versions of integrated land use and transport planning. Arturo Soria y Mata envisaged urban development strung out along a tramway spine, giving rise to a Ciudad Lineal or linear city that could stretch from Cadiz to St Petersburg, or Brussels to Beijing. In Soria’s vision of integration, all development was within close range of a tram stop (1892). Ebenezer Howard’s social cities formed, in effect, a polycentric cluster of settlements linked by railways (1904). These and subsequent ‘garden cities’ assumed a certain degree of self-containment: people could be assumed to live and work in the same town, in principle, minimising commuting.

The rise of the automobile also stimulated new urban forms. The easy accessibility of the motor car allowed Le Corbusier’s Ville Radieuse to forego a conventionally focused city centre, but to scatter land uses across a grid-like framework of elevated roads with a ground surface prioritising pedestrians (1964). His Ville Contemporaine saw dedicated highways and futuristic skyscrapers, with an airport at the centre of the city – we could call this a sort of aviation-transit-oriented development on a grand scale. Lloyd Wright’s Broadacre City foresaw the dispersed settlement patterns enabled by ubiquity and multi-directional accessibility of the motor car. Meanwhile Jellicoe’s Motopia (1961) was devised to seamlessly integrate urban form with motor travel – in this case, featuring a supergrid of contiguous apartment blocks with circulation of vehicular traffic on the roofs – a motor age echo of Çatalhöyük.

Indeed, newly planned settlements are perhaps the most visible indication of how a society expresses itself in terms of accommodating the needs for land use and transport planning in an integrated manner. When it came to planning of British new towns in the post-war era we saw the realisation of many of these principles. Even an idea as basic as creating a new town with a ‘town centre’ doubling as a centre of accessibility could be seen as replicating a traditional land use–transport model of settlement form. Roads were planned so that the flow of traffic would balance out between people heading between the industrial estates to the residential areas in both directions. In some cases innovative transport solutions were proposed – the plan for North Bucks New City proposed ‘pods’ of development along a monorail route like beads on a string. (That particular futuristic city was never built, but the more prosaic solution of Milton Keynes – a new settlement on a nearby location – was based on conventional road transport). The New Town plan for Irvine in Scotland envisaged a ‘central communications corridor’ which could accommodate “any form of public transport – taxi-train, monorail, hovercraft, or some at present unknown development” (Irvine Development Corporation, 1971). In reality,

local public transport there was provided by buses, while dedicated busways were also a prominent feature of Runcorn new town.

But town planning is, of course, not simply about provision of infrastructure to accommodate transport modes, whether conventional or unconventional. It is about accommodating people's patterns of living in space and time. In the post-war era of town planning, self-containment was a key theme, assuming the town as a whole could provide work for its population. Back then there were certain societal assumptions – lower car ownership, and perhaps households where one person (typically male) would go to work while another (typically female) would stay at home, and look after any children (Wilson, 1991). Meanwhile children would typically go to the local school. Neighbourhoods were typically planned around the provision of a primary school. So children would, naturally enough, walk to school (all without the specific encouragement of transport planners).

In the last couple of decades, there has been much emphasis on 'sustainable' transport: a means of providing for travel in a way that is environmentally-friendly, socially inclusive and economically viable. Or in some cases, the intention is to plan to minimise or avoid travel in the first place – encouraging alternatives to travel (Banister and Marshall, 2000), or 'planning more to travel less' (Banister, 1999). In this period, visionary urbanism has been more likely to invoke the merits of walking and cycling than expedite motor cars or hovercraft. We have seen a renaissance in rail-based travel – the reopening of railway lines and provision for new lines, and new or reintroduced light rail systems. Cities such as Manchester and Edinburgh that tore up their tramways in the 1960s now see modern light rail equivalents along their streets. Visionary urbanism is as likely to target car-free cities as to accommodate cars (Crawford, 2000). The 'pedestrianisation' of city centre streets has become commonplace – streets that were once the busiest for traffic now throng with people – typically shoppers and tourists.

Transit-oriented development (TOD) perhaps epitomises the modern form of integrated transport and land use planning, in the sense that it consciously envisages a package of land uses in connection to transport provision – dense, mixed use centres connected up by high capacity public transport (Calthorpe, 1993). There are several variants of the basic idea, whether seen as 'transit villages' (Bernick and Cervero, 1997), the vision for a polycentric city region (Calthorpe and Fulton, 2000), or applied in the context of transect planning (Payton and Hawkes, 2012).

By now we could be gaining the impression that land use transport planning could be simply a matter of realising a set formula, putting the right things in the right places. Situating local shops around a public transport stop seems naturally logical, just as an architect might plan a house with the dining room placed next to the kitchen. It is simply the natural order of things and simply a matter of good 'planning'.

However when we look closely we see things are not so simple as an 'architectural' solution. Were things this simple, we would always have integrated land use and transport planning – we could settle for a Vitruvian ideal city and land use and transport would be integrated indefinitely. But as we know things are more dynamic than this. The land use-transport system is not static: it is not a matter of the provider simply laying down the infrastructure and then everything else falling into place and staying there. The urban system is not like a model railway layout, whose designer can put certain arrangements of tracks and building in place, go away, and come back and continue as before, with nothing else unchanged (Marshall, 2009).

Rather, we have to add people into the mix: the restless human agency of a free society, where people have choice of where to live and work and go to school, and where they generally have a choice of travel modes, and often the ability to choose between travelling or not travelling to undertake various activities – to shop online or work at home. And these patterns change over time. People not only reside and travel but move house.



We can see this system conceptualised and modelled in many ways. Here, we will refer to three models for illustrative purposes. The first two are simplest – one primarily land use-related, the other primarily transport related – but although simple, represent fundamental relationships that can be most transparently tracked. The third is a more complex model – although still a simplified outline of reality – which has the benefit of addressing explicitly both land use and transport, and also reflects the logic of integrated land use–transport modelling.

First, we can consider von Thünen's model (1966), or variants based on bid-rent theory, where different land uses bid for use of land, with different prices at different distances from a central point. Those land uses prepared to pay the highest rent at the centre locate there, and this mechanism is repeated at progressively greater distances from centre, in each case the land use bidding highest being the land use manifested on the ground. We can regard this as a model of transport as well as land use in the sense that a transport network and associated travel costs are implicitly part of the model. Specifically, it in effect presupposes a network providing homogenous accessibility and a focal point that is the centre of accessibility for the region. Assuming the existence of that centre of accessibility in the first place, with homogeneous accessibility evenly in all directions, we get a pattern of concentric rings of land use – which could apply to different urban and agricultural uses.

Secondly, let us consider the gravity model, as applied in the transport sphere. This is a generic kind of model which posits that the attraction – hence travel – between locations is proportional to the product of their populations while inversely proportional to the distance between them. This has obvious and conscious parallels with the Newton's 'inverse square law' of gravitation in physics, although in the case of transport-related gravity models, distance is typically replaced by a more generalised cost, and the deterrence of distance (cost) is not necessarily defined by a power of 2 but may vary with circumstances (see for example, Ortúzar and Willumsen, 2011). The model in any cases typically uses many other factors, with less direct analogous relation to physics, and these factors may include different land uses, rather than a homogenous 'mass' of population and activity. The point here is that this relation implies that once one knows the population (or land uses, activities, etc) at all locations and the distances (or costs, etc) between them, one can calculate the attractiveness and hence the travel between each pair of locations.

Finally we can refer to the land use–transport feedback cycle presented by Michael Wegener to illustrate typical understandings of behaviour that underlie several land use and transport models (e.g. Wegener, 2004; 2014). Here, the relationships between land use and transport have been characterised as a cycle, whereby transport networks influence accessibility, hence location of development, while in turn location of development influences travel, hence stimulating provision of transport links. Within the transport part of this cycle lie typical concerns of transport planners and modellers, whereby travel times, distances and costs influence car ownership, trip decisions, destination choice, mode choice and route choice, which gives rise to a pattern of demand which in turn stimulates supply of transport services and infrastructure. Within the land use part of the cycle, accessibility can directly stimulate changes of activities' locations, with or without the provision of new development.

We can see some of these mechanisms playing out historically. For example, in the case of London, it is possible to trace the pattern of urban development along main roads and close to public transport routes and stations developing over time (Stanilov, 2013). Indeed, we could cite many examples of cities in Europe and Asia as de facto cases of transit-oriented development, or 'TODs growing wild', when this format or pattern was a natural way of urban growth without needing particular acts of planning to achieve transit-orientation.

Now in each of these cases – the von Thünen model, gravity model and land use–transport feedback cycle – the patterns of land use and transport we observe are reached through dynamic interaction of many actors, and are not simply the created artefact of an all-powerful designer or planner. However, there are limitations to what these models depict over a longer term historical trajectory. For example, in the von Thünen model, it is simply assumed that a range of different land uses exists; the explanation for how that division of labour came about is absent. And in the gravity model, we simply arrive at a picture of a stable travel pattern between fixed centres of demand; the settlements and transport links do not change.

Even Wegener's land use–transport feedback cycle, although useful as far as it goes, appears somewhat like a sub-routine in a larger program, not least because it is presented as a cycle that is intrinsically dynamic and can loop around indefinitely – also containing its own internal 'sub-routines'. Land uses and transport modes are assumed to stay the same – or at least, there is no explicit account of these changing. To be fair, the model could be modified to allow new land use types and transport modes to be introduced. But in a sense this seems more like the upgrading of the model, with the 'new, improved' version needing to be supplied with more features, rather than the variability of the elements being part of the model. The upshot is that for any given version of the model, no matter how many cycles is operated, we will still see patterns of development based on the original set of land uses and transport modes, and the original types of traveller and trip purpose, and so on. This is not unreasonable for the purpose of the cycle as a conceptual model, which serves to illustrate the logic underlying assumptions about (computational) land use–transport models, but it draws attentions to the limitations of all such models based on such considerations. In a sense, all land use transport models based on (only) this kind of cyclical logic will be limited to extrapolating a version of the past into the future; in reality the trajectory of history is more like an open-ended spiral, structured by the hitherto unseen dimension of time.

Hence, although all three cases considered here have a dynamic aspect, it is in effect the same elements and rules applying over time. It is as if the elements and relationships are fixed, but as the variable time is applied, we get 'more of the same' – more people, more vehicles, more roads, more locations developed, and hence larger settlements, larger networks, and so on. This is fine as far as it goes, but in the reality of history, the kinds of element and their relationships also change over time. This means that the ordered pattern is disrupted by new technologies and new social practices – most obviously seen in the advent of new transport modes, new kinds of transport infrastructure, and new kinds of land uses. These 'disruptive' interventions can affect the land use–transport relationship fundamentally and 'change the program'. This invites us to consider the longer term transformation of the land use–transport system, going beyond the foregoing models.

### 3.4 · AN EVOLUTIONARY PERSPECTIVE

In *The Transit Metropolis*, Robert Cervero surveys a selection of cities and their transport systems around the world, and notes the "... tight 'hand in glove' fit between their transit services and settlement patterns. In particular, these places are highly adaptive – either their cityscapes are physically and functionally oriented to transit or transit is well tailored to serving their cityscapes." (1998:xi). He suggests that these places have been "superbly adapted, almost in a Darwinian sense" (1998:5).

Hence we can interpret the notion of 'modal fit' where each mode of transport is adapted to its urban environment, and has to some extent co-evolved with it: the mode shapes the environment, and the environment shapes the mode. 'Modal fit' can be used as a shorthand for the relationship between a transport mode and its

'environment' – which is interpreted here as the physical environment of infrastructure and urban form and land use, but which might also include wider interpretations of cultural, political, institutional or financial 'environments'. The implied relationship is dynamic, and (co) evolutionary.

Effectively, each mode of movement can be seen to occupy an 'evolutionary niche' in the urban environment. For example, metro systems thrive in densely packed cities, along corridors of high demand, and are competitive where street-based modes subject to congestion are not. However, the bus is more flexible than the metro for penetration of the more diffuse outer suburbs, though in the lowest density areas it may find only meagre sustenance. Cars, however, are well suited to the dispersed suburbs – as well as helping to create them in the first place: cars are symbiotic with sprawl.

Cycling and particularly walking are confined in range, and are disadvantaged by the long distances of suburbia, but are versatile and can find niches beyond the reach of other modes. The limited speed and range of walking is compensated by the fact that the pedestrian has the widest possible accessibility, right up to the doors of building, and onwards inside.

In some cases, new modes have evolved to fit the new urban conditions. Demand-responsive transport (e.g., dial-a-ride services) can be seen as an 'evolutionary response' to the creation of dispersed suburbs which cannot support conventional public transport. Similarly, the guided bus may be seen as an adaptive response to the combination of congested inner city areas (where a segregated route is a competitive advantage) and dispersed suburbs (where flexible routeing can allow penetration to maximise access closer to more destinations).

Finally, we see how some transport modes become 'extinct' – the horse-drawn tram combines the disadvantages of low speed and inflexible routeing. It only exists as a museum piece.

This 'almost Darwinian' adaptation suggests some sort of evolution at play. In fact, we can invoke here a very specific evolutionary interpretation that is analogous to biological evolution. That is to say, when using the term 'evolution' here we mean something more specific than just something 'changing' or 'developing' or 'transforming' over time, or something that it is just gradual or incremental or 'natural' or unplanned. We mean more specifically that it is adaptive, involving feedback from the wider 'environment', over successive iterations of change where one generation differs slightly from the generation before, and is subject to selective forces (Ziman, 2000; Vermeij, 2004; Marshall, 2009).

It is a collective population that evolves over time, rather than an individual; in the case of human-made artefacts, that 'population' could be represented by a type, from which that population is generated: for example, a particular type of vehicle could be said to evolve, where the type represents the collective set of vehicles generated from the same model.

More specifically, we can say that different transport modes and technologies evolve, and different land uses may be said to evolve. We can interpret the modern cinema as the evolutionary descendant of the theatre – originally the picture house was typically a theatre adapted to project films on a screen. The modern private car evolved from the first internal combustion engine vehicles known as 'horseless carriages', whose antecedents were horse-drawn vehicles of various kinds (Marshall, 2009).

From this perspective, the out-of-town cinema multiplex (set in a sea of car parks) is an adaptation of the traditional (street-fronting) cinema; or an evolution from it – just as in a previous era the cinema itself was an adaptation from the theatre, with the addition of moving picture technology. Similarly the drive-thru' restaurant is an adaptation, of a conventional restaurant or fast food outlet, to mass car use. These land use types evolved with the private car to produce the (in its own way) 'integrated' landscape of Eurosprawl.

Similarly the streetcar suburb or railway suburb could be seen as adaptations to public transport – a previously unprecedented urban form, comprising a local high street, public transport stop or station, a set of local shops, which in some cases was not coalescing around a pre-existing village, but in its pure form, a direct creature of the public transport.

In each case the ‘integration’ is the result of increments of development which were perhaps the product of private entrepreneurs – railway entrepreneurs or developers, whose aim was not necessarily to create a suburb as such, far less an exurban ‘edge city’ (Garreau, 1992). Similarly the case of Amsterdam’s Zuidas district – in effect a European edge city – was driven originally by private sector interests and only later the public authorities stepped in to help add co-ordination to something that was happening anyway (Bertolini, 2007). In these cases – the transit metropolis, the out-of-town centre and edge city – the ‘integration’ as such was more of a coming together of complementary impulses, rather than necessarily being due to integrated transport land use planning policies as such – although in some cases, as with ‘Metroland’ in London, the railway companies did deliberately co-ordinate the development of residential neighbourhoods with the provision of suburban railway services.

The evolutionary perspective can take us back as far as we like in history or pre-history: to the first transport modes, the first settlements, the first land uses, the first societies, the first ambulant humans. An evolutionary interpretation takes account of changes in technology, society and cities – indeed, the relationship between transport, urbanization and the genesis of cities in the first place (Clark, 1958; Antrop, 2004). It accommodates the transition between the classic models of the compact dense pedestrian oriented city, the radial public transport oriented city and the dispersed car-oriented city – a transition which is not accommodated by models based on the conventional land use–transport feedback cycle. That is to say, such models do not within them account for the advent of new transport modes and technologies, the division of land uses, and so on. No amount of iteration of the cycle can generate the effect of the invention of the wheel, the internal combustion engine or the internet on land use and travel. This is because the elements and relationships are not static but change – often unpredictably and irreversibly – over the long term. This puts policy-makers in a different position because here it is not just a matter of tuning the system, to get a bit more development ‘here’ rather than ‘there’, but the very kinds of development and transport modes themselves are transformed.

With reference back to biology, a key point about urban or technological evolution is that it is not like an organism growing or unfolding over time as if following a roughly foreseeable developmental programme, but change can go in any direction, unpredictably (Marshall, 2009). The evolution is based on many different sub-systems evolving in their own way – hence the evolution of vehicles types, technologies, land uses, social practices, and so on. Each responds with feedback from the environment – an environment constituted by all other elements (all other vehicle types, land uses, and so on). The element of natural selection acts on the multiple variants of different formats, where the viable ones prosper and multiply (according to consumer preference and market forces, availability of resources, and so on), while others fall by the wayside. Evolution is typically regarded as being irreversible but there are always likely to be backtracking or other unpredictable eventualities – such as the reintroduction of trams or the renaissance of the bicycle. These reversals and revivals are lessons from history that demonstrate there is not a foreseeable progressive transition to the next stage. Otherwise, we might have had hovercraft taxis in London, rather than trishaws.

Taking all of the above into consideration, the question then becomes how should policy-makers intervene in such a dynamic, evolutionary system, to achieve integration?

### 3.5 · IMPLICATIONS FOR INTEGRATION

Approaching the topic of integration, or intervention in general, implies we have a model for 'how the world works' into which our policy interventions are placed. If we had a static, 'architectural' model, where the designer or planner simply needs to provide a fixed solution to accommodate society, then integrated land use and transport planning would simply imply that a planner could decree that this land use shall go here, and another there, and transport provided to serve each, and the whole would work like clockwork thereafter. For example, in a static, 'architectural' solution to urbanism, we would maintain a concentric urban format in perpetuity; we would simply not have out-of-town centres, as they would not fit the idea of a 'town centre'. (Taken to its logical conclusion, historically, we would not either have had radial public transport, or motor cars). However, in reality it is understood that land use and transport form a dynamic system, and intervention towards integration necessarily takes this into account.

For example, in terms of the von Thünen concentric ring model, a policy-maker could adjust the cost of transport in such a way to make one land use more competitive to another relative to the city centre. Or, the land could be taxed in some way, to have an effect on the land use and hence the pattern of travel accessing it. New investment in radial public transport could increase the relative accessibility of certain corridors (e.g. radial corridors or, alternatively, orbital routes) making them locally more accessible and changing the pattern of, for example, office and retail uses along those corridors. Hence, the threshold zone where shops and offices give way to residential uses on the periphery of town centres could shift inward or outwards, or along transport corridors, and in doing so affect travel patterns in turn.

In terms of responding to the gravity model, integration of land use and transport could mean location of certain land uses in relation to each other to minimise the collective distances travelled between all origins and destinations. For example, it could imply distribution of local services through an urban area to create a 'city of short distances'.

In terms of responding to the land use transport feedback cycle, the planner could introduce a variety of land use measures – controlling for mixed use, density, location of development – to influence trip generation, mode choice, route choice, and so on. Transport policy-makers could intervene with provision of bus services to access out-of-town centres, and to provide paths for pedestrians to access those centres on foot. Or more particularly, integrated policies would anticipate where demand for development was arising and help steer development to where good public transport existed or was being developed, and/or provide new transport infrastructure or services where the new development was arising. Taken together, the result of these dynamic models could yet be a polycentric city including out-of-town centres and local sub-centres.

When it comes to responding to the evolutionary perspective, we need to think via a slightly different mindset, that is alert to the potential for adaptive and evolutionary transformation. From consideration of biological evolution, we can learn a number of lessons for policy (Marshall, 2009) from which two ideas are highlighted here.

The first lesson from evolution is to discard inappropriate or moribund models: the future is not the same as the past, nor a simple foreseeable progressive development of the past. A new town need not resemble an old town; and just because traditional towns have 'town centres' does not mean that future new settlements should have 'town centres' – or even be 'towns' in a conventional sense. In other words, when steering solutions (even while based on understanding of the conventional land use–transport cycle) we should consider critically

what the desired future model should be, and the reasons for it, which does not necessarily mean following old models of the past.

For example, an evolutionary perspective would recognise the rise of the shopping mall as a new format – an evolution from the traditional arcade, perhaps, but extracted to a greenfield site surrounded by car parking – whose attractiveness could differ from conventional shops, the package being more than the sum of the parts. Then again, shopping malls are not universally replacing traditional urban formats, and there is a renaissance of some central area streets that combine high accessibility with high quality physical and retail environment with historic identity, whether in the form of pedestrianised central streets or waterfront developments (the centres of Stockholm, Lisbon or London could be examples). So integrative policy is not just about steering conventional land use and modal combinations towards one or other of those solutions based on conventional assumptions about how towns and cities work, but must accommodate both while critically re-examining what our ultimate transport and land use objectives are, and why, when targeting integration.

The second lesson – the other side of the coin – is to avoid suppressing unsolicited novelty. Some innovations – possibly from outside the transport and land use sectors – could be gateways to viable future pathways. In this case the transport or land use planner needs to be alert to new trends, including new types of mobility (such as driverless cars, ‘flying cars’ and deliveries by ‘drone’), new technologies (such as new navigational devices and smart apps), new social trends (such as health-conscious people deliberately incorporating walking and cycling in their daily travel, rather than simply choosing modes and routes to minimise travel time). These eventualities need to be anticipated and built into our thinking as soon as they practicably can be. Meanwhile, new solutions and their combinations should be tested – with a diversity of alternatives generated, and successful ones selected and propagated as best practice exemplars – to create a new generation of land use and transport understanding and practice

### 3.6 · CONCLUSIONS

Transport and land use may find themselves integrated and adapted to each other, over the long term, as in the case of traditional ‘transit metropolises’ such as Stockholm, London or Lisbon. However, this degree of integration may be slow to evolve, and not all outcomes are necessarily the ‘right’ kind of integration, if this means the ‘integration’ of car use and sprawl. Hence there is a prerogative for targeted planning for the desired kind of integration. For this targeting, evolutionary history suggests that we need to consider critically what our aims are, and why – and not simply project once-viable patterns of the past into the future.

As for policy interventions themselves, these can affect any part of the land use–transport cycle – hence integrated packages of policies can target both the land use → transport and transport → land use interactions. But we must also look beyond this cycle – which may be regarded as just a sub-routine within a longer term evolutionary trajectory – and consider factors that could ‘change the program’, such as new transport modes and new means of organising land uses. Here we also need to be alert to a wider range of influences – new technologies and social trends, including future leisure, health and retail scenarios – that could be fruitful areas for future adaptation and integration. Planners should anticipate these and encourage integration within policy models. Perhaps we could yet end up with a mix of futuristic solutions and traditional human urbanism – ‘flying cars’ and home delivery drones alighting on city rooftops, for utilitarian travel, linked by elevator to a ground surface kept free – like in La Ville Radieuse or Motopia – for active, healthy and happy ambulant humans.

## 4 · METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DAS RELAÇÕES ENTRE AMBIENTE CONSTRUÍDO, TRANSPORTES E MOBILIDADE

Rui Amaro Alves, David de Sousa Vale, Ricardo Bento, Manuela Rosa

### 4.1 · OBJETIVO E OBJETO DA INVESTIGAÇÃO

O projeto INLUT teve por objetivo principal o estudo das interações entre usos do solo e transportes, e os impactos que elas desenvolvem nos comportamentos de deslocação e nos padrões de mobilidade em contextos urbanos de menor dimensão - as cidades médias portuguesas -, o que constituiu, por si só, uma inovação conceptual, que permitirá a comparação no panorama internacional com outras realidades territoriais distintas a diversos níveis.

Partiu-se da hipótese de que o ambiente construído e os transportes desenvolvem relações de interdependência, que interferem nos comportamentos e atitudes de deslocação das pessoas e produzem padrões específicos de mobilidade urbana. No plano operacional, deveria ser possível comparar a uma escala macro, as cidades envolvidas através da resposta a duas questões. Será que as cidades médias portuguesas apresentam um padrão de mobilidade específico? Será que os padrões de mobilidade das quatro cidades são semelhantes?

A uma escala meso, deveria ser possível comparar bairros específicos com características semelhantes nas quatro cidades, respondendo a duas questões. Será que bairros com características semelhantes em cidades diferentes produzem, também, padrões de mobilidade semelhantes? Será que bairros com características diferentes em cidades diferentes produzem também, padrões de mobilidade diferentes?

Finalmente, numa escala mais micro, deveria ser possível comparar, dentro da mesma cidade, bairros com características semelhantes e com características muito diferentes com a resposta a duas questões. Bairros semelhantes produzem padrões de mobilidade também semelhantes na mesma cidade? Bairros muito distintos podem produzir padrões de mobilidade semelhantes na mesma cidade?

A modelação das relações de causa e efeito entre o ambiente construído e os transportes foi realizada com recurso a técnicas de estatística descritiva e a modelos de análise multivariada, regressão múltipla, análise fatorial e análise de componentes principais, análise de *clusters* e modelos de equações estruturais.

O desenvolvimento da investigação não pôde ser realizado com base em informação disponível no sistema estatístico nacional e exigiu a recolha de informação *in loco* - através de levantamentos de campo e de lançamento de inquéritos à população - e a construção de um Sistema de Informação Geográfica em cada cidade, sendo georreferenciados, relativamente ao edifício, os usos do solo e os inquéritos realizados sobre os edifícios.

A abordagem consistiu na aplicação de metodologias testadas a quatro cidades médias, procurando encontrar na sua diversidade aspetos que as diferenciem e que validem ou rebatem os resultados encontrados. Adicionalmente, pretendeu-se ainda desenvolver e testar o conceito de acessibilidade (multimodal) como uma ferramenta de avaliação da integração de usos do solo e transportes.

A investigação aplicada recaiu sobre quatro cidades médias portuguesas: Castelo Branco, Faro, Santarém e Vila Real - para as quais já existiam estudos anteriores sobre mobilidade -, tendo em atenção sobretudo três grupos de critérios: (i) dimensão física e populacional, (ii) complexidade e (iii) diversidade urbanas (figura 4.1).



FIG. 4.1 ·  
Cidades médias objeto do estudo e seu enquadramento no território do continente português

O conhecimento empírico e os trabalhos anteriores desenvolvidos pelos investigadores em algumas cidades também contribuíram para a escolha dos casos de estudo. Para além dos três grupos de critérios referidos anteriormente, outros aspetos particulares condicionaram a seleção dos casos de estudo. Para se poderem comparar os padrões de mobilidade, considerou-se importante selecionar cidades médias com oferta de ensino superior e oferta de transporte público urbano de passageiros. Por outro lado, considerando a importância que a topografia local tem nos padrões de mobilidade e nas deslocações em modos ativos, principalmente a pé, selecionaram-se duas cidades planas (Faro e Castelo Branco) e duas com uma topografia mais acidentada (Santarém e Vila Real).

Em cada cidade, foi definido um perímetro de estudo com base no conhecimento empírico sobre a estrutura urbana da cidade, na informação existente em planos de ordenamento do território e urbanismo existentes para cada uma, e nos padrões de utilização do solo, designadamente os usos urbanos e na sua contiguidade espacial (quadro 4.1 e figura 4.2).

CIDADE	ÁREA (ha)
Vila Real	968
Castelo Branco	1592
Santarém	999
Faro	1866

Quadro 4.1 ·  
Dimensão das cidades em estudo

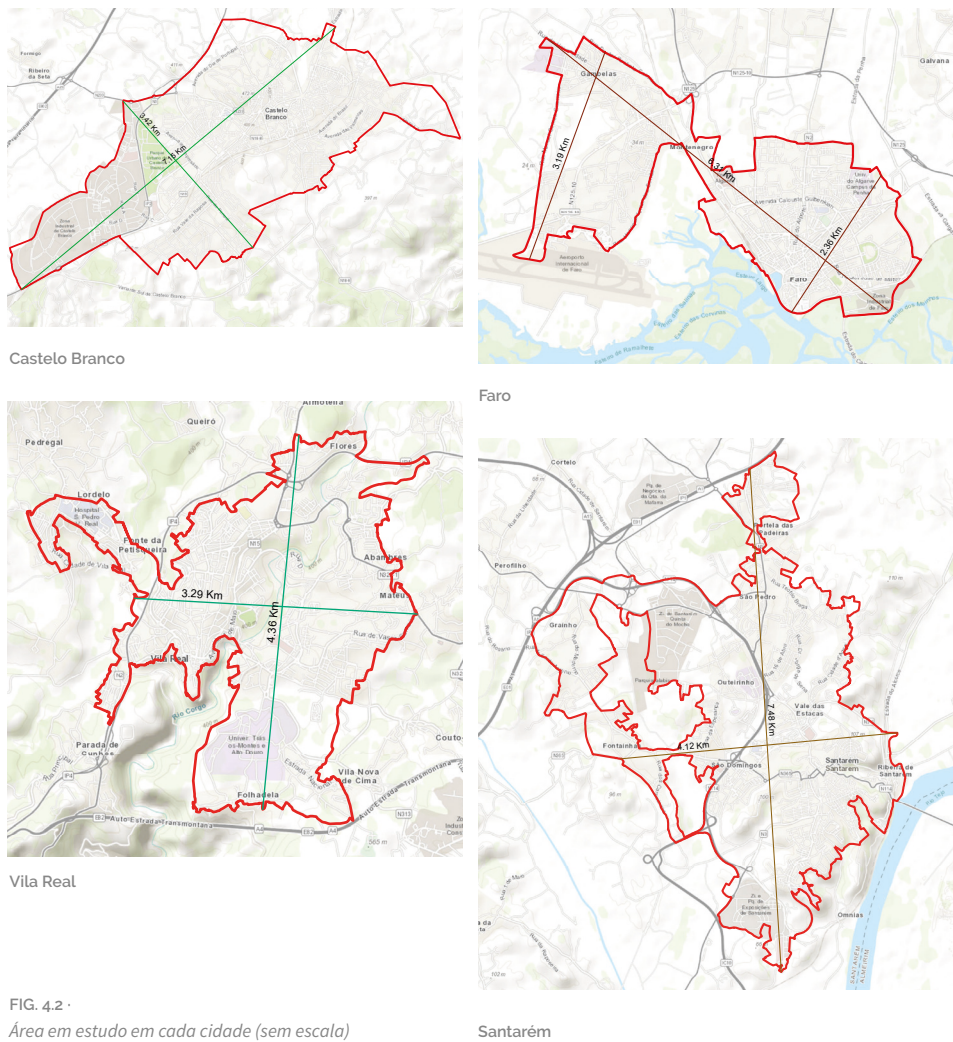


FIG. 4.2 · Área em estudo em cada cidade (sem escala)

## 4.2 · QUESTÕES CONCEPTUAIS

A literatura sobre a temática refere um vasto número de variáveis e indicadores para caracterizar o ambiente construído. Tendo por base esses estudos, ponderando a informação disponível e a gerada no quadro da investigação, e os objetivos desta, considerou-se que o ambiente construído podia ser caracterizado com base em 35 indicadores em 6 dimensões (figura 4.3).

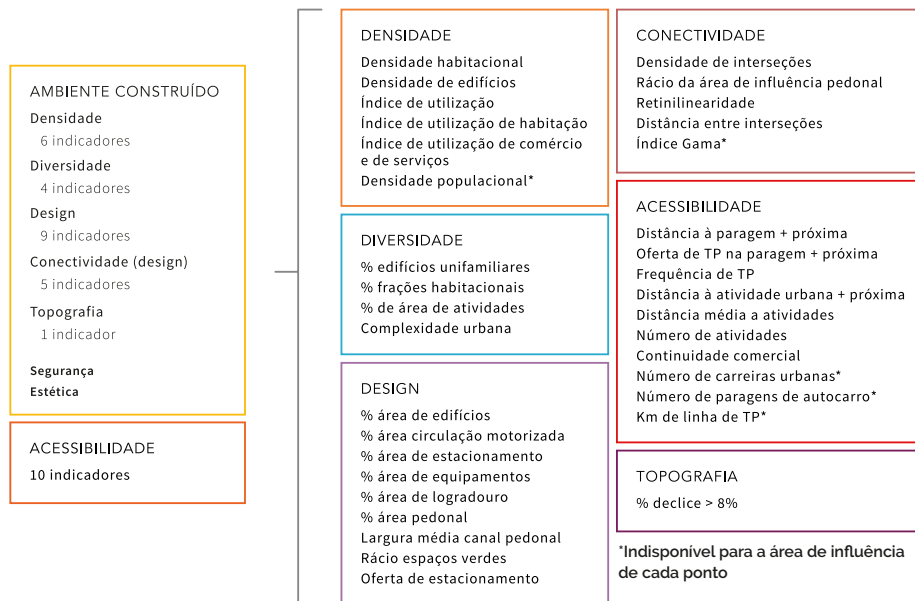


FIG. 4.3  
Modelo conceitual de caracterização do ambiente construído

Os indicadores são organizados de acordo com as dimensões do ambiente construído identificadas na literatura como tendo impacto nos padrões de mobilidade, ou seja, os “7Ds” identificados por Ewing e Cervero (2010): Densidade, Diversidade, Design, Acessibilidade aos destinos, Distância aos transportes públicos, Gestão da mobilidade (*demand management*) e Demografia, tendo sido introduzidos alguns ajustamentos decorrentes das especificidades dos casos de estudo.

As três primeiras dimensões (densidade, diversidade e design) coincidem com as identificadas por aqueles autores. No entanto, na dimensão ‘design’ uma nova componente foi incluída para as questões da conectividade da rede, que é específica da rede de circulação existente. A dimensão ‘acessibilidade aos destinos’ coincide com a dimensão ‘distância aos transportes públicos’. No entanto, procurou-se ir mais longe, incluindo a oferta de transporte público e a presença de atividades urbanas, que se têm revelado importantes para os padrões de mobilidade. Finalmente, a última dimensão, a ‘topografia’, é preponderante nos modos ativos, mas é muitas vezes esquecida neste tipo de estudos (Vale *et al.*, 2016), se bem que já tenha sido utilizada por Alves *et al.* (2008, 2010a e 2010b).

Como a literatura atribui uma grande importância à acessibilidade como fator explicativo das relações entre usos do solo e transportes, entendeu-se que é uma variável importante e determinante, em si mesma, com capacidade explicativa, que resulta das características do ambiente construído, mas também da gestão da mobilidade. Introduziu-se esta variável no modelo conceitual que explica as relações entre o ambiente construído e os padrões de mobilidade (figura 4.1).

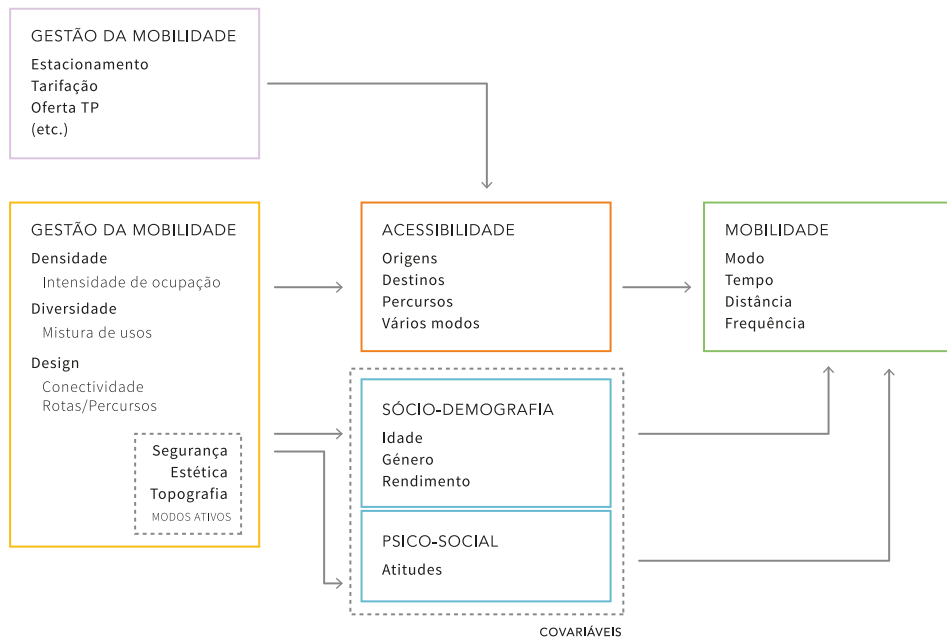


FIG. 4.4 · Modelo conceptual para explicação da relação entre o ambiente construído e a mobilidade

O poder explicativo das atitudes relativas à mobilidade é reconhecido na literatura, pelo que foram também consideradas de acordo com três grandes grupos: Comportamento dos Transportes, Ambiente Construído e Hábitos e Crenças.

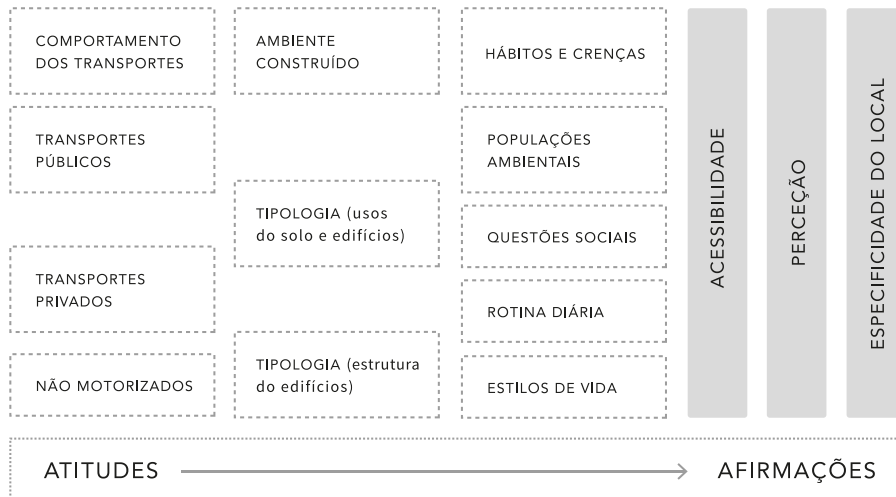


FIG. 4.5 · Modelo conceptual para a definição das afirmações

### 4.3 · DESENVOLVIMENTO

O trabalho de investigação foi desenvolvido em quatro fases interativas (figura 4.6). A fase inicial contemplou as tarefas de seleção dos casos de estudo, identificação e recolha dos dados disponíveis e uma fase de ajuste metodológico a aplicar em função dos dados disponíveis. Na segunda fase, procedeu-se à recolha e estruturação dos dados disponíveis em bases de dados e sistemas de informação geográfica. Nesta fase, foi possível um contacto mais próximo com a realidade das cidades, tendo sido efetuadas algumas análises preliminares. Na terceira fase, foram desenvolvidas as principais análises em torno da integração dos usos do solo e dos transportes, e obtidas as principais conclusões do projeto. A fase quatro consistiu na sistematização do conhecimento obtido.

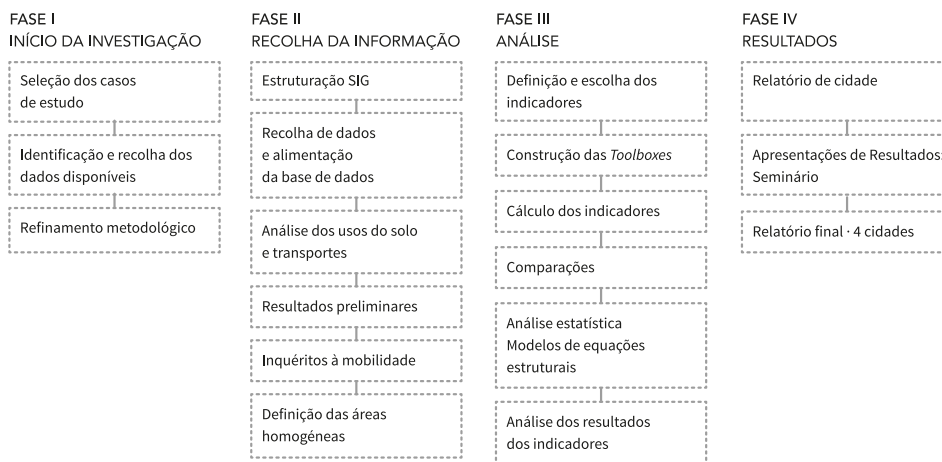


FIG. 4.6 ·  
Esquema do processo de trabalho do projeto

O desenvolvimento da investigação contou com a colaboração das câmaras municipais dos quatro casos de estudo, na obtenção de dados disponíveis, nomeadamente em termos de usos de solo e atividades e funções, mobilidade, redes de transporte e toda a informação disponível com interesse para a investigação, tendo sido também consultadas outras fontes oficiais de informação. Para além do contacto com as entidades, foram realizadas diversas visitas aos locais. Nestes visitas, realizaram-se inquéritos à população, levantamentos de informação inexistente e registos fotográficos, para um melhor conhecimento da realidade em causa.

#### 4.4 · ESTRUTURAÇÃO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

A concretização dos objetivos da investigação exigiu uma base analítica comum às quatro cidades, tendo sido estruturado um sistema de informação geográfica para esse efeito, com base na licença do *software Arc-GIS* 10.1, onde foram georreferenciados todos os dados obtidos, de acordo com o modelo de dados utilizado por Alves *et al.* (2010a e 2010b).

CAMPOS	TIPOS	OBSERVAÇÕES
<b>PARAGENS DE TRANSPORTES PÚBLICOS</b>		
Coberto	Boleano	A paragem tem abrigo (sim ou não)
Info_Hora	Boleano	A paragem tem informação disponível sobre os horários (sim ou não)
Info_Perc	Boleano	A paragem tem informação disponível sobre o percurso (sim ou não)
<b>POSTES DE ILUMINAÇÃO</b>		
ID	Numérico	Número Sequencial do poste de iluminação
<b>PONTOS DE RECOLHA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS</b>		
NCount	Numérico	Número total de contentores
NIndiscr	Numérico	Número de contentores para lixo indiscriminado
NVidro	Numérico	Número de contentores para vidros
NPapel	Numérico	Número de contentores para papel
NPlástico	Numérico	Número de contentores para plástico e metal
<b>ÁRVORES</b>		
Porte	Texto	Porte da árvore (grande, médio, pequeno)
<b>CABINES TELEFÓNICAS</b>		
Coberta	Boleano	A cabine tem cobertura (sim ou não)
<b>PONTO DE BIKE SHARING</b>		
Local	Texto	Localização dos pontos da rede de partilha de bicicletas
Capacidade	Numérico	Capacidade do estacionamento para bicicletas

Quadro 4.2 ·

Entidades geográficas representadas por pontos

CAMPOS	TIPOS	OBSERVAÇÕES
<b>REDES DE CIRCULAÇÃO</b>		
Viária	Boleano	Rede Viária (sim ou não)
Pedonal	Boleano	Rede Pedonal (sim ou não)
Ciclável	Boleano	Rede Ciclável (sim ou não)
NPistas	Numérico	Número de Pistas da rede viária
Bus	Boleano	Tem faixa BUS (sim ou não)
NSentidos	Numérico	Número de sentidos na rede viária
<b>REDE DE CIRCULAÇÃO MOTORIZADA</b>		
Área	Numérico	Área em m <sup>2</sup>
Pav_Tipo	Numérico	Tipo de material (Empedrado (1); Betuminoso (2); Outro (3))
<b>REDE DE CIRCULAÇÃO PEDONAL</b>		
Área	Numérico	Área em m <sup>2</sup>
Pav_Tipo	Numérico	Tipo de material (Empedrado (1); Betuminoso (2); Outro (3))

Quadro 4.3 -

Entidades geográficas representadas por linhas

CAMPOS	TIPOS	OBSERVAÇÕES
<b>USOS DE SOLO</b>		
Categorias	Texto	Designação com a tipologia estabelecida
Área	Numérico	Área em m <sup>2</sup>
<b>PASSADEIRAS</b>		
Sobrelevad	Boleano	Se a passadeira é sobre-elevada (sim ou não)
Rebaixada	Boleano	Se o lancil é rebaixado (sim ou não)
Semaforizada (1)	Boleano	Se a passadeira é semaforizada (sim ou não)
<b>CICLOVIA</b>		
Área	Numérico	Área em m <sup>2</sup>
Pav_Tipo	Numérico	Material (Calçada portuguesa (1); Empedrado (2))
<b>EDIFÍCIOS</b>		
ID_Edific	Numérico	Código da BGRI do INE acrescido de 2 dígitos
Área	Numérico	Área em m <sup>2</sup>
NPolícia	Texto	Número de polícia
Rua	Texto	Designação da rua
NPisos_Ac	Numérico	Número de pisos acima da cota de soleira
NPisos_Ab	Numérico	Número de pisos abaixo da cota de soleira
NFrac_Tot	Numérico	Número total de frações (fogos habitacionais + outros usos)

CAMPOS	TIPOS	OBSERVAÇÕES
NFogos_Hab	Numérico	Número total de fogos habitacionais
NFunções	Numérico	Número total de frações dedicadas a funções diversas
Estacio_CV	Boleano	Estacionamento em cave (sim ou não)
Estacio_RC	Boleano	Estacionamento no rés-do-chão (sim ou não)
<b>LOGRADOURO</b>		
Área	Numérico	Área em m <sup>2</sup>
Gestão	Boleano	Tipo de logradouro (Público (0) e Privado (1))
<b>ESTACIONAMENTO</b>		
Área	Numérico	Área em m <sup>2</sup>
Gestão	Boleano	Pública (0) ou Privada (1)
Pago	Boleano	Pago (sim ou não)
NTLugares	Numérico	Número total de lugares
NLug_Def	Numérico	Número de lugares para deficientes
NLug_CD	Numérico	Número de lugares para cargas e descargas
NLug_Res	Numérico	Número de lugares reservados
NLug_Pesad	Numérico	Número de lugares para pesados
<b>ESPAÇOS VERDES</b>		
Área	Numérico	Área em m <sup>2</sup>
NBancos	Numérico	Número de bancos
Campo_Jogo	Boleano	(sim ou não)
Parq_Infan	Boleano	(sim ou não)
<b>USOS ESPECIAIS</b>		
Área	Numérico	Área em m <sup>2</sup>
Designacao	Texto	Designação do uso de acordo com a classificação estabelecida
Observacao	Texto	Outra informação considerada relevante
<b>EQUIPAMENTOS</b>		
Área	Numérico	Área em m <sup>2</sup>
Tipologia	Texto	Designação de acordo com tipologia estabelecida
Designacao	Texto	Designação do estabelecimento
Observacao	Texto	Outra informação considerada relevante

Quadro 4.4 ·

Entidades geográficas representadas por polígonos

### 4.5 · BASE DE DADOS

O tratamento dos vários tipos de dados foi efetuado numa base de dados desenvolvida no *software Microsoft Access*, com o objetivo de relacionar os dados dos uso do solo com os dados de mobilidade da população, organizada em dois grandes grupos:

1. Os dados provenientes do inquérito à mobilidade com cerca de 4700 entradas (ver secção 4.8); e
2. Os dados provenientes dos usos do solo, ou seja, as características do ambiente construído de cada edifício onde tiveram origem ou destino as várias viagens realizadas pelos inquiridos, com cerca de 27 000 edifícios, nas quatro cidades.

Os dados provenientes do inquérito à mobilidade foram repartidos por várias tabelas, de acordo com o grupo do inquérito. A relação entre estas tabelas é realizada através de um código-chave (K\_N\_Controlo). A relação dos dados de mobilidade, nomeadamente localização do local de trabalho ou residência, bem como a origem e destino das viagens realizadas pelos inquiridos em cada um dos edifício resultou do código que liga essas origens e destinos, com o código de edifício ao qual estão associadas as características do ambiente construído, em particular os indicadores calculados para cada um deles (figura 4.7).

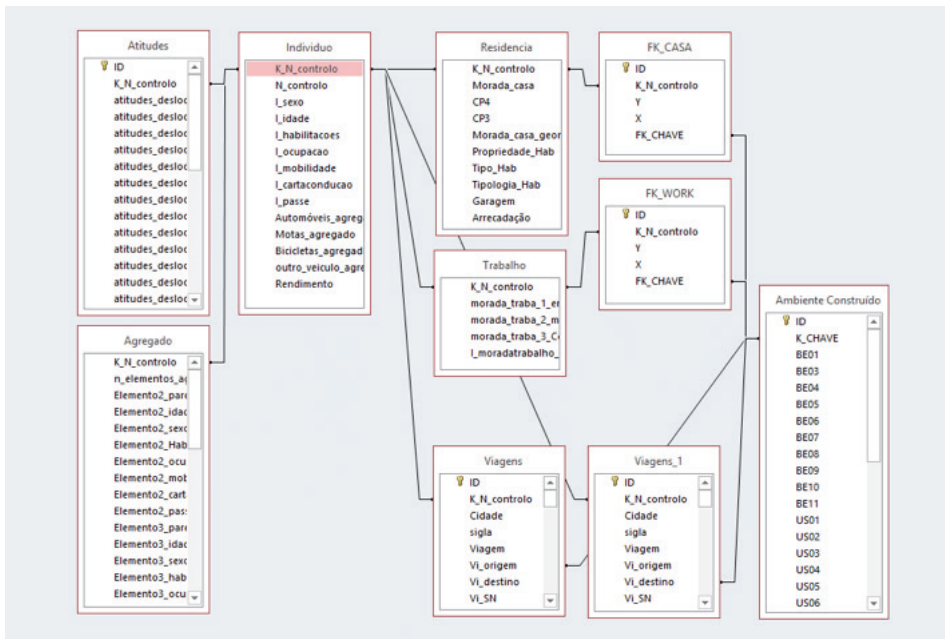


FIG. 4.7 ·  
Esquema das entidades e relações da base de dados

#### 4.6 · UNIFORMIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO

A estrutura definida através das tabelas de atributos descritas anteriormente foi utilizada em todos os casos de estudo. De forma a garantir consistência e coerência da informação, foi necessário proceder à uniformização das várias categorias a utilizar, em relação a alguns campos, designadamente nas respostas abertas do inquérito realizado à população e nas classes de uso do solo. A uniformização da classificação dos usos do solo teve em conta a classificação existente nos vários instrumentos de gestão territorial de cada cidade, tendo sido adotada a descrita no quadro 4.5.

CATEGORIAS	DESIGNAÇÃO
Agro-florestal	Espaços desocupados com características mais rurais ou de ocupação agrícola ou florestal
Ciclovia	Espaço destinado à circulação em bicicleta
Circulação Motorizada	Espaços destinados à circulação motorizada
Circulação Pedonal	Espaços destinados à circulação pedonal
Edifícios	Espaços edificados; projeção ortogonal dos edifícios no plano
Equipamentos	Espaços afetos a equipamentos (edifícios e áreas envolventes)
Espaços de utilização coletiva	Espaços públicos, como praças, jardins, etc.
Espaços planeados não ocupados	As zonas urbanas definidas por planos, mas que ainda não apresentam qualquer ocupação, nem se encontram infraestruturadas
Espaços urbanizados não construídos	Espaços que já possuem estruturação, mas que ainda não estão ocupados ou apresentam ocupação muito residual
Espaços verdes	Jardins e parques com estrutura verde
Estacionamento	Espaços destinados a estacionamento
Logradouro	Espaço de lote não ocupado por edifício
Usos especiais	Espaços ocupados por ferrovias, instalações militares, entre outros
Verdes de enquadramento	Rotundas, separadores centrais, canteiros, etc.

Quadro 4.5 ·  
Categorias adotadas para a classificação dos usos do solo

Em relação aos equipamentos foi adotada a tipologia constante no quadro seguinte.

<b>ENSINO</b>	Escolas Superiores	<b>CULTURA</b>	Biblioteca
	Escolas Profissionais		Cinemas - Teatros
	Escolas Secundárias		Museus
	Escolas Básicas (EB123)		Centro Cultural e Recreativo
<b>FORMAÇÃO</b>	Centro de Formação	<b>RECREIO</b>	Centro Recreativo

SEGURANÇA SOCIAL	Creches	DESPORTO	Grande Campo de Jogos	
	Centros de ATL		Pequeno Campo de Jogos	
	Lar de Idosos		Pista de Atletismo	
	Centro de Dia		Pavilhão Gimnodesportivo	
SAÚDE	Hospitais		Parque Urbano	
	Centros de Saúde		Espaço de Recreio Infantil	
SEGURANÇA PÚBLICA	Esquadra da Polícia			
	Posto de GNR			
	Bombeiros			

Quadro 4.6 ·  
Categorias adotadas para a classificação dos equipamentos coletivos

Quanto aos usos dos edifícios, além do uso residencial, a uniformização teve em conta a frequência com que a função não residencial existente no edifício é procurada, uma vez que esta é fundamental para a medição da acessibilidade. Foram analisadas várias tipologias de classificação no plano nacional e internacional, a fim de verificar a mais adequada ao contexto e aos objetivos da investigação. A opção recaiu sobre a classificação e a tipologia estabelecidas por Saraiva (2013), constante do quadro 4.7.

FREQUÊNCIA DE USO	CÓDIGOS	TIPOS DE COMÉRCIO E DE SERVIÇOS
1 · Diária	CS1	1.) Mercado/ Mercearia/ Minimercado/ Supermercado
		2.) Padaria/ Pastelaria
		3.) Tabacaria/ Papelaria/ Quiosque
		4.) Café/ Restaurantes
		5.) Outro comércio alimentar tradicional
2 · Ocasional	CS2	1.) Cabeleireiro
		2.) Farmácia
		3.) Lavandaria
		4.) Hipermercado
		5.) Livraria
		6.) Banco
		7.) Acessórios de Moda/ Vestuário/ Sapataria/ Joalheria/ Ótica
		8.) Telecomunicações/ Lojas de Telemóveis/ Informática/ Energia
		9.) Lar/ Lar-diversos/ Decoração/ Mobiliário
		10.) Eletrodomésticos/ Iluminação/ Materiais e Artigos Elétricos/ Reparações/TV, Wi-fi, vídeo
		11.) Posto de Correios
		12.) Ginásio
		13.) Estação de Serviço/ Gasolineira

FREQUÊNCIA DE USO	CÓDIGOS	TIPOS DE COMÉRCIO E DE SERVIÇOS		
2 · Ocasional	CS2	14.) Bar/ Discoteca		
		15.) Associações/ Clubes/ Organizações/ Oficinas/ Ateliês		
		16.) Bricolagem/ Material de Construção/ Reparação e afins		
		17.) Artigos de desporto		
		18.) Restantes produtos alimentares especializados		
		19.) Perfumaria/ Estética/ Produtos naturais para o corpo		
		20.) Florista/ Jardinagem		
		21.) Videoclube		
		22.) Centro de cópias		
		23.) Outros estabelecimentos de ensino (condução, música, etc.)		
		3 · Excecional	CS3	1.) Agência de viagens
				2.) Agência imobiliária
				3.) Cinema/ Teatro
4.) Espaços verdes				
5.) Stand automóvel/ Garagem/ Reparação automóvel				
6.) Hotel/ Residencial/ Pensão				
7.) Serviços de consultoria				
8.) Agência de seguros				
9.) Serviços de saúde				
10.) Construtoras				
11.) Loja de animais				
12.) Fotografia				
13.) Agência Funerária				
14.) Rent-a-car				
15.) Outros serviços				
Equipamento de Ensino	E1	1.) Creche/ Jardim Infantil		
		2.) EB1/ EB2/ EB3 (ou combinações)		
		3.) Secundário		
Outros equipamentos (Ocasional/ excecional)	E2	1.) Ensino Superior		
		2.) Formação Profissional		
		3.) Saúde		
		4.) Segurança Pública		
		5.) Cultura		
		6.) Desporto		
		7.) Recreio		
Outros equipamentos (Ocasional/ excecional)	E2	8.) Administração Pública		
		9.) Religioso		
		10.) Segurança Social		

FREQUÊNCIA DE USO	CÓDIGOS	TIPOS DE COMÉRCIO E DE SERVIÇOS
Outros	O	1.) Produção Agrícola
		2.) Comunicação social
		3.) Indústria/ Apoio à indústria
		4.) Multibanco
		5.) Outros Serviços
Vago	V	1.) Lojas desocupadas ou fechadas

Quadro 4.7 ·  
Classificação das atividades ou funções não residenciais.

Em relação às redes de circulação sobre as quais foram realizadas as análises de acessibilidade, foram também uniformizados aspetos como as velocidades de circulação atribuídas a cada tipologia de via e respectivos pavimentos, bem como as velocidades definidas para cada modo, em função da classificação da via e do material utilizado (quadro 4.5).

MODO	VELOCIDADE BASE	CLASSIFICAÇÃO DA VIA	TIPO DE PAVIMENTO	VELOCIDADE A CONSIDERAR
Ciclável	15 km/h	Ciclovia	Todos	18 Km/h
		Vias Pedonais	Betuminoso	15 Km/h
			Restantes	12 Km/h
		Restantes vias	Betuminoso	13 Km/h
			Restantes	10 Km/h
Pedonal	4 Km/h	Todas	Outro (incluindo terra batida)	3 Km/h
			Restantes	4 Km/h
Motorizado	90 Km/h	Autoestradas		90 Km/h
		Circular		90 Km/h
		Acessos	Todos (Betuminoso)	60 Km/h
		Variante		80 Km/h
Motorizado	30 Km/h	Arruamentos	Betuminoso	25 Km/h
			Restantes	20 Km/h
		EN, CM, EM	Betuminoso	30 Km/h
			Restantes	25 Km/h
		Acesso a circular	Todos (Betuminoso)	50 Km/h
Outras vias	Todos	20 Km/h		

Quadro 4.8 ·  
Velocidades utilizadas para a modelação das redes de circulação

### 4.7 · ÁREAS HOMOGÊNEAS

Para além da comparação entre cidades, a investigação tinha como objetivo a comparação entre bairros dentro da mesma cidade e entre bairros de diferentes cidades, para a qual foi imprescindível a definição e identificação de áreas (bairros) homogêneas com base em critérios uniformes. Para o efeito, foram criados cinco grupos de critérios (morfologia, usos do solo, transportes, acessibilidade e condições sócio-económicas), subdivididos em vários subcritérios (figura 4.8).

NÍVEL 1	NÍVEL 2	NÍVEL 3
MORFOLOGIA	ESTRUTURA DO EDIFICADO	<p><b>Tipo do edifício</b> (Morada vs. Prédio = % de cada tipo)</p> <p><b>Densidade</b> (área total de construção = área de edifício x n.º de pisos)</p> <p><b>Idade de construção</b> Características da malha (planeada, espontânea)</p>
	ESTRUTURA DA REDE VIÁRIA	<p><b>Tipologia (viária, pedonal, ciclável)</b> Qualidade do espaço público de circulação (ciclovias, passeios, etc.), incluindo desenho das 'redes', tipo de pavimento, etc.</p> <p><b>Características dos passeios</b> (n.º de árvores e largura dos passeios)</p> <p><b>Estacionamento público</b> (n.º de lugares) Características de conectividade da malha (integração, choice, space syntax)</p>
	TOPOGRAFIA	<p><b>Declives</b> (classes: 5 %, 8 %, 12 %)</p>
USOS DO SOLO	USO DO SOLO	<p><b>Zonas exclusivamente residenciais</b> (% de edifícios exclusivamente residenciais)</p> <p><b>Zonas com autonomia e capacidade de geração de emprego</b> (comércio, serviços, equipamentos)</p> <p><b>Espaços Verdes</b> Equipamentos = % de área de equipamentos e espaços verdes</p>
OFERTA DE TRANSPORTES	REDE DE TRANSPORTES PÚBLICOS	<p><b>Distância à paragem</b> Quantidade de autocarros (n.º de carreiras servidas)</p> <p><b>Frequência média por paragem</b></p> <p><b>Faixa bus e outras amenidades</b></p>
ACESSIBILIDADE	<p><b>Distância "física" ou "temporalmente ponderada"</b> (através da rede) até ao CBD ou a ao destino. (Distância ao CBD; Distância a centros locais; Destinância a outros locais geradores de emprego)</p>	
CONDIÇÕES SÓCIO-ECONÓMICAS	Análise Estatística De Dados Sócio-Económico-demo-Gráficos Da Área De Intervenção	<p><b>Propriedade de alojamentos e nível de vida;</b></p> <p><b>Distribuição demográfica;</b></p> <p><b>Graus de escolaridade e empregabilidade/situação face ao mercado.</b></p>

FIG. 4.8 ·  
Modelo conceptual para a definição de áreas homogêneas

A delimitação das áreas homogêneas foi efetuada a partir de informação estatística dos censos de 2011 na subsecção estatística e de indicadores calculados no sistema de informação geográfica em cada cidade.

## 4.8 · INQUÉRITO À MOBILIDADE

A análise dos padrões de mobilidade foi realizada com recurso a um inquérito à população em cada cidade, como tem sido recorrente em metodologias de investigação na área da mobilidade. A conceção de um questionário é sempre um processo complexo que resulta da hierarquização da informação que se pretende obter, pressupondo sempre uma avaliação prévia da informação já disponível ou que é possível obter de outra forma, evitando, assim, o desperdício de recursos com o questionário.

A conceção do inquérito teve em conta as várias referências teóricas que fundamentaram o projeto e que orientaram a definição do tipo de informação necessária a recolher para avaliar a relação entre os padrões de deslocação e os usos do solo, não só em questões de conteúdo, mas também de forma, isto é, do próprio desenho do questionário. Kitamura *et al.* (1994) apresenta diversos contributos importantes para a construção do questionário. A metodologia utiliza diários de viagem para a identificação das várias viagens realizadas: os destinos, os motivos e os modos. Anable (2005) apresenta também diversos contributos sob o ponto de vista da avaliação psicológica dos inquiridos, com vista a explicar a possibilidade de mudança do modo de transporte utilizado. Oppenheim (2000) apresenta importantes contributos para o desenho do questionário, de forma agilizar a fase de tratamento dos dados.

O questionário incidiu sobre 3 grandes temas de informação: (i) as características do indivíduo e do seu agregado, (ii) as características das viagens e (iii) avaliação das atitudes, para controlo da hipótese de autoselecção (*self-selection*). As características do indivíduo correspondem a todos os aspetos demográficos, sociais e económicos relevantes para a sua caracterização e do seu agregado familiar, inclusive as questões ligadas à posse de meios de transportes (número de veículos, passe de transportes coletivos). A componente das viagens traduz-se num diário de viagem, onde são descritas todas as viagens realizadas no dia, o motivo da viagem, modo de transporte, tempo de viagem, etc. As origens e destinos de todas as etapas de todas as viagens foram georreferenciadas de forma desagregada, na coordenada do ponto que as caracteriza, permitindo, assim, um qualquer posicionamento posterior para análise das deslocações (matriz origem-destino). As questões da autoselecção (*self-selection*) pretendiam recolher informação numa vertente mais psicológica do inquirido no que diz respeito à sua posição face a várias afirmações. Este tema procurou estabelecer relações entre os padrões de viagens e questões inerentes ao consciente e subconsciente dos inquiridos, com o intuito de perceber se estes os levaram, voluntária ou involuntariamente, a tomar determinada atitude face às viagens e ao comportamento de mobilidade respetivo, uma vez que a componente psicológica do indivíduo, os seus valores e preconceitos, condicionam a sua disponibilidade para mudar de tipo de transporte (Ajzen, 1991; Anable, 2005).

A literatura sobre as relações entre o ambiente construído e a mobilidade da população levanta frequentemente uma questão pertinente: os indivíduos possuem determinados padrões de mobilidade em função do tipo de ambiente construído. Por outro lado, em função dos seus padrões de mobilidade e *background* psicológico ou social, os indivíduos escolhem viver em determinado ambiente construído para assim continuarem a manter os seus hábitos. Para avaliação desta componente psicossociológica do indivíduo, muitos investigadores confrontam os inquiridos com afirmações para que estes reajam em relação a elas. O objetivo é estabelecer perfis psicossociológicos que terão diferentes predisposições para a utilização de determinado modo de transporte. É frequente ver na literatura perfis a favor do uso da bicicleta (*pro-bike*) ou para as deslocações a pé (*pro-walk*), normalmente em populações com preocupações ambientais ou gosto pessoal para

andar a pé, ou perfis de pessoas adeptas ou dependentes do carro (*pro-car; car-dependents*), em populações que normalmente apresentam bastante reticência em mudar o seu modo de transporte, mesmo quando o ambiente construído assim o permite.

No sentido de identificar os perfis de população em função dos seus valores psicossociológicos, foram desenhadas várias afirmações para três grandes grupos: (i) hábitos de transporte, (ii) preferências de habitação e (iii) hábitos em geral no qual se incluem questões relacionadas com a reciclagem. O processo de desenho das afirmações foi bastante complexo, uma vez que o desenho destas atitudes segue várias regras para que seja possível a identificação dos perfis (Oppenheim, 2000).

Como a utilização deste tipo de afirmações é pouco frequente em Portugal, foram adaptadas metodologias de outros contextos, o que implicou um trabalho de tradução exigente das questões, de acordo com os objetivos da investigação e o contexto português. A metodologia do desenho das afirmações partiu de uma revisão das já utilizadas por outros autores, para avaliar a questão da *self-selection* nos padrões de mobilidade. Inicialmente, foram identificadas 155 afirmações, organizadas em três componentes identificados previamente. Essas afirmações, provenientes de vários estudos (Anable, 2005; Bagley e Mokhtarian, 2002a; Cao *et al.*, 2007a; Frank *et al.*, 2007; Khattak e Rodriguez, 2005; Kitamura *et al.*, 1994; Scheiner e Holz-Rau, 2007; Schwanen e Mokhtarian, 2003), apresentavam grandes semelhanças entre algumas delas, o que levou ao desenvolvimento de uma metodologia, que após o lançamento do inquérito piloto, conduziu a 32 afirmações no inquérito final (figura 4.9).

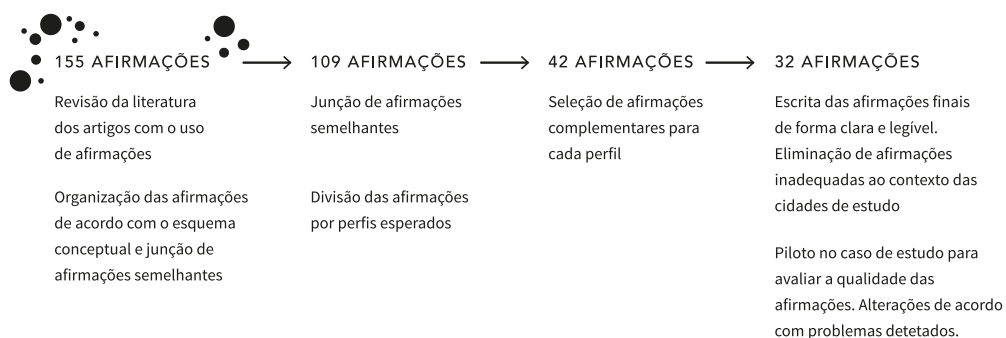


FIG. 4.9 ·

Processo de revisão e desenho das afirmações utilizadas no inquérito

A amostra do inquérito foi definida com base em critérios de representatividade do número de famílias clássicas e das características socioeconómicas, mas também da representação espacial das várias realidades presentes em cada cidade. Por questões logísticas e financeiras considerou-se aceitável a realização de cerca de 1100 inquéritos por cidade, procurando obter no mínimo 1000 inquéritos válidos em cada uma, tendo em conta que haveria a necessidade de eliminar alguns por erros ou omissões (cerca de 10%). A distribuição do número de inquéritos por áreas homogêneas em cada cidade foi proporcional ao número de famílias presente em cada área homogênea no total das famílias da cidade.

Na amostra de cada cidade foram controladas as características socioeconómicas, garantindo que representavam a estratificação da população de cada cidade. Isto é, garantiu-se que a proporção de idosos, reformados, estudantes, homens e mulheres, entre outros, fosse semelhante na amostra no universo total da cidade.

O inquérito foi realizado porta a porta por uma equipa de inquiridores em cada cidade ao longo de quatro semanas. Considerando o ritmo diário e a vivência de cada cidade, às 4.ª, 5.ª e 6.ª feiras foram realizados os inquéritos junto das populações, sobre o dia anterior, neste casos 3.ª, 4.ª e 5.ª feiras. Os dados dos inquéritos foram inseridos numa plataforma informática criada para o efeito utilizando o *software open source Limesurvey* (<https://www.limesurvey.org>). Como esta tarefa foi realizada numa única plataforma e nos mesmos dias por todas as equipas de cada cidade, foi mais fácil realizar o controlo de qualidade e estabelecer um espaço de discussão e uniformização nos vários critérios de preenchimento. A inserção das várias localizações de origem e destino das viagens bem como de residência e de local de trabalho foi realizada recorrendo à opção de geolocalização através da API do Google disponibilizada pelo *software limesurvey*. Com esta opção foi possível registar com rigor adequado às coordenadas geográficas de cada localização, posteriormente transformadas em pontos, no sistema de informação geográfica.

No total, foram realizados 4670 inquéritos, 25% dos quais em Castelo Branco, 27% em Faro, 24% em Santarém e 24% em Vila Real, mostrando que as quatro cidades contribuíram de forma praticamente uniforme para o total da amostra. Em Santarém e Vila Real foram inquiridos aproximadamente 10% dos agregados, 8,5% em Castelo Branco e 6,3% em Faro. Considerando a população diretamente inquirida no total da população residente os padrões das proporções são semelhantes: Santarém, Vila Real e Castelo Branco aproximadamente 4% da população, enquanto em Faro a amostra é de 2,7% da população (quadro 4.8). Considerou-se que a amostra é representativa do universo de cada cidade.

	AGREGADOS FAMILIARES			MATERIAL		
	UNIVERSO	AMOSTRA	%	UNIVERSO	AMOSTRA	%
Castelo Branco	14 075	1196	8,5	35 669	1196	3,4
Faro	20 034	1257	6,3	47 097	1257	2,7
Santarém	12 370	1117	9	30 239	1117	4
Vila Real	10 982	1100	10	29 313	1100	3,8

Quadro 4.9 -  
Dados de amostra

A distribuição espacial dos inquiridos nas cidades, previamente controlada pela proporção dos inquéritos realizados em cada área homogénea em cada cidade, resultou num padrão espacial ajustado à distribuição da importância dos locais de residência da população (origem), e dos locais de destino (pólos atratores/geradores de tráfego; locais de trabalho ou de estudo; zonas de comércio e serviços ou zonas industriais/de atividades; grandes equipamentos e centro cívico).

As figuras 4.10 e 4.11 mostram que existe forte proximidade espacial entre a localização do local de residência dos inquiridos e o local de destino. O mesmo acontece com as funções urbanas nestas cidades de pequena e média dimensão, possibilitando a criação um padrão de mobilidade diferente dos padrões de mobilidade da população em cidades de grande dimensão.

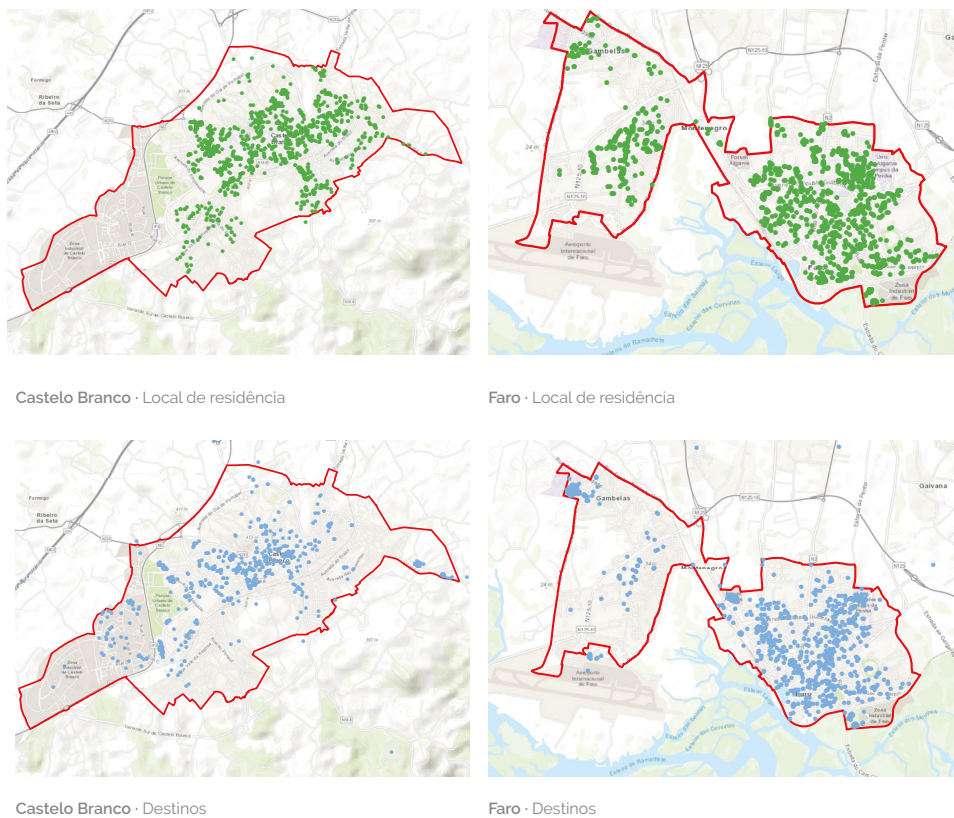
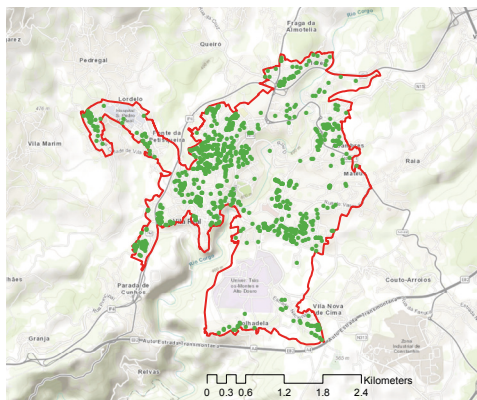


FIG. 4.10 ·  
*Localização espacial do local de residência e do local de destino dos inquiridos em Castelo Branco e Faro*

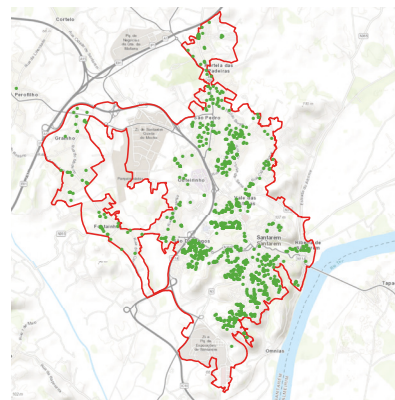
#### 4.9 · INFORMAÇÃO SOBRE USOS DO SOLO E ATIVIDADES

Os contactos estabelecidos com as entidades detentoras de informação sobre usos dos solos e atividades instaladas nos edifícios, nomeadamente as câmaras municipais, permitiram apenas a obtenção parcial de informação, por vezes, muito desatualizada. Embora as situações fossem muito diferentes em cada cidade, foi forçoso proceder a levantamentos diretos para colmatar a ausência de informação ou a sua desatualização.

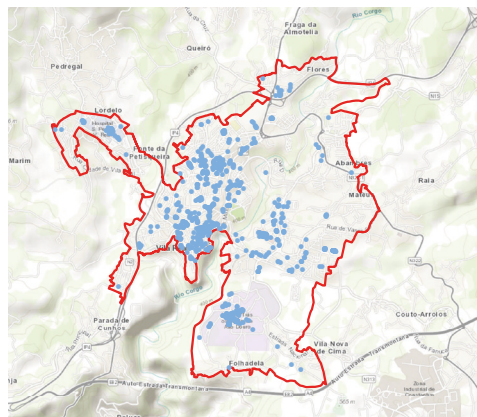
Em relação às atividades instaladas nos edifícios, foram considerados todos os edifícios existentes em cada cidade, integrados no perímetro em estudo.



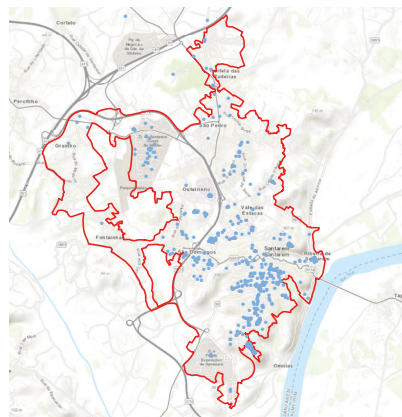
Santarém · Local de residência



Vila Real · Local de residência



Santarém · Destinos



Vila Real · Destinos

FIG. 4.11 ·

*Localização espacial do local de residência e do local de destino dos inquiridos em Santarém e Vila Real*

#### 4.10 · PROGRAMAÇÃO DE OUTPUTS E DA SUA ANÁLISE

Os sistemas de informação das cidades foram previamente harmonizados e contêm um elevado volume de informação sobre o ambiente construído, a acessibilidade, a mobilidade dos indivíduos e das suas famílias, e as características sócioeconómicas destes, tendo como unidade base de recolha, o edifício e o indivíduo. Por sucessivas agregações e associações com a informação disponível na Base Geográfica de Referenciação da Informação do Censo de 2011, é possível obter informação inter-relacionável para níveis espaciais mais elevados no quadro de cada cidade (áreas homogéneas e cidade).

Perante um conjunto de informação vasto e valioso, e o enfoque nos objetivos e nos resultados expectáveis para o estudo, foi necessário programar as análises subsequentes, de forma a tornar o trabalho de investigação o mais eficiente e eficaz possível, sob pena de, não sendo realizada esta programação, se dispersar por outras vias menos relevantes.

Esta programação consistiu em três tarefas. Uma de natureza mais teórica: um trabalho de conceção, relacionado com o desenho dos indicadores que é possível construir a partir da informação disponível, da tipologia de perguntas (*queries*), e de operações internas ao sistema de informação a realizar (programação na linguagem do *software* adotado). Uma segunda, de carácter mais operacional relacionado com a programação e execução dessas operações e o arquivo dos resultados obtidos em suporte compatível com o *software* de análise de dados SPSS. Por fim, a última tarefa consistiu na análise dos resultados das operações realizadas, no tipo de análises a efetuar, na seleção das ferramentas de análise de dados e no tratamento estatístico a efetuar na modelação das relações entre ambiente construído e mobilidade.

#### 4.11 · VARIÁVEIS E INDICADORES DE AMBIENTE CONSTRUÍDO

A literatura, designadamente Forsyth et al (2012) e Rueda (2008), refere um número muito vasto de indicadores, tendo sido selecionados aqueles que melhor se adequavam aos objetivos do projeto. De uma lista inicial com cerca de 80 indicadores às várias escalas de análise, foram selecionados 62 para uma análise mais detalhada de acordo com a pertinência dos indicadores face aos objetivos do projeto, disponibilidade de dados e à facilidade de obtenção dos mesmos, tendo sido introduzidos alguns ajustes ou apresentadas alternativas nas formas de cálculo com melhor adequação ao contexto dos casos de estudo.

A forma de cálculo dos indicadores foi uniformizada para todos os casos de estudo através da ferramenta *Model Builder* presente no *software ArcGIS®*, tendo sido desenvolvidos pequenos *scripts* em *Python* e *Visual Basic* para desempenhar algumas operações mais complexas em determinados passos da *toolbox*.

Nesse sentido, foram criadas ferramentas de cálculo automatizado para 35 indicadores: 30 para a área de influência de cada edifício (*Floating Catchment Area*) e 5 para a área homogênea, que foram testadas, otimizados e validados num caso de estudo, sendo de seguida adotadas nos restantes.

Os indicadores que se descrevem em seguida foram calculados e representados em mapa, tabelas e gráficos, com vista a potenciar a leitura dos resultados disponíveis em <http://inlut.fa.utl.pt/>. A *toolbox* criada para cálculo de todos estes indicadores está disponível para *download* no mesmo *website*.

DEN 1	DENSIDADE HABITACIONAL		DENSIDADE
<b>OBJETIVO</b>	Identificar a distribuição espacial da ocupação habitacional		
<b>ESCALA DE ANÁLISE</b>	Cidade	<input checked="" type="checkbox"/> Área homogênea	<input checked="" type="checkbox"/> Área de influência do ponto <input checked="" type="checkbox"/>
<b>FÓRMULA DE CÁLCULO</b>	$\left( \frac{\text{N.º frações habitacionais}}{\text{Superfície de análise}} \right) * 10\,000$		<b>UNIDADE:</b> N.º de frações/ha
<b>PARÂMETROS</b>			<b>FONTE</b>
<b>N.º DE FRAÇÕES HABITACIONAIS</b>			SIG
<b>SUPERFÍCIE DE ANÁLISE</b>			SIG

**NOTA ·**

Frações habitacionais calculadas para cada edifício, como a diferença entre o número de frações totais e as frações de diferentes usos não habitacionais

DEN 2	DENSIDADE DE EDIFÍCIOS		DENSIDADE
OBJETIVO	Identificar a distribuição espacial dos edifícios		
ESCALA DE ANÁLISE	Cidade	<input checked="" type="checkbox"/> Área homogénea	<input checked="" type="checkbox"/> Área de influência do ponto <input checked="" type="checkbox"/>
FÓRMULA DE CÁLCULO	$\frac{\text{N.º edifícios}}{\text{Superfície de análise}}$		UNIDADE: N.º de edifícios/ha
PARÂMETROS			FONTE
N.º DE EDIFÍCIOS			SIG
SUPERFÍCIE DE ANÁLISE			SIG

DEN 3	ÍNDICE DE UTILIZAÇÃO		DENSIDADE
OBJETIVO	Analisar os níveis de intensidade da ocupação do solo		
ESCALA DE ANÁLISE	Cidade	<input checked="" type="checkbox"/> Área homogénea	<input checked="" type="checkbox"/> Área de influência do ponto <input checked="" type="checkbox"/>
FÓRMULA DE CÁLCULO	$\frac{\text{Área bruta de construção}}{\text{Superfície de análise}}$		UNIDADE: Índice
PARÂMETROS			FONTE
ÁREA DE CONSTRUÇÃO · ABC = ÁREA IMPLANTAÇÃO DO EDIFÍCIO X N PISOS			SIG
SUPERFÍCIE DE ANÁLISE			SIG

DEN 4	ÍNDICE DE UTILIZAÇÃO DE HABITAÇÃO		DENSIDADE
OBJETIVO	Analisar os níveis de intensidade da ocupação pela função habitacional		
ESCALA DE ANÁLISE	Cidade	<input checked="" type="checkbox"/> Área homogénea	<input checked="" type="checkbox"/> Área de influência do ponto <input checked="" type="checkbox"/>
FÓRMULA DE CÁLCULO	$\frac{\text{Área bruta de construção de habitação}}{\text{Superfície de análise}}$		UNIDADE: Índice
PARÂMETROS			FONTE
$ABC_{hab} = \left( \frac{\text{Área de implantação do edifício} \cdot \text{N.º de pisos}}{\text{Número Total de Frações}} \right) \cdot \text{N.º de frações de habitação}$			SIG
SUPERFÍCIE DE ANÁLISE			SIG

DEN 5	ÍNDICE DE UTILIZAÇÃO DE COMÉRCIO E SERVIÇOS		DENSIDADE
OBJETIVO	Analisar os níveis de intensidade da ocupação por comércios e serviços		
ESCALA DE ANÁLISE	Cidade <input type="checkbox"/>	Área homogênea <input checked="" type="checkbox"/>	Área de influência do ponto <input checked="" type="checkbox"/>
FÓRMULA DE CÁLCULO	$\frac{\text{Área bruta de construção de comércio e serviços}}{\text{Superfície de análise}}$		UNIDADE: Índice
PARÂMETROS			FONTES
ABC <sub>hab</sub>	$\left( \frac{\text{Área de implantação do edifício} * \text{N.º de pisos}}{\text{N.º Total de Frações}} \right) * \text{N.º de frações de comércio e serviços}$		SIG
SUPERFÍCIE DE ANÁLISE			SIG

DEN 6	DENSIDADE POPULACIONAL		DENSIDADE
OBJETIVO	Identificar a distribuição espacial da população		
ESCALA DE ANÁLISE	Cidade <input type="checkbox"/>	Área homogênea <input checked="" type="checkbox"/>	Área de influência do ponto <input type="checkbox"/>
FÓRMULA DE CÁLCULO	$\left( \frac{\text{N.º residentes}}{\text{Superfície de análise}} \right) * 10\,000$		UNIDADE: Índice
PARÂMETROS			FONTES
N.º RESIDENTES			Censos
SUPERFÍCIE DE ANÁLISE			SIG

NOTA

Foi necessário distribuir o número de residentes constante na base geográfica da referência espacial do Censo de 2011 pelo número de edifícios residenciais existentes. O método consistiu em dividir o número total de residentes pelo total de frações. Desta forma, obteve-se o valor médio de residentes por fração. Posteriormente, multiplicou-se esse valor pelo número de frações que cada edifício possuía.

DIV 1	PERCENTAGEM DE EDIFÍCIOS UNIFAMILIARES		DIVERSIDADE
OBJETIVO	Identificar zonas de alta densidade habitacional, ocupadas por edifícios unifamiliares		
ESCALA DE ANÁLISE	Cidade <input type="checkbox"/>	Área homogênea <input type="checkbox"/>	Área de influência do ponto <input checked="" type="checkbox"/>
FÓRMULA DE CÁLCULO	$\left( \frac{\text{N.º edifícios unifamiliares}}{\text{Total de edifícios}} \right) * 100$		UNIDADE: % de edifícios
PARÂMETROS			FONTES
N.º EDIFÍCIOS UNIFAMILIARES			SIG
TOTAL DE EDIFÍCIOS			SIG

DIV 2	PERCENTAGEM DE FRAÇÕES HABITACIONAIS		DIVERSIDADE
OBJETIVO	Analisar a diversidade funcional		
ESCALA DE ANÁLISE	Cidade <input checked="" type="checkbox"/>	Área homogénea <input checked="" type="checkbox"/>	Área de influência do ponto <input checked="" type="checkbox"/>
FÓRMULA DE CÁLCULO	$\left( \frac{\text{N.º frações habitacionais}}{\text{Total de frações}} \right) * 100$	UNIDADE: % de frações	
PARÂMETROS			FONTE
N.º FRAÇÕES HABITACIONAIS			SIG
TOTAL DE EDIFÍCIOS			SIG

DIV 3	PERCENTAGEM DA ÁREAS AFETA A ATIVIDADES		DIVERSIDADE
OBJETIVO	Analisar a concentração espacial de funções de acordo com a área afeta às atividades existentes		
ESCALA DE ANÁLISE	Cidade <input type="checkbox"/>	Área homogénea <input type="checkbox"/>	Área de influência do ponto <input checked="" type="checkbox"/>
FÓRMULA DE CÁLCULO	$\left( \frac{\text{Área total de funções}}{\sum \text{Área total das atividades de toda a A}} \right) * 100$	UNIDADE: % de área de cada atividade	
PARÂMETROS			FONTE
ÁREA DE CADA FUNÇÃO			SIG
ÁREA TOTAL DAS VÁRIAS ATIVIDADES EXISTENTES NA ÁREA DE INTERVENÇÃO			SIG

## NOTA

A área de cada função corresponde à área ocupada pelo edifício. No caso de o mesmo edifício dispor de várias funções, dividiu-se a área de edifício pelo número de funções aí existentes.

No caso dos centros comerciais:  $\frac{\text{ABC do edifício do centro comercial}}{\text{N.º de lojas existentes}}$

DIV 4	COMPLEXIDADE URBANA		DIVERSIDADE
OBJETIVO	Analisar a diversidade de usos existente		
ESCALA DE ANÁLISE	Cidade <input type="checkbox"/>	Área homogénea <input checked="" type="checkbox"/>	Área de influência do ponto <input checked="" type="checkbox"/>
FÓRMULA DE CÁLCULO	$-1 * \sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i$ Pi = Ni/N é a abundância relativa de cada categoria de uso Ni é o número de unidades de uso da categoria "i" N é o número total de unidades de todas as categorias	UNIDADE: Índice de complexidade ≥ 0	
PARÂMETROS			FONTE
INDIVÍDUOS DE CADA CATEGORIA DE USOS			SIG
INDIVÍDUOS DE TODAS AS CATEGORIAS DE USOS			SIG
N.º DE CATEGORIAS DE USOS			SIG

DES 1	ÁREA OCUPADA POR EDIFÍCIOS		DESIGN
OBJETIVO	Quantificar a área ocupada por edifícios		
ESCALA DE ANÁLISE	Cidade	<input checked="" type="checkbox"/> Área homogénea	<input checked="" type="checkbox"/> Área de influência do ponto
FÓRMULA DE CÁLCULO	$\left( \frac{\text{Área ocupada por edifícios}}{\text{Superfície de análise}} \right) * 100$	UNIDADE: % área de edifícios	
PARÂMETROS			FONTE
ÁREAS DE EDIFÍCIOS			SIG

DES 2	ÁREA AFETA A CIRCULAÇÃO MOTORIZADA		DESIGN
OBJETIVO	Quantificar a área ocupada por circulação motorizada		
ESCALA DE ANÁLISE	Cidade	<input checked="" type="checkbox"/> Área homogénea	<input checked="" type="checkbox"/> Área de influência do ponto
FÓRMULA DE CÁLCULO	$\left( \frac{\text{Área ocupada por circulação motorizada}}{\text{Superfície de análise}} \right) * 100$	UNIDADE: % área de circulação motorizada	
PARÂMETROS			FONTE
ÁREAS DE CIRCULAÇÃO MOTORIZADA			SIG

DES 3	ÁREA AFETA A ESTACIONAMENTO		DESIGN
OBJETIVO	Quantificar a área ocupada por estacionamento		
ESCALA DE ANÁLISE	Cidade	<input checked="" type="checkbox"/> Área homogénea	<input checked="" type="checkbox"/> Área de influência do ponto
FÓRMULA DE CÁLCULO	$\left( \frac{\text{Área ocupada por estacionamento}}{\text{Superfície de análise}} \right) * 100$	UNIDADE: % área de estacionamento	
PARÂMETROS			FONTE
ÁREAS DE ESTACIONAMENTO			SIG

DES 4	ÁREA AFETA A EQUIPAMENTOS		DESIGN
OBJETIVO	Quantificar a área ocupada por equipamentos		
ESCALA DE ANÁLISE	Cidade	<input checked="" type="checkbox"/> Área homogénea	<input checked="" type="checkbox"/> Área de influência do ponto
FÓRMULA DE CÁLCULO	$\left( \frac{\text{Área ocupada por equipamentos}}{\text{Superfície de análise}} \right) * 100$	UNIDADE: % área de equipamentos	
PARÂMETROS			FONTE
ÁREAS DE EQUIPAMENTOS			SIG

DES 5	ÁREA AFETA A LOGRADOURO		DESIGN
OBJETIVO	Quantificar a área de logradouros		
ESCALA DE ANÁLISE	Cidade	<input checked="" type="checkbox"/> Área homogénea	<input checked="" type="checkbox"/> Área de influência do ponto
FÓRMULA DE CÁLCULO	$\left( \frac{\text{Área ocupada por logradouros}}{\text{Superfície de análise}} \right) * 100$	<b>UNIDADE:</b> % área por logradouros	
PARÂMETROS			FONTE
ÁREAS DE LOGRADOUROS			SIG
DES 6	ÁREA AFETA À CIRCULAÇÃO PEDONAL		DESIGN
OBJETIVO	Analisar a percentagem da área pedonal		
ESCALA DE ANÁLISE	Cidade	<input checked="" type="checkbox"/> Área homogénea	<input checked="" type="checkbox"/> Área de influência do ponto
FÓRMULA DE CÁLCULO	$\left( \frac{\text{Área de circulação pedonal}}{\text{Superfície de análise}} \right) * 100$	<b>UNIDADE:</b> % área pedonal	
PARÂMETROS			FONTE
ÁREAS DE UTILIZAÇÃO PEDONAL			SIG
SUPERFÍCIE DE ANÁLISE (passeios e vias pedonais)			SIG
DES 7	LARGURA MÉDIA DO CANAL DE CIRCULAÇÃO PEDONAL		DESIGN
OBJETIVO	Analisar a largura média do passeio		
ESCALA DE ANÁLISE	Cidade	<input type="checkbox"/> Área homogénea	<input checked="" type="checkbox"/> Área de influência do ponto
FÓRMULA DE CÁLCULO	$\frac{\text{Área do passeio}}{\text{Comprimento da via}}$	<b>UNIDADE:</b> metros (largura do passeio)	
PARÂMETROS			FONTE
ÁREAS DE UTILIZAÇÃO PEDONAL			SIG
SUPERFÍCIE DE ANÁLISE (passeios e vias pedonais)			SIG

DES 8	RÁCIO DE ESPAÇOS VERDES		DESIGN
OBJETIVO	Analisar a oferta de espaços verdes		
ESCALA DE ANÁLISE	Cidade	<input checked="" type="checkbox"/> Área homogénea <input checked="" type="checkbox"/> Área de influência do ponto <input checked="" type="checkbox"/>	
FÓRMULA DE CÁLCULO	$\left( \frac{\text{Área de espaços verdes}}{\text{Superfície de análise}} \right) * 100$	UNIDADE: % espaços verdes	
PARÂMETROS			FONTE
ÁREAS DE ESPAÇOS VERDES			SIG
SUPERFÍCIE DE ANÁLISE (excluindo zonas ajardinadas de rotundas e afins)			SIG
DES 9	OFERTA DE ESTACIONAMENTO		DESIGN
OBJETIVO	Analisar a oferta de estacionamento total		
ESCALA DE ANÁLISE	Cidade	<input checked="" type="checkbox"/> Área homogénea <input checked="" type="checkbox"/> Área de influência do ponto <input checked="" type="checkbox"/>	
FÓRMULA DE CÁLCULO	$\frac{\text{N.º de lugares de estacionamento}}{\text{Total de frações}}$	UNIDADE: N.º de lugares	
PARÂMETROS			FONTE
N.º DE LUGARES DE ESTACIONAMENTO TOTAL (todos os lugares de estacionamento públicos e privados)			SIG
Área de estacionamento em bolsa ao ar livre = 20 m <sup>2</sup> /veículo			
N.º DE FRAÇÕES NA ESCALA DE ANÁLISE			SIG
CON 1	DENSIDADE DE INTERSEÇÕES		CONECTIVIDADE
OBJETIVO	Identificar a quantidade de interseções com três ou mais arcos		
ESCALA DE ANÁLISE	Cidade	<input checked="" type="checkbox"/> Área homogénea <input checked="" type="checkbox"/> Área de influência do ponto <input checked="" type="checkbox"/>	
FÓRMULA DE CÁLCULO	$\frac{\text{N.º de interseções}}{\text{Total de frações}}$	UNIDADE: N.º de interseções/ha	
PARÂMETROS			FONTE
N.º DE INTERSEÇÕES COM 3 OU MAIS INTERSEÇÕES			SIG
SUPERFÍCIE DE ANÁLISE			SIG

NOTA

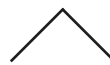
Para o cálculo do índice consideraram-se interseções do tipo a) e b), excluindo as do tipo c)



a)



b)



c)

CON 2	RÁCIO E ÁREA DE INFLUÊNCIA PEDONAL		CONECTIVIDADE
<b>OBJETIVO</b>	Identificar a quantidade de interseções com três ou mais arcos		
<b>ESCALA DE ANÁLISE</b>	Cidade	<input type="checkbox"/> Área homogénea <input type="checkbox"/> Área de influência do ponto <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>FÓRMULA DE CÁLCULO</b>	$\frac{\text{Área de influência medida na rede}}{\text{Área de influência medida em linha reta}}$	<b>UNIDADE:</b> Índice (0-1)	
PARÂMETROS			FONTE
<b>ÁREA DE INFLUÊNCIA MEDIDA NA REDE</b>			SIG
<b>ÁREA DE INFLUÊNCIA MEDIDA EM LINHA RETA</b>			SIG

## NOTA:

O cálculo da área em rede foi realizado através da ferramenta do *Arcgis service area*, com a opção *detailed* para a definição dos polígonos. Área medida em linha reta é foi realizada com base na fórmula da área do círculo ( $A = \pi r^2$ ).

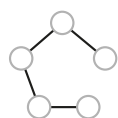
CON 3	ÍNDICE DE RETILINEARIDADE		CONECTIVIDADE
<b>OBJETIVO</b>	Analisar o impacto da morfologia na distância pedonal		
<b>ESCALA DE ANÁLISE</b>	Cidade	<input type="checkbox"/> Área homogénea <input type="checkbox"/> Área de influência do ponto <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>FÓRMULA DE CÁLCULO</b>	$\frac{\text{Distância euclidiana}}{\text{Distância na rede}}$	<b>UNIDADE:</b> Rácio	
PARÂMETROS			FONTE
<b>DISTÂNCIA NA REDE A OUTROS EDIFÍCIOS</b>			SIG
<b>DISTÂNCIA EUCLIDIANA A OUTROS EDIFÍCIOS</b>			SIG

CON 3	ÍNDICE DE RETILINEARIDADE		CONECTIVIDADE
<b>OBJETIVO</b>	Analisar o impacto da morfologia na conectividade pedonal		
<b>ESCALA DE ANÁLISE</b>	Cidade	<input checked="" type="checkbox"/> Área homogénea <input checked="" type="checkbox"/> Área de influência do ponto <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>FÓRMULA DE CÁLCULO</b>	$\frac{\sum \text{comprimento de cada arco}}{\text{N.º total de arcos}}$	<b>UNIDADE:</b> Metros	
PARÂMETROS			FONTE
<b>COMPRIMENTO DO ARCO</b>			SIG

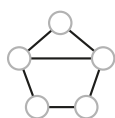
CON 5	RÁCIO ENTRE NÓS E ARCOS (Índice Gama)		CONECTIVIDADE
OBJETIVO	Analisar o nível de conectividade da rede		
ESCALA DE ANÁLISE	Cidade	<input checked="" type="checkbox"/> Área homogénea	<input checked="" type="checkbox"/> Área de influência do ponto
FÓRMULA DE CÁLCULO	$\frac{e}{3(v-2)}$		UNIDADE: Índice (0-1)
PARÂMETROS			FONTE
E = NÚMERO DE ARCOS			SIG
V = N.º DE NÓS			SIG

NOTA

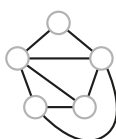
Medida de conectividade que considera a relação entre as ligações possíveis e as que efetivamente existem. O valor do indicador varia entre 0 e 1, em que 1 significa uma rede totalmente conectada. Garantir que, na rede a analisar, existem no mínimo 3 nós, caso contrário, assumir valor 0 para o indicador



a)



b)



c)



d)

	e	3 (V-2)	GAMMA
A	4	9	0,44
B	6	9	0,66
C	8	9	0,88
B	9	9	1.0

ACC 1	DISTÂNCIA À PARAGEM MAIS PRÓXIMA		ACESSIBILIDADE
OBJETIVO	Avaliar a proximidade ao transporte público		
ESCALA DE ANÁLISE	Cidade	<input type="checkbox"/> Área homogénea	<input type="checkbox"/> Área de influência do ponto <input checked="" type="checkbox"/>
FÓRMULA DE CÁLCULO	Distância à paragem mais próxima		UNIDADE: Distância metros
PARÂMETROS			FONTE
DISTÂNCIA À PARAGEM MAIS PRÓXIMA			SIG

ACC 2	OFERTA DE TRANSPORTE PÚBLICO NA PARAGEM MAIS PRÓXIMA		ACESSIBILIDADE
OBJETIVO	Avaliar a oferta de transporte público na paragem mais próxima		
ESCALA DE ANÁLISE	Cidade	<input type="checkbox"/> Área homogénea	<input type="checkbox"/> Área de influência do ponto <input checked="" type="checkbox"/>
FÓRMULA DE CÁLCULO	Oferta de transporte público na paragem mais próxima (número total de autocarros que servem a paragem)		UNIDADE: Oferta/dia
PARÂMETROS			FONTE
OFERTA DE TRANSPORTE PÚBLICO NA PARAGEM MAIS PRÓXIMA			SIG

NOTA

O número total de autocarros foi dado pelo somatório do total de autocarros de cada linha, por dia, que servia a paragem em questão.

ACC 3	FREQUÊNCIA DE TRANSPORTE PÚBLICO		ACESSIBILIDADE
<b>OBJETIVO</b>	Analisar a oferta de transporte público		
<b>ESCALA DE ANÁLISE</b>	Cidade <input type="checkbox"/>	Área homogénea <input checked="" type="checkbox"/>	Área de influência do ponto <input checked="" type="checkbox"/>
<b>FÓRMULA DE CÁLCULO</b>	$\frac{\text{Oferta total TP}}{\text{Total de paragens na área analisada}}$	<b>UNIDADE:</b> Oferta por dia por paragem	
PARÂMETROS			FONTE
<b>TOTAL DE PARAGENS NA ÁREA ANALISADA</b>			SIG
<b>TOTAL DE AUTOCARROS</b> (por dia útil de inverno que serve as paragens da zona analisada)			SIG

## NOTA:

A oferta total de transporte público foi dada pelo somatório do total de autocarros de cada linha por dia que serviam cada paragem dentro da área de estudo. Se o mesmo autocarro servia duas paragens dentro da área, contaria duas vezes, uma em cada paragem.

ACC 4	DISTÂNCIA DA PARAGEM À ATIVIDADE/FUNÇÃO MAIS PRÓXIMA		ACESSIBILIDADE
<b>OBJETIVO</b>	Avaliar a proximidade à atividade/função mais próxima		
<b>ESCALA DE ANÁLISE</b>	Cidade <input type="checkbox"/>	Área homogénea <input type="checkbox"/>	Área de influência do ponto <input checked="" type="checkbox"/>
<b>FÓRMULA DE CÁLCULO</b>	Distância à atividade/função mais próxima	<b>UNIDADE:</b> Distância em metros	
PARÂMETROS			FONTE
<b>DISTÂNCIA À ATIVIDADE MAIS PRÓXIMA</b>			SIG

ACC 5	DISTÂNCIA MÉDIA DA PARAGEM ÀS ATIVIDADES MAIS PRÓXIMAS		ACESSIBILIDADE
<b>OBJETIVO</b>	Avaliar a proximidade a várias atividades/funções mais próximas		
<b>ESCALA DE ANÁLISE</b>	Cidade <input type="checkbox"/>	Área homogénea <input type="checkbox"/>	Área de influência do ponto <input checked="" type="checkbox"/>
<b>FÓRMULA DE CÁLCULO</b>	Distância média a várias atividades/funções mais próximas	<b>UNIDADE:</b> Distância média em metros	
PARÂMETROS			FONTE
<b>DISTÂNCIA A VÁRIAS ATIVIDADES MAIS PRÓXIMAS</b>			SIG

ACC 6	NÚMERO DE ATIVIDADES/FUNÇÕES		ACESSIBILIDADE
<b>OBJETIVO</b>	Analisar a intensidade funcional de acordo com o número de atividades/funções existentes		
<b>ESCALA DE ANÁLISE</b>	Cidade <input checked="" type="checkbox"/>	Área homogénea <input checked="" type="checkbox"/>	Área de influência do ponto <input checked="" type="checkbox"/>
<b>FÓRMULA DE CÁLCULO</b>	$\Sigma$ Número de Atividades/funções	<b>UNIDADE:</b> N.º de atividades/funções	
PARÂMETROS			FONTE
<b>N.º DE FUNÇÕES</b>			SIG

## NOTA:

Cada unidade comercial contou como uma atividade ou função distinta. No caso dos centros comerciais, o mesmo se aplica.

ACC 7	CONTINUIDADE COMERCIAL		ACESSIBILIDADE
OBJETIVO	Analisar a distribuição funcional		
ESCALA DE ANÁLISE	Cidade	<input checked="" type="checkbox"/> Área homogénea	<input checked="" type="checkbox"/> Área de influência do ponto <input checked="" type="checkbox"/>
FÓRMULA DE CÁLCULO	$\left( \frac{\text{N.º de atividades/funcões}}{\text{Metros de via}} \right) * 100$	UNIDADE: N.º de atividades ou funções /100m	
PARÂMETROS			FONTE
N.º DE ATIVIDADES			SIG
TOTAL DE METROS DE VIA			SIG

ACC 8	NÚMERO DE CARREIRAS URBANAS		ACESSIBILIDADE
OBJETIVO	Quantificar o número de carreiras urbanas existentes		
ESCALA DE ANÁLISE	Cidade	<input checked="" type="checkbox"/> Área homogénea	<input checked="" type="checkbox"/> Área de influência do ponto <input type="checkbox"/>
FÓRMULA DE CÁLCULO	N.º de carreiras urbanas que servem a área	UNIDADE: N.º de carreiras	
PARÂMETROS			FONTE
N.º DE CARREIRAS URBANAS QUE SERVE A ÁREA			SIG/GIS

ACC 9	NÚMERO DE PARAGENS DE AUTOCARRO		ACESSIBILIDADE
OBJETIVO	Quantificar o número de paragens de autocarro existentes		
ESCALA DE ANÁLISE	Cidade	<input checked="" type="checkbox"/> Área homogénea	<input checked="" type="checkbox"/> Área de influência do ponto <input type="checkbox"/>
FÓRMULA DE CÁLCULO	N.º de paragens de autocarro na área	UNIDADE: N.º de paragens	
PARÂMETROS			FONTE
N.º DE PARAGENS DE AUTOCARRO NA ÁREA			SIG

ACC 10	QUILÓMETROS DE LINHA DE TRANSPORTES PÚBLICOS		ACESSIBILIDADE
OBJETIVO	Quantificar o número de quilómetros de transportes públicos		
ESCALA DE ANÁLISE	Cidade	<input checked="" type="checkbox"/> Área homogénea	<input checked="" type="checkbox"/> Área de influência do ponto <input type="checkbox"/>
FÓRMULA DE CÁLCULO	Extensão das linhas de transporte público (autocarro)	UNIDADE: Km	
PARÂMETROS			FONTE
EXTENSÃO DAS LINHAS DE TRANSPORTE PÚBLICO (autocarro)			SIG

TOP 1	PERCENTAGEM DE ÁREA COM DECLIVE SUPERIOR A 8%		TOPOGRAFIA
<b>OBJETIVO</b>	Identificar características morfológicas		
<b>ESCALA DE ANÁLISE</b>	Cidade <input type="checkbox"/>	Área homogénea <input checked="" type="checkbox"/>	Área de influência do ponto <input checked="" type="checkbox"/>
<b>FÓRMULA DE CÁLCULO</b>	$\frac{\text{Área com declive} > 8\%}{\Sigma \text{ área total}}$	<b>UNIDADE:</b> % área ocupada por declive > 8%	
PARÂMETROS			FONTE
<b>ÁREA COM DECLIVES &gt; 8%</b>			SIG
<b>SUPERFÍCIE DE ANÁLISE</b>			SIG

## NOTA -

Classes de declive superior a 8%

SE 01	DIMENSÃO DA FAMÍLIA		SOCIO- ECONÓMICAS
<b>OBJETIVO</b>	Identificar a dimensão da família mais frequente		
<b>ESCALA DE ANÁLISE</b>	Cidade <input checked="" type="checkbox"/>	Área homogénea <input checked="" type="checkbox"/>	Área de influência do ponto <input type="checkbox"/>
<b>FÓRMULA DE CÁLCULO</b>	Moda das várias classes de dimensão da família	<b>UNIDADE:</b> Valor mais frequente	
PARÂMETROS			FONTE
<b>N.º DE FAMÍLIAS COM 1 OU 2 ELEMENTOS</b>			
<b>N.º DE FAMÍLIAS COM 3 OU 4 ELEMENTOS</b>			CENSOS
<b>RESTANTES FAMÍLIAS (total de famílias clássicas) - (famílias de 1 ou 2 elementos - famílias de 3 ou 4 elementos)</b>			

SE 02	POPULAÇÃO JOVEM		SOCIO- ECONÓMICAS
<b>OBJETIVO</b>	Identificar o peso da população jovem		
<b>ESCALA DE ANÁLISE</b>	Cidade <input checked="" type="checkbox"/>	Área homogénea <input checked="" type="checkbox"/>	Área de influência do ponto <input type="checkbox"/>
<b>FÓRMULA DE CÁLCULO</b>	$\frac{\text{População 0 - 19 anos}}{\text{População total}}$	<b>UNIDADE:</b> % de população	
PARÂMETROS			FONTE
<b>POPULAÇÃO DOS 0-19 ANOS</b> (somatório das classes de população residente: 0 a 19 anos - classe de população residente (INE))			CENSOS
<b>POPULAÇÃO TOTAL</b>			INE

SE 03	POPULAÇÃO IDOSA		SOCIO-ECONÓMICAS
OBJETIVO	Identificar o peso da população idosa		
ESCALA DE ANÁLISE	Cidade	<input checked="" type="checkbox"/> Área homogénea	<input checked="" type="checkbox"/> Área de influência do ponto <input type="checkbox"/>
FÓRMULA DE CÁLCULO	$\frac{\text{População com mais de 64 anos}}{\text{População total}}$	UNIDADE: % de população idosa	
PARÂMETROS			FONTE
POPULAÇÃO IDOSA COM MAIS DE 64 ANOS			INE
POPULAÇÃO TOTAL			INE
SE 04	NÍVEL DE ESCOLARIDADE (3.º CICLO CONCLUÍDO)		SOCIO-ECONÓMICAS
OBJETIVO	Identificar a população com o 3.º ciclo concluído		
ESCALA DE ANÁLISE	Cidade	<input checked="" type="checkbox"/> Área homogénea	<input checked="" type="checkbox"/> Área de influência do ponto <input type="checkbox"/>
FÓRMULA DE CÁLCULO	$\frac{\text{População residente com o 3.º ciclo completo}}{\text{População total}}$	UNIDADE: % de população com 3.º ciclo	
PARÂMETROS			FONTE
POPULAÇÃO RESIDENTE COM 3.º CICLO COMPLETO			INE
POPULAÇÃO TOTAL			INE
SE 05	NÍVEL DE ESCOLARIDADE (ENSINO SUPERIOR)		SOCIO-ECONÓMICAS
OBJETIVO	Identificar a população com ensino superior (ES)		
ESCALA DE ANÁLISE	Cidade	<input checked="" type="checkbox"/> Área homogénea	<input checked="" type="checkbox"/> Área de influência do ponto <input type="checkbox"/>
FÓRMULA DE CÁLCULO	$\frac{\text{População residente com o ES ciclo completo}}{\text{População total}}$	UNIDADE: % de população com ensino superior	
PARÂMETROS			FONTE
POPULAÇÃO RESIDENTE COM O ENSINO SUPERIOR COMPLETO			INE
POPULAÇÃO TOTAL			INE

#### 4.12 · ANÁLISE ESTATÍSTICAS E TRATAMENTO DE RESULTADOS

Os resultados dos 35 indicadores foram analisados em cada cidade, tendo sido representados graficamente e objeto de análise estatística descritiva, que permitiu a comparação entre as quatro cidades. Foram avaliadas as distribuições das variáveis, procurando identificar padrões e valores anômalos.

Com o objetivo de encontrar relações de causalidade e de efetuar análises estatísticas mais complexas foram efetuadas análises bivariadas, com base em algumas transformações de variáveis e na eliminação de outras. Recorreu-se a modelos estatísticos exploratórios mais complexos, como modelos de regressão linear e logística, com o objetivo de representar as relações que existem entre os aspetos dos usos do solo, as características do indivíduo e os seus padrões de mobilidade, que permitiram obter conclusões preliminares. Estas análises também foram úteis para o desenho de modelos confirmatórios mais complexos, explorados através de modelos de equações estruturais.

A análise fatorial foi utilizada nas variáveis de ambiente construído, uma vez que se reconheceu existir correlação estatística entre elas, e na componente avaliação das atitudes dos inquiridos, procurando perfis de pessoas em função do tipo de respostas às questões. Estas análises permitiram identificar zonas das cidades com características de ambiente construído semelhantes, que, em alguns casos, corresponderam às áreas homogêneas previamente identificadas. A vertente das atitudes permitiu identificar perfis de população que apresentam predisposição ou aversão a determinados comportamentos que poderão influenciar os padrões de mobilidade. A aplicação destas técnicas estatísticas foi útil para uma melhor compreensão da técnica de modelos de equações estruturais, uma vez que estas usam parte dessas técnicas.

As análises fatoriais foram complementadas por análises de *cluster* utilizando várias metodologias de agregação, tanto métodos hierárquicos como não hierárquicos. O resultado conjunto destas análises foi utilizado para compreender que grupos de edifícios (resultado na análise de *clusters*), mais contribuem para determinado fator de características (resultado da análise fatorial).

Tendo em conta as limitações em utilizar apenas dados estatísticos para a caracterização dos edifícios e fazendo uso da afirmação de Tobler (1970) em que “tudo está relacionado com tudo, mas as coisas mais próximas estão mais relacionadas entre si do que as coisas mais distantes”, procurou-se definir *clusters* espaciais ponderados com base em informação espacial. Foi utilizada a ferramenta disponível no *software GeoDa* (<https://geodacenter.asu.edu>), que calcula dois indicadores de *clusterização* espacial de dados a nível global, com o valor de Moran e, a nível local, o *Local Indicators of Spatial Association* (LISA). O cálculo foi efetuado para análise de mapas de medição da acessibilidade da totalidade de edifícios.

Por fim, o recurso a modelos de equações estruturais revelou-se também adequado, pois trata-se de uma técnica que permite lidar com um grande número de variáveis, tanto dependentes, como independentes, ao mesmo tempo que permite a utilização de variáveis observadas e variáveis latentes, combinando duas técnicas estatísticas amplamente usadas: a análise fatorial, para definir a componente de medida de uma variável latente, e a regressão linear, para analisar as relações estruturais existentes entre as variáveis em estudo, definindo o modelo estrutural.

Outro aspeto importante do uso dos modelos de equações estruturais é o facto de constituírem análises confirmatórias, isto é, o modelo com base nos valores de qualidade confirma ou não o modelo teórico-conceitual proposto. Assim a construção do modelo é baseado em conhecimento teórico prévio acerca da relação entre as variáveis. O uso destes modelos no contexto dos padrões de mobilidade teve uma grande expansão a partir dos anos 80. Uma grande vantagem associada é o seu interface gráfico, onde é desenhado o diagrama do modelo teórico-conceitual a testar e são analisados os valores das relações entre variáveis (Golob, 2003).

Sendo uma técnica de análise estatística confirmatória, foram desenvolvidos modelos testados com os dados dos casos de estudo. A criação dos modelos teve como base o conhecimento empírico da realidade de cada caso de estudo, mas também uma revisão da literatura acerca de modelos teóricos testados com objetivos semelhantes aos deste estudo (Aditjandra *et al.*, 2012; Bagley e Mokhtarian, 2002b; Cao *et al.*, 2007b; Comendador *et al.*, 2014; De Abreu e Silva, 2014; De Abreu e Silva *et al.*, 2006, 2012; Eboli *et al.*, 2012; Simma e Axhausen, 2003; Van Acker *et al.*, 2007).

O modelo definido foi aplicado aos dados dos quatro casos de estudo em simultâneo e a cada um dos casos de estado individualmente, analisando as alterações nas relações estruturais. Outros testes foram realizados para as diferentes áreas homogéneas ou para espaços específicos presentes nos vários casos de estudo, nomeadamente os centros históricos. Um outro modelo foi criado para incluir as características do ambiente construído do local de trabalho e, assim, testar a importância relativa face às características do local de residência, quantificando o impacto das duas localização nos padrões de mobilidade.



## 5 · AVALIAÇÃO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO E DOS PADRÕES DE MOBILIDADE NAS CIDADES DE CASTELO BRANCO, FARO, SANTARÉM E VILA REAL

Rui Amaro Alves, David de Sousa Vale, Ricardo Bento, Manuela Rosa, Mauro Pereira

Neste capítulo são apresentados os principais resultados da caracterização do ambiente construído e dos padrões de mobilidade nas cidades médias em estudo, tendo por base o modelo conceptual de caracterização do ambiente construído e a metodologia para a sua avaliação abordados nos capítulos anteriores.

Os indicadores apresentados foram calculados para a área de influência de cada edifício, fixada em 500 m, num total de 30 indicadores relativos a 27 311 edifícios existentes no conjunto das quatro cidades, nas 6 dimensões definidas (Densidade, Diversidade, Design, Conectividade, Acessibilidade e Topografia). Atendendo ao elevado número de entradas na base de dados é de todo impossível a representação gráfica da totalidade dos indicadores tendo sido selecionado pelo menos um indicador em cada dimensão para representação cartográfica, sendo também realizada uma breve análise estabelecendo a comparação entre as quatro cidades. Os mapas apresentados neste capítulo encontram-se disponíveis a cores para consulta e *download* na versão digital deste documento, em <http://inlut.fa.ulisboa.pt>.

### 5.1 · CONTEXTO BIOFÍSICO E SOCIOECONÓMICO

O maior afastamento entre as cidades, no sentido norte-sul, é inferior a 500 km, e no sentido, este-oeste, é pouco mais de 100 km. Por isso, as diferenças climáticas que existem entre elas não são muito significativas e resultam mais da condição orográfica de cada uma e da localização relativa em relação ao oceano do que do seu afastamento geográfico (figura 5.1).



FIG. 5.1 ·  
Enquadramento das cidades no território do continente.

Vila Real e Castelo Branco apresentam características de um clima continental e Faro e Santarém características mais atlânticas. As diferenças de exposição solar entre as duas cidades extremas, Vila Real e Faro, são de cerca de 700 horas anuais; 2500 e 3 200 horas, respetivamente em cada uma. As temperaturas médias mensais variam entre o mínimo de 2,8.º registado em janeiro, em Vila Real, e um máximo de 32,2.º registado em julho, em Castelo Branco. A precipitação ocorre principalmente de outubro a março, com máximo de 162 mm, registado em dezembro, em Vila Real, e um mínimo de 1,8 mm, registado em julho, em Faro.

As condições topográficas do sítio condicionaram o desenvolvimento físico e urbanístico das cidades ao longo do tempo. A cidade de Vila Real desenvolve-se entre as cotas altimétricas 230 e 560 m, Castelo Branco entre 125 e 476 m, Santarém entre 4 e 114 m e Faro entre 0 e 41 m. As áreas onde se desenvolvem estas cidades apresentam topografias muito diferenciadas condicionando ou favorecendo o desenvolvimento urbanístico, tal como se pode verificar nas figuras 5.2 e 5.3, que relacionam as classes de declive com a malha urbana e as áreas urbanizadas.

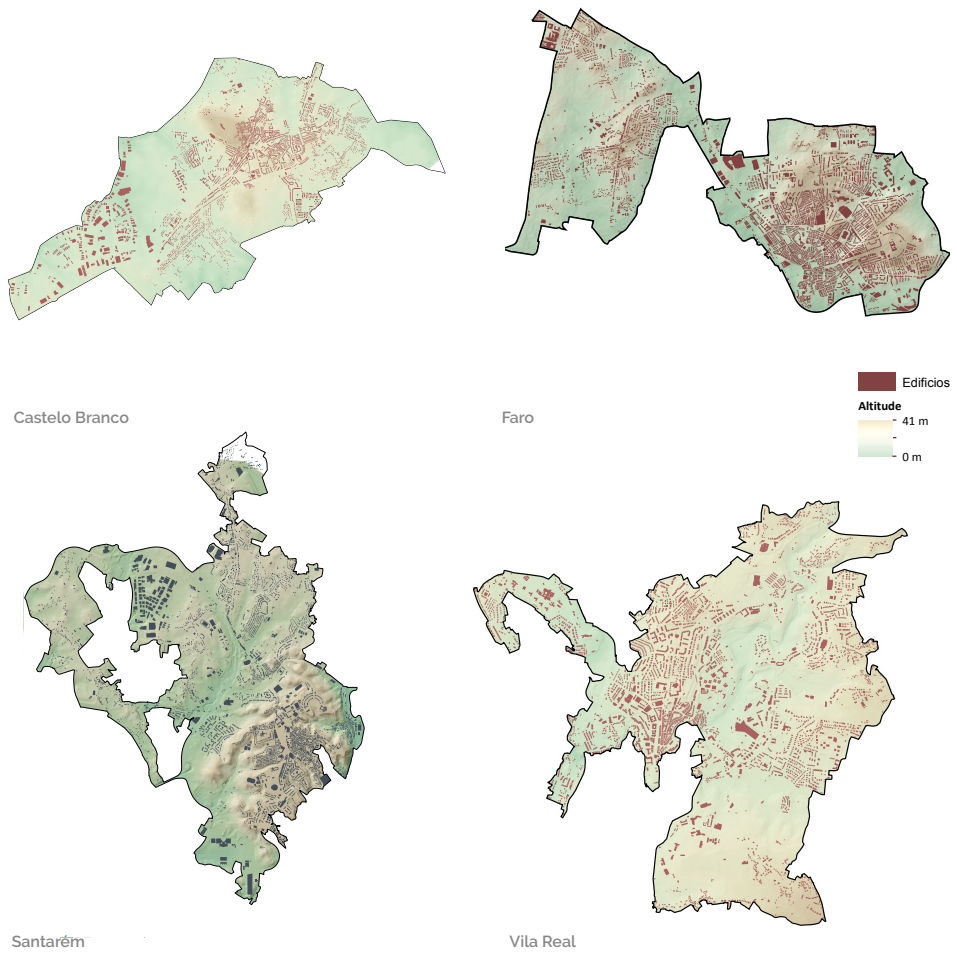


FIG. 5.2 ·  
Altitude e espaços edificados.



FIG. 5.3 -  
Classes de declive com a malha urbana.

Tratam-se de cidades históricas com cariz eminentemente administrativo, capitais de distrito (a base territorial das políticas públicas), para as quais se operou uma desconcentração administrativa, sendo de realçar a importância crescente das políticas públicas nas duas últimas décadas como a saúde (com a consolidação dos hospitais distritais), a educação e o ensino superior (consolidação de universidades e politécnicos), entre outras. De realçar também que todas elas sempre constituíram importantes nós de acessibilidade a oportunidades económicas, sociais e culturais, por via da sua localização privilegiada nas redes nacionais e regionais de acessibilidade física proporcionadas pelas redes rodoferrviárias.

Desde os anos 70 que as quatro cidades apresentam crescimento populacional contínuo e de forma mais acentuada após a adesão à Comunidade Económica Europeia na segunda metade da década de 80 (figura 5.4). Segundo os censos de 2011, Faro é a cidade mais populosa com 47 575 habitantes, seguindo-se Castelo Branco com 34 278, Santarém com 29 777 e Vila Real com 27 735 habitantes.

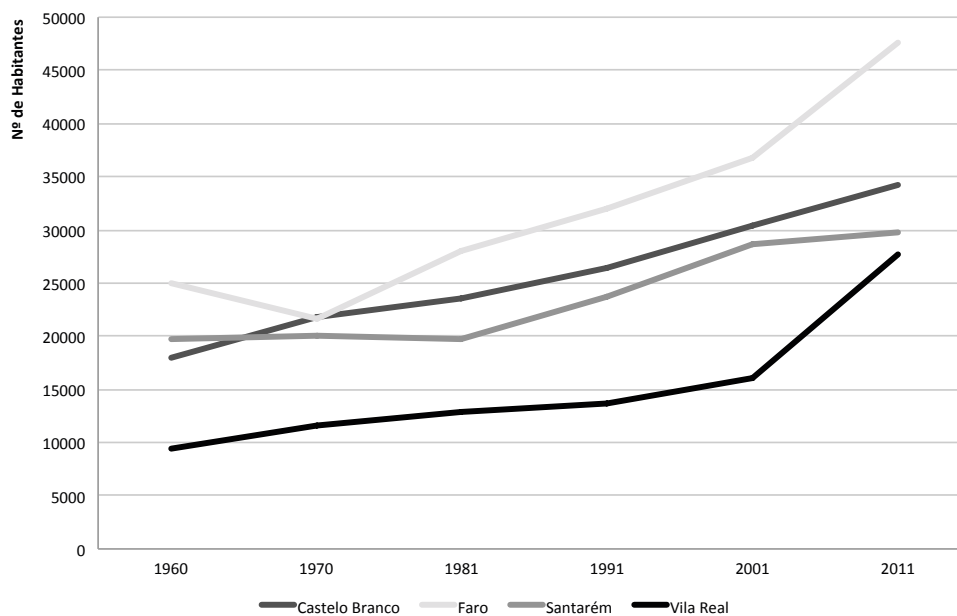


FIG. 5.4 ·  
Evolução da população nas cidades.

A população residente é relativamente jovem nas quatro cidades, com cerca de 20% com idades inferiores a 20 anos, com especial relevância para Vila Real e Faro, onde a percentagem de jovens é superior à da população idosa (figura 5.5).

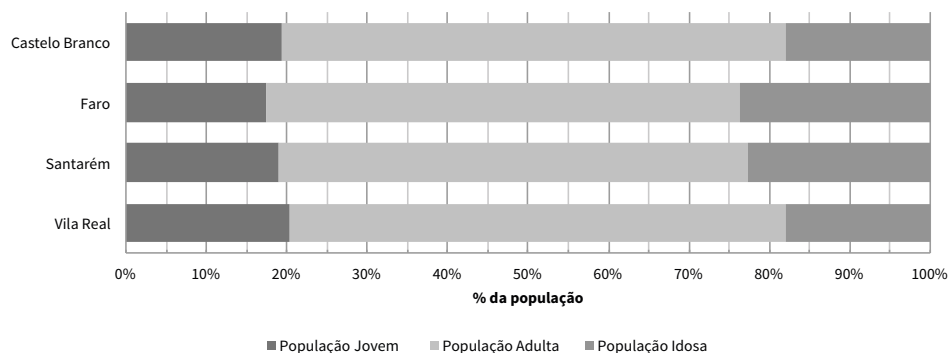


FIG. 5.5 ·  
Grupos etários da população residente, em 2011.

Segundo o censo de 2011 a população em idade ativa era maioritária e as taxas de atividade variavam entre os 52% em Castelo Branco e os 56% em Faro. Em geral, as atividades económicas relacionadas com o comércio, o Estado Social (administração pública, saúde e educação) e a construção civil concentravam a maioria dos ativos. Em Castelo Branco, a indústria transformadora prevalece em termos de ativos enquanto, em Faro, predomina o *cluster* do turismo (comércio, alojamento e restauração e imobiliário). Em Faro, é de realçar, também, que a maior dimensão urbana e o maior dinamismo da economia regional se refletem numa maior importância das atividades dos serviços em geral e dos serviços de apoio às atividades económicas em particular, numa maior presença de atividades com profissões mais bem remuneradas como os “especialistas, intelectuais e técnicos e administrativos” e em salários mais elevados em praticamente todos os setores de atividade. Por isso, Faro apresenta um índice de poder de compra concelhio mais elevado e superior em 20 pontos percentuais à média nacional.

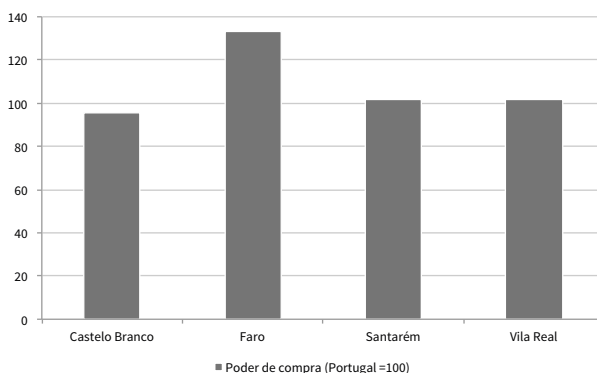


FIG. 5.6 · Índice de poder de compra, em 2011.

## 5.2 · USOS DO SOLO E TRANSPORTES

A área de estudo em cada uma das cidades, considerada com a superfície afeta à área urbana de cada uma, foi definida com base em critérios de continuidade de usos do solo urbano e restrições ao uso do solo urbano impostas pelos planos urbanísticos e territoriais, bem como nas características da malha urbana e das áreas de circulação. Foram ainda considerados os espaços agroflorestais envolventes aos usos urbanos.

### 5.2.1 · MALHAS URBANAS

As malhas urbanas refletem níveis de planeamento distintos sendo difícil estabelecer uma tipologia geral para cada uma delas. Em Vila Real e Santarém apresentam-se complexas, onde a topografia é mais movimentada, e em Castelo Branco e Faro mais simples onde a topografia é mais plana. Castelo Branco e Faro apresentam malhas mais orgânicas, contínuas, do tipo radial compostas no seu interior por malhas urbanas reticuladas ortogonais e não ortogonais. Vila Real e Santarém apresentam malhas urbanas menos orgânicas, com descontinuidades, desenvolvidas em bairros com diversas tipologias urbanas sendo de destacar as malhas livres de implantação linear e pontual (figura 5.7).

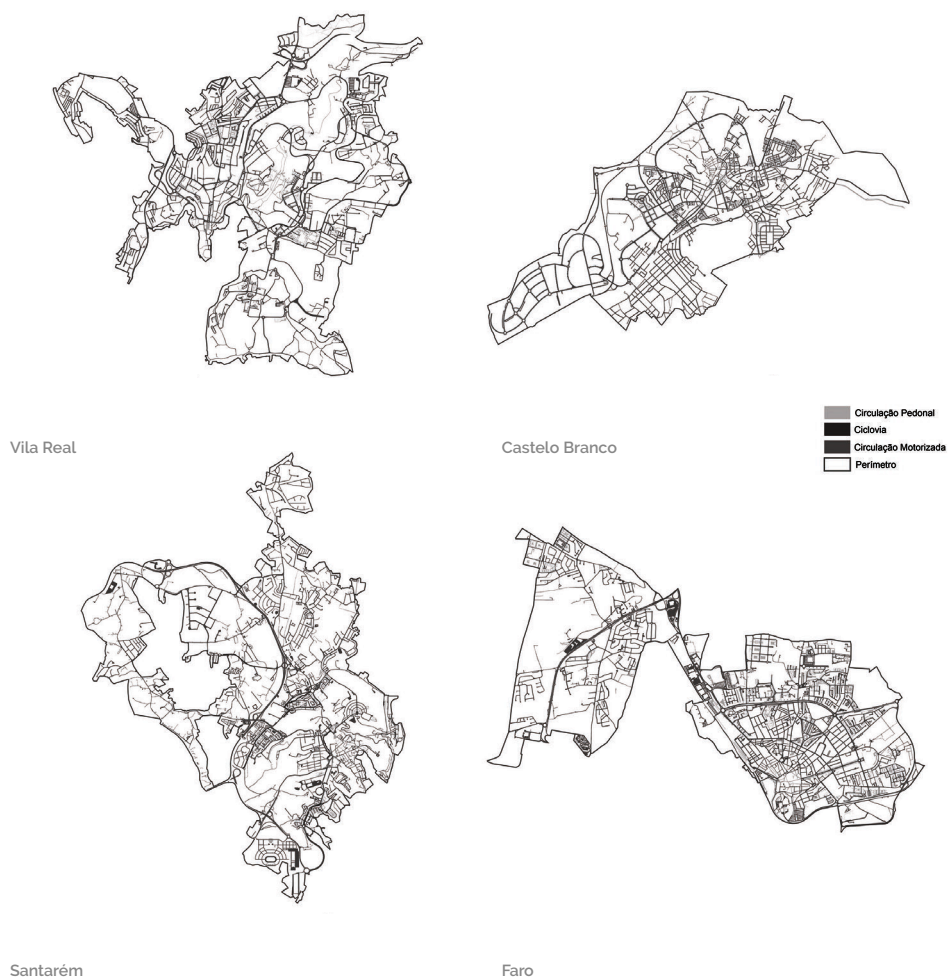


FIG. 5.7 ·  
Malha urbana.

5.2.2 · USOS DO SOLO

Nas áreas afetas a cada cidade predominam os usos agroflorestais em Vila Real e Faro, os espaços planeados e não ocupados em Santarém (espaços comprometidos com o processo de urbanização) e os espaços urbanos não construídos e os logradouros em Castelo Branco. De salientar que a área de logradouro de Vila Real é, em termos percentuais, superior à das restantes cidades, assim como as de espaços urbanos planeados e de espaços urbanos não ocupados em Santarém, a área de espaços urbanos não construídos em Castelo Branco e a área de edifícios em Faro (figura 5.8 e 5.9).

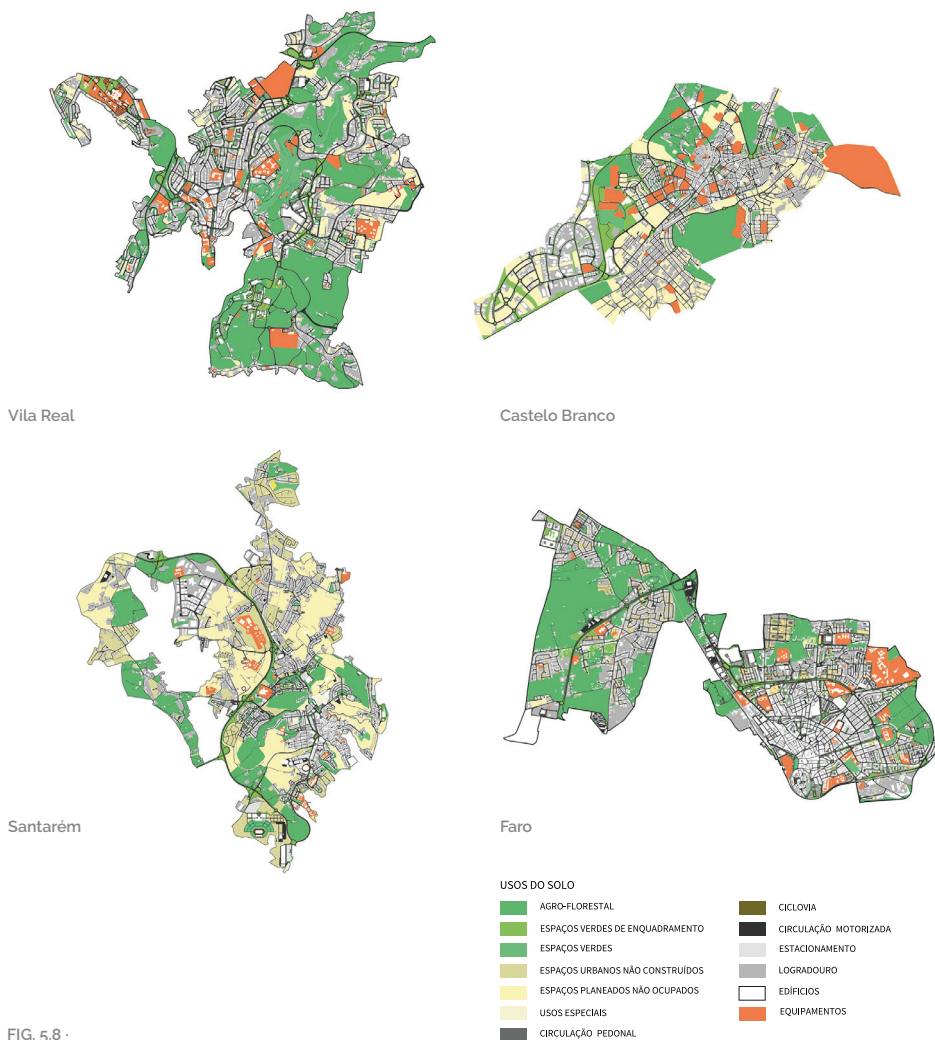


FIG. 5.8 · Usos do solo.

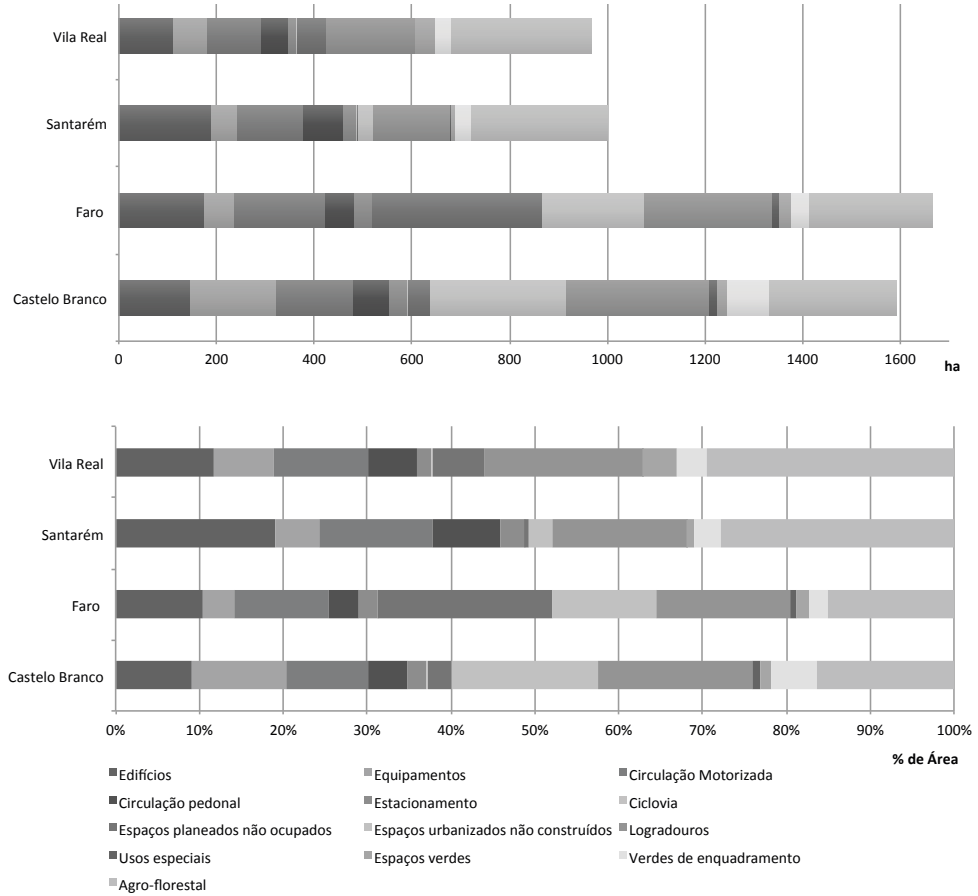


FIG. 5.9 -  
Usos do solo (em valor absoluto e percentual).

### 5.2.3 · REDES DE CIRCULAÇÃO E TRANSPORTES

Vila Real e Santarém apresentam redes de circulação muito mais extensas, embora as áreas de estudo naquelas duas cidades sejam substancialmente menores. Por essa razão a densidade de vias de circulação (km de via/km<sup>2</sup> de área) é muito mais elevada em Vila Real (34,2 km) e Santarém (28,1 km) do que em Castelo Branco (12,2 km) e Faro (10,2km) (figura 5.10).

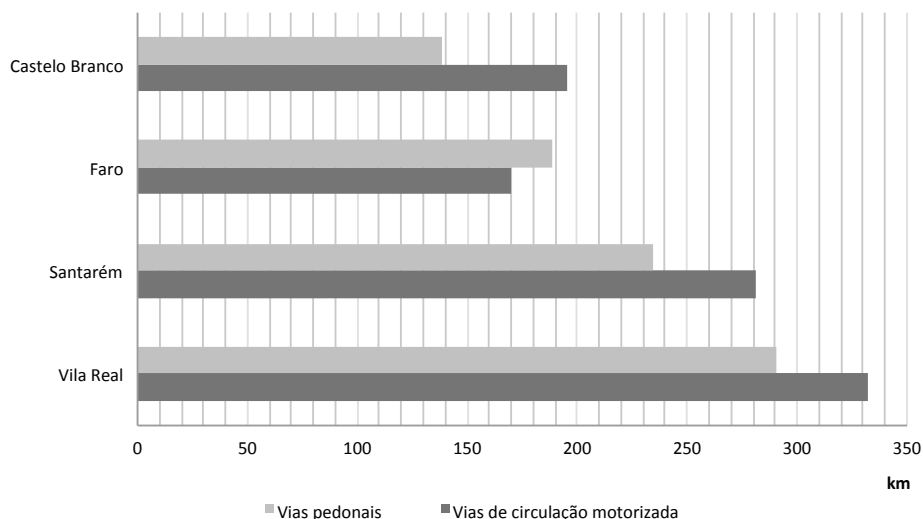


FIG. 5.10 ·  
Indicadores sobre a extensão das vias de circulação.

De acordo como a informação da Autoridade de Seguros e Fundos, a taxa de motorização concelhia em 2011 (veículos/1000 habitantes) era superior à média nacional (459 veículos) nos quatro concelhos, registando-se a mais elevada em Vila Real (504 veículos) e a mais baixa em Santarém (463 veículos).

### 5.2.4 · ESTACIONAMENTO

Em Vila Real e Castelo Branco, apenas 6% do número de lugares de estacionamento eram pagos enquanto em Faro e Santarém estes valores eram de 10% e 40%, respetivamente. De salientar que em Castelo Branco apenas os estacionamentos em parque coberto são pagos. O custo do estacionamento oscilava entre os 0,40 €/30 minutos, em Vila Real, e 1,10 €/hora, em Castelo Branco.

Os rácios lugares/fogo e lugares/habitante, apresentam os valores mais elevados em Castelo Branco e os mais baixos em Faro (quadro 5.1).

	VEÍCULOS MATRICULADOS EM 2011		LUGARES DE ESTACIONAMENTO		
	N.º	VEÍCULOS / 1 000 HABITANTES	N.º	LUGARES / FOGO	LUGARES / HABITANTE
Castelo Branco	56 109	482	26 080	1,4	0,8
Faro	17 768	496	17 768	0,7	0,4
Santarém	12 300	463	13 300	0,8	0,4
Vila Real	11 815	504	23 060	0,9	0,5

Quadro 5.1 ·

*Indicadores sobre veículos motorizados e estacionamento.*

### 5.2.5 · TRANSPORTES PÚBLICOS

Em todas as cidades existe uma rede de transportes públicos concessionada a um operador de transportes, destacando-se as redes de Faro e de Santarém. A primeira por apresentar os indicadores mais favoráveis e a segunda por apresentar os indicadores menos favoráveis no que se refere à oferta de transportes públicos (quadro 5.2).

	EXTENSÃO DÁ REDE (KM)	CARREIRAS URBANAS	N.º DE PARAGENS	KM DE REDE / CARREIRA	N.º DE PARAGENS / KM DE REDE
Castelo Branco	110	8	42	13,8	0,4
Faro	97	10	119	9,7	1,2
Santarém	144	6	66	24,0	0,5
Vila Real	124	6	132	20,7	1,1

Quadro 5.2 ·

*Indicadores sobre a rede de transportes públicos.*

### 5.2.6 · INDICADORES URBANÍSTICOS RELATIVOS AO USO DO SOLO E AOS TRANSPORTES

As cidades apresentam grande similitude na maioria dos indicadores urbanísticos relativos à qualidade e à intensidade na ocupação do espaço nos perímetros considerados em cada uma, embora se registem alguns valores muito díspares em alguns indicadores (quadro 5.3).

A cidade de Santarém distingue-se claramente das outras, no que se refere às densidades (populacional, edifícios e fogos), por apresentar valores muito superiores. Em termos de capitações, Faro apresenta, em quase todos os indicadores, valores mais baixos do que as restantes cidades. Vila Real e Castelo Branco apresentam fogos de dimensão média muito superior à das outras duas cidades. Castelo Branco distingue-se por apresentar uma capitação muito elevada em termos de área de equipamento (51,3 m<sup>2</sup>/fogo e 91 m<sup>2</sup>/habitante), o dobro de Vila Real e Santarém e quase o quántuplo de Faro. Castelo Branco e Vila Real apresentam valores mais elevados em termos de capitação de espaços verdes (aproximadamente 55 m<sup>2</sup>/fogo), quase o dobro de Santarém e mais do triplo de Faro. As capitações em termos de área de estacionamento e de área de circulação motorizada são mais elevadas em Santarém, mais do dobro das de Faro. Vila Real apresenta a capitação mais elevada em termos de área de circulação pedonal.

As áreas edificadas oscilam entre 9% em Castelo Branco e 17,4% em Santarém, sendo que a relação entre o total da área construída e a área de estudo varia apenas entre 0,3 e 0,4, ou seja, por cada m<sup>2</sup> da área do perímetro em estudo existem entre 0,3 e 0,4 m<sup>2</sup> de área construída nas cidades. A relação entre o total da área construída e a área ocupada por edificações (designado por n.º médio de pisos) oscila entre 2,3 em Santarém e 3,3 em Vila Real.

No total das áreas edificadas, a proporção da área afeta a comércio e a serviços é de cerca de 30% em Vila Real, Castelo Branco e Faro, sendo de cerca de 41% em Santarém.

	CASTELO BRANCO	FARO	SANTARÉM	VILA REAL	UNIDADE
Área	15,92	18,66	9,99	9,68	km <sup>2</sup>
Habitantes	34 525	47 155	30 239	25 381	n.º
Edifícios	6301	8534	6818	5747	n.º
Frações	22 055	30 772	20 289	15 879	n.º
Fogos	19 313	26 262	16 254	13 437	n.º
Área de construção	4 116 959	5 040 487	4 066 557	3 671 441	m <sup>2</sup>
Área de construção de habitação	3 141 210	3 624 986	2 386 397	2 608 378	m <sup>2</sup>
Área de construção de comércio, serviços e outros	975 749	1 415 501	1 680 160	1 063 063	m <sup>2</sup>

	CASTELO BRANCO	FARO	SANTARÉM	VILA REAL	UNIDADE
Densidade Populacional	21,7	25,3	30,3	26,2	habitantes/ha
Densidade de edifícios	4,0	4,6	6,8	5,9	edifícios/ha
Densidade Habitacional	12,1	14,1	16,3	13,9	fogos/ha
Área ocupada por edifícios / Área total (índice de utilização)	0,3	0,3	0,4	0,4	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Área de construção / Área ocupada por edifícios (n.º médio de pisos)	2,8	2,7	2,3	2,3	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Área de construção de habitação / Área ocupada por edifícios	2,2	1,9	1,4	2,3	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Área de construção de comércio, serviços e outros / Área ocupada por edifícios	0,7	0,7	1,0	0,9	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Área de construção de habitação / N.º de habitantes	91,0	76,9	78,9	102,8	m <sup>2</sup> /habitante
Área de construção de habitação / Fogos (dimensão média do fogo)	162,6	138,0	146,8	194,1	m <sup>2</sup> /fogo
Área de equipamento / N.º de habitantes	51,3	11,1	20,6	27,5	m <sup>2</sup> /habitante
Área de equipamento / Fogos	91,8	19,9	38,3	52,0	m <sup>2</sup> /fogo
Área de espaços verdes / N.º de habitantes	30,9	8,8	20,0	29,0	m <sup>2</sup> /habitante
Área de espaços verdes / Fogos	55,3	15,7	37,2	54,7	m <sup>2</sup> /fogo
Área de circulação pedonal / N.º de habitantes	21,3	17,2	20,0	21,9	m <sup>2</sup> /habitante
Área de circulação pedonal / Fogos	38,1	30,8	37,1	41,4	m <sup>2</sup> /fogo

	CASTELO BRANCO	FARO	SANTARÉM	VILA REAL	UNIDADE
N.º lugares de estacionamento / N.º de habitantes	0,8	0,4	0,4	0,5	estacionamento / habitante
N.º lugares de estacionamento / Fogo	1,4	0,7	0,8	0,9	estacionamento / fogo
Área de estacionamento / N.º de habitantes	10,8	5,9	11,9	6,7	m <sup>2</sup> /habitante
Área de estacionamento / Fogos	19,3	10,6	22,2	12,7	m <sup>2</sup> /fogo
Área de circulação motorizada / N.º de habitantes	45,5	28,9	61,6	43,0	m <sup>2</sup> /habitante
Área de circulação motorizada / Fogos	81,3	52,0	114,7	81,3	m <sup>2</sup> /fogo

Quadro 5.3 ·  
Indicadores urbanísticos relativos aos usos do solo.

### 5.3 · CARACTERÍSTICAS DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

As características do ambiente construído foram obtidas através do cálculo de 30 indicadores para a área de influência de cada edifício (500 m), em seis dimensões (quadros 5.4 a 5.9). Ou seja, os indicadores dizem respeito, não ao edifício em si, mas a uma área de 500 m à sua volta. Desta forma, controla-se o designado efeito de fronteira, uma vez que edifícios localizados nos extremos de uma determinada área pré-determinada não refletirão os valores dessa área, mas sim da área que diretamente envolve cada edifício.

Como já foi anteriormente referido, no total foram obtidas 27 311 unidades de análise (edifícios existentes nas quatro cidades), tendo sido calculados os 30 indicadores para cada uma, sendo aqui apresentados apenas alguns dos mais importantes e estabelecida a comparação entre as quatro cidades.

#### 5.3.1 · INDICADORES DE DENSIDADE

A dimensão Densidade foi analisada através de 5 indicadores: Densidade habitacional (Den1), Densidade de edifícios (Den2), Índice de utilização (Den3), Índice de utilização de habitação (Den4) e o Índice de utilização de serviços (Den5) - Quadro 5.4.

A cidade de Faro regista o valor mais elevado do indicador densidade de edifícios com cerca de 16 edifícios por hectare, seguindo-se Castelo Branco e Santarém com cerca de 10 edifícios por hectare, e finalmente Vila Real com cerca de 8 edifícios por hectare.

DIMENSÃO / INDICADOR	UNIDADE	CASTELO BRANCO (6 299 EDIFÍCIOS)			FARO (8 534 EDIFÍCIOS)			SANTARÉM (6 704 EDIFÍCIOS)			VILA REAL (5 774 EDIFÍCIOS)		
		min	max	med	min	max	med	min	max	med	min	max	med
<b>Den 1</b> Densidade Habitacional	Frações / ha	0,0	71,0	30,8	0,0	100,0	44,8	0,0	98,6	22,1	0,0	59,5	19,7
<b>Den 2</b> Densidade de Edifícios	Edifícios / ha	0,0	28,8	10,7	0,1	35,3	15,9	0,1	34,2	9,6	0,3	21,1	8,3
<b>Den 3</b> Índice de utilização	Índice	0,0	1,1	0,6	0,0	1,6	0,8	0,0	1,8	0,5	0,0	1,7	0,5
<b>Den 4</b> Índice de utilização de habitação	Índice	0,0	0,9	0,5	0,0	1,4	0,6	0,0	1,4	0,3	0,0	1,2	0,4
<b>Den 5</b> Índice de utilização de comércio e serviços	Índice	0,0	0,6	0,1	0,0	0,6	0,2	0,0	1,2	0,2	0,0	0,9	0,1

Quadro 5.4 ·

Indicadores de caracterização do ambiente construído calculados - Densidade.

A densidade habitacional mais elevada também se encontra em Faro, com cerca de 45 frações por hectare, seguindo-se Castelo Branco com 31 frações por hectare, Santarém e Vila Real apresentam valores muito próximos a rondar as 20 frações por hectare. Em Vila Real e Santarém as classes de densidade mais elevadas são as compreendidas entre “0 – 5” edifícios por hectare e a dos “5 – 10” edifícios por hectare, enquanto em Castelo Branco as classes mais representativas são as dos “45 – 50” e “50 – 55” edifícios por hectare. Em Faro predominam as classes dos “60-65”, “65-70” e “70-75” edifícios por hectare (figura 5.11).

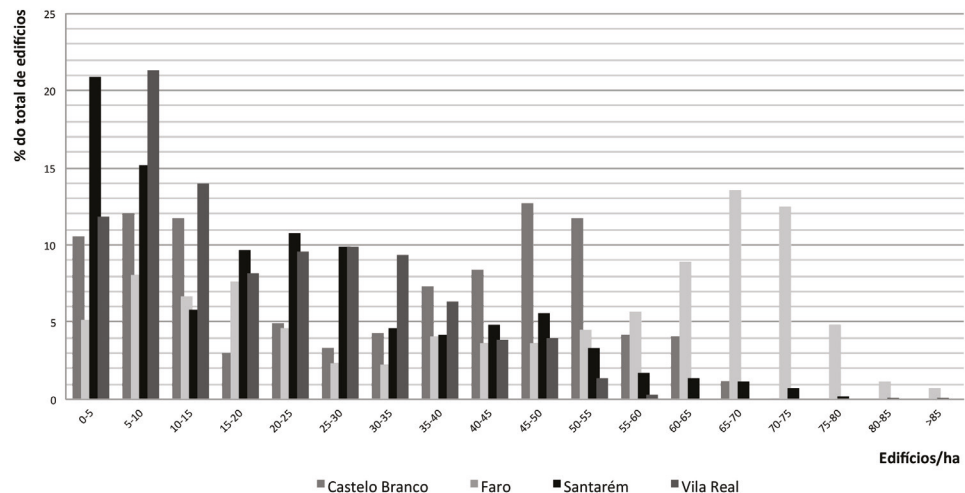


FIG 5.11 ·

Percentagem de edifícios inseridos em classes de densidade habitacional.

Faro destaca-se claramente das restantes no que se refere à intensidade de utilização do solo, apresentando valores mais elevados no valor médio do Índice global de utilização (0,8), no índice específico de utilização de habitação (0,6) e no índice específico de utilização de comércio e serviços (0,22). No entanto, apresenta a maior diferença entre o índice de utilização de habitação e o índice específico de utilização de comércio e serviços (0,35), o que poderá indiciar que a diversidade funcional não é assim elevada quanto parece supor, pois tal traduz um maior desequilíbrio na distribuição territorial entre áreas de habitação e as áreas de comércio e serviços.

Faro destaca-se claramente das restantes no que se refere à intensidade de utilização do solo, apresentando valores mais elevados no valor médio do Índice global de utilização (0,8), no índice específico de utilização de habitação (0,6) e no índice específico de utilização de comércio e serviços (0,22). No entanto, apresenta a maior diferença entre o índice de utilização de habitação e o índice específico de utilização de comércio e serviços (0,35), o que poderá indiciar que a diversidade funcional não é assim elevada quanto parece supor, pois tal traduz um maior desequilíbrio na distribuição territorial entre áreas de habitação e as áreas de comércio e serviços.

Nesta dimensão foi selecionado como exemplo das análises espaciais efetuadas o índice global de utilização do solo, que exprime a quantidade de edificação por unidade de solo (ha), ou seja, a intensidade de utilização do solo para a edificação. Trata-se de um parâmetro adimensional que resulta do quociente entre a área bruta de construção e a superfície de análise, ambas em m<sup>2</sup>.

Os valores deste índice variam entre 0 e 1,60, com predomínio dos edifícios inseridos em classes de valores compreendidas entre “0 – 0,40” e “0,60 – 1,20” em todas as cidades, sendo que na primeira classe predomina Santarém e Vila Real e na segunda Castelo Branco e Faro, podendo concluir-se que Santarém e Vila Real serão as cidades menos densas em termos de edificação. No entanto, Santarém acompanha Faro nas classes de índice global de utilização mais elevadas, o que significa que existe uma assimetria significativa entre as tipologias de densidade existentes nestas cidades, com importância de áreas urbanas com baixos índices de utilização e de áreas com elevados índices de utilização.

Na distribuição espacial do índice destaca-se uma estrutura bipolarizada nas cidades de Vila Real e Santarém, em que existem dois centros onde o índice atinge os valores mais elevados, sendo um deles o centro histórico. Em Castelo Branco e Faro a estrutura espacial do índice global de utilização é mais monocêntrica decaindo a partir do centro histórico para periferia (figura 5.12).

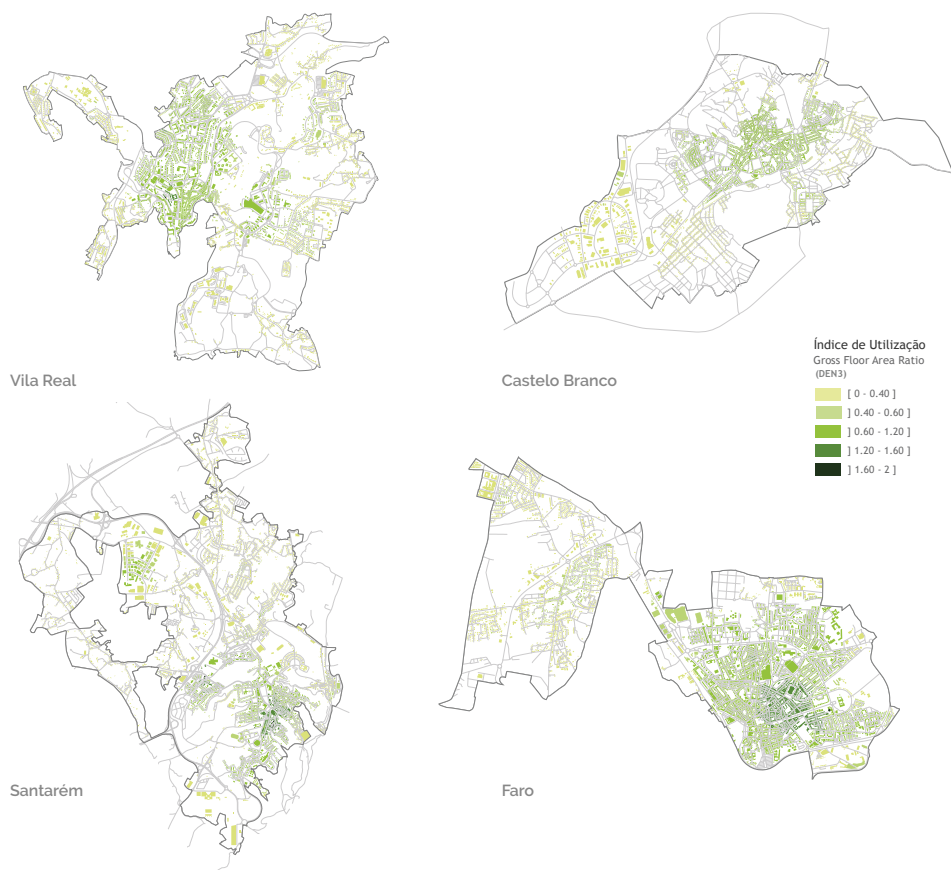


FIG. 5.12 -  
Distribuição espacial do índice de utilização.

### 5.3.2 · INDICADORES DE DIVERSIDADE

A Diversidade urbana foi avaliada através de 4 indicadores de Diversidade: Percentagem de edifícios unifamiliares (Div1), Percentagem de frações habitacionais (Div2), Percentagem de área de atividades (Div3), e Complexidade Urbana (Div4) - Quadro 5.5.

DIMENSÃO / INDICADOR	UNIDADE	CASTELO BRANCO (6 299 EDIFÍCIOS)			FARO (8 534 EDIFÍCIOS)			SANTARÉM (6 704 EDIFÍCIOS)			VILA REAL (5 774 EDIFÍCIOS)		
		min	max	med	min	max	med	min	max	med	min	max	med
<b>Div 1</b> Edifícios unifamiliares	%	0,0	100,0	52,3	0,0	100,0	48,9	0,0	100,0	47,6	0,0	100,0	65,2
<b>Div 2</b> Frações Habitacionais	%	0,0	100,0	85,4	0,0	100,0	83,5	0,0	100,0	80,2	0,0	100,0	85,2
<b>Div 3</b> Área de atividades	%	0,0	16,2	3,7	0,0	20,4	6,4	0,0	18,4	3,5	0,0	20,7	4,0
<b>Div 4</b> Complexidade urbana	Índice	0,0	2,5	1,8	0,0	2,7	2,1	0,0	2,8	2,2	0,0	2,6	1,8

Quadro 5.5 -

Indicadores de caracterização do ambiente construído calculados - Diversidade.

De uma forma geral Castelo Branco e Santarém apresentam forte representatividade dos edifícios unifamiliares situados na classe com “40-60%” dos edifícios unifamiliares, em Faro predomina a classe com “20-40%” e em Vila Real as classes “60-80%” e “80-100%” com edifícios unifamiliares (figura 5.13).

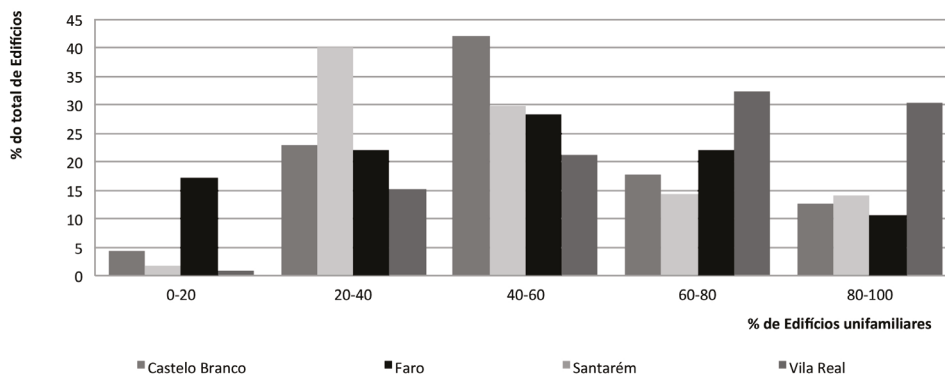


FIG. 5.13 -

Percentagem de edifícios segundo classes de edifícios unifamiliares.

Com base na percentagem de edifícios unifamiliares, é possível concluir que em Vila Real predominam as zonas habitacionais de moradias e Santarém apresenta menor importância de edifícios unifamiliares. Quanto à percentagem de frações habitacionais, em todas as cidades existem áreas onde 100% das frações existentes nos edifícios são frações habitacionais e em média 80% das frações dos edifícios são habitacionais.

No que respeita à Complexidade Urbana, Santarém regista o valor mais elevado (2,2) seguido por Faro (2,1), podendo afirmar-se que Santarém e Faro apresentam maior complexidade urbana (funcional) no conjunto das quatro cidades.

Na dimensão diversidade selecionou-se como exemplo de análise espacial o indicador percentagem da área de construção afeta a atividades não residenciais (Div3). Este indicador tem por objetivo analisar a intensidade funcional, isto é, a proporção de área de construção afeta a cada função no edifício face à totalidade de área de construção de cada função existentes na área. Em todas as cidades predominam os edifícios inseridos na classe de “0-4%” de área de construção afeta a funções não habitacionais no total da área construída, ou seja em mais de 70% das áreas de influência dos edifícios de Santarém, de cerca de 70% dos edifícios de Vila Real e Castelo Branco e de cerca de 45% dos edifícios de Faro, predominam os edifícios com áreas de construção afetadas a atividades ou funções não residenciais iguais ou inferiores a 4%.

Na distribuição espacial deste indicador destaca-se uma estrutura bipolarizada bem identificada nas cidades de Vila Real, Castelo Branco e Santarém, constituída pelos centros históricos, que se evidenciam, e pelas zonas de atividades ou zonas industriais. Em Faro a estrutura espacial é mais monocêntrica centrada no centro histórico (figura 5.14)

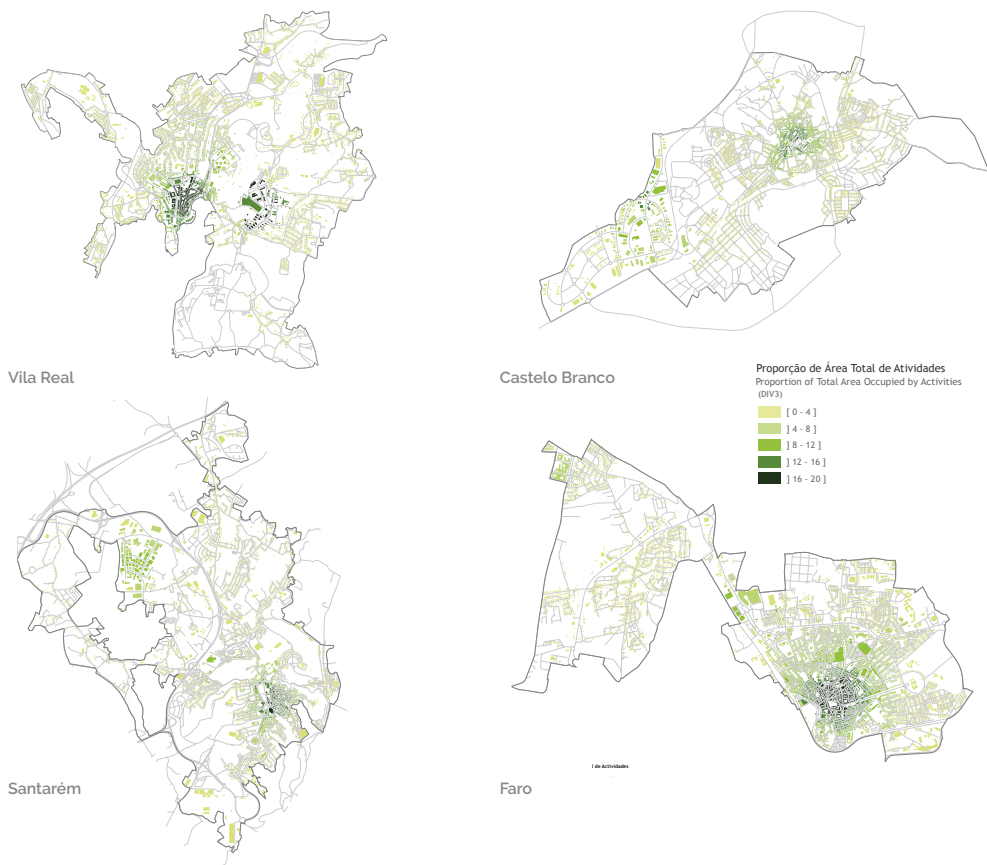


FIG. 5.14 -  
Distribuição espacial das áreas de construção afetadas a atividades ou funções não residenciais.

## 5.3.3 · INDICADORES DE CONECTIVIDADE

A Conectividade foi obtida através de 4 indicadores: Densidade de interseções, Rácio de influência pedonal, Retilinearidade do percurso a funções quotidianas e Distância entre intersecções - Quadro 5.6.

DIMENSÃO / INDICADOR	UNIDADE	CASTELO BRANCO (6 299 EDIFÍCIOS)			FARO (8 534 EDIFÍCIOS)			SANTARÉM (6 704 EDIFÍCIOS)			VILA REAL (5 774 EDIFÍCIOS)		
		min	max	med	min	max	med	min	max	med	min	max	med
<b>Con 1</b> Densidade de Interseções	Nós/ha	0,0	3,9	1,7	0,1	4,9	2,7	0,0	4,5	1,7	0,0	5,8	1,6
<b>Con 2</b> Rácio de área de influência pedonal	Índice	0,1	1,0	0,5	0,1	0,7	0,5	0,0	0,7	0,4	0,1	0,7	0,4
<b>Con 3</b> Retilinearidade do percurso a funções quotidianas	Índice	0,0	56,9	0,9	0,3	64,7	0,8	0,0	1,1	0,7	0,3	56,4	0,9
<b>Con 4</b> Distância entre interseções	metros	28,2	500,0	57,7	30,9	231,7	46,5	23,6	257,8	55,2	27,7	272,7	56,8

Quadro 5.6 ·

Indicadores de caracterização do ambiente construído calculados - Conectividade.

A cidade de Faro destaca-se claramente das restantes e apresenta o valor mais elevado em termos de densidade das intersecções (cerca de 2,7 interseções por hectare), o que é revelador de uma malha urbana mais densa e mais permeável com quarteirões mais pequenos e mais estreitos. Vila Real apresenta o valor mais baixo neste indicador, por ser constituída por uma malha urbana com quarteirões mais largos e menos intersecções entre eles, logo menos permeável. Do ponto de vista da mobilidade um maior número de intersecções é vantajoso na medida que permite, a quem se desloca, maiores alternativas de percursos. No caso dos modos ativos, esta característica torna-se mais importante permitindo atravessamentos mais curtos para chegar aos vários destinos.

Faro e Castelo Branco apresentam valores mais elevados (0,47 e 0,45, respetivamente) do que Santarém e Vila Real (ambas com 0,38) no rácio de influência pedonal, que pode variar entre 0 e 1, correspondendo neste último caso à totalidade da área afeta a deslocações pedonais. Na distribuição do índice por classes verifica-se comportamento semelhante em todas as cidades, ou seja, a maior parte dos valores (60%) ocorrem na classe de “0,40 a 0,60”, com exceção de Vila Real que apresenta um valor mais baixo semelhante ao da classe “0,20-0,40” (figura 5.15).

O indicador retilinearidade do percurso a funções quotidianas varia de 0 a 1. Este último valor significa que a distância percorrida na rede coincide com a distância percorrida em linha reta. Quanto mais baixo for o valor maior é a diferença entre estas duas distâncias, o que é desfavorável para deslocações a pé ou de bicicleta, pois aumenta consideravelmente as distâncias a percorrer. Castelo Branco e Vila Real apresentam o valor mais elevado (0,9) e Santarém o valor mais baixo (0,7).

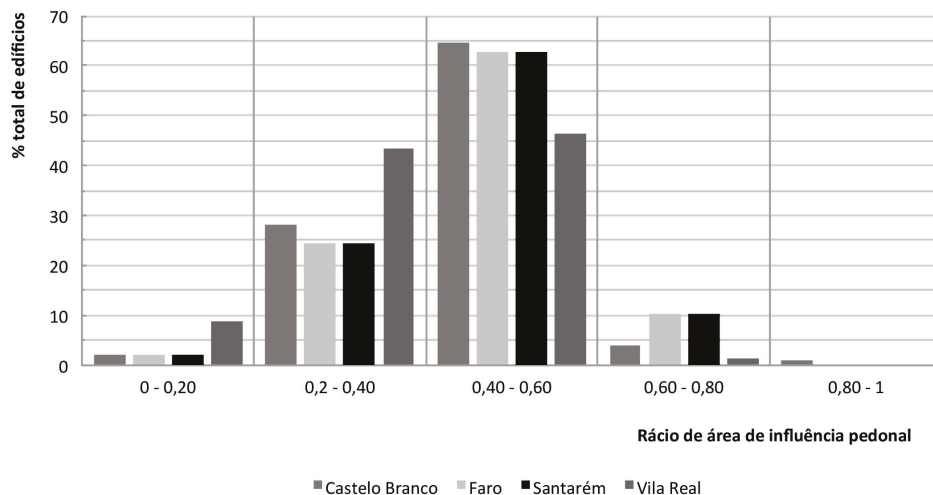


FIG. 5.15 - Percentagem de edifícios segundo classes do Rácio de área de influência pedonal.

O indicador distância entre intersecções apresenta o valor mais baixo na cidade de Faro (cerca de 47 m) e o mais elevado na cidade de Castelo Branco (cerca de 58 m).

Os quatro indicadores de conectividade complementam-se entre si confirmando as características da malha urbana. Todavia é necessário ter presente que são indicadores meramente topológicos, ou seja, medem as características de rede onde a mobilidade é efetuada e a sua análise deve ser efetuada com precaução. Por exemplo, a retilinearidade do percurso a funções quotidianas pode induzir em erro, quando a rede de circulação é essencialmente linear, neste caso, o que acontece é que apenas existe um caminho possível, fazendo com que a distância em linha reta seja a mesma que a medida na rede. O mesmo pode acontecer para o rácio de influência pedonal, pelo que a leitura dos valores deve ser feita com especial atenção.

Nesta dimensão foi selecionado para representação cartográfica o indicador rácio de influência de área de pedonal (*pedestrian shed ratio*). Este indicador tem a finalidade de analisar o rácio entre a área medida na rede e a área alcançada em linha reta, variando entre 0 e 1.

Especialmente, os centros históricos de Santarém e Castelo Branco são os locais com maiores rácios de influência pedonal, revelando a boa conectividade pedonal destes locais (figura 5.16).

Este indicador complementa o indicador percentagem de espaço público, ou seja, embora a percentagem de espaço público aparentemente esteja distribuída de forma semelhante, o rácio de influência pedonal é bastante distinto em várias partes das cidades.

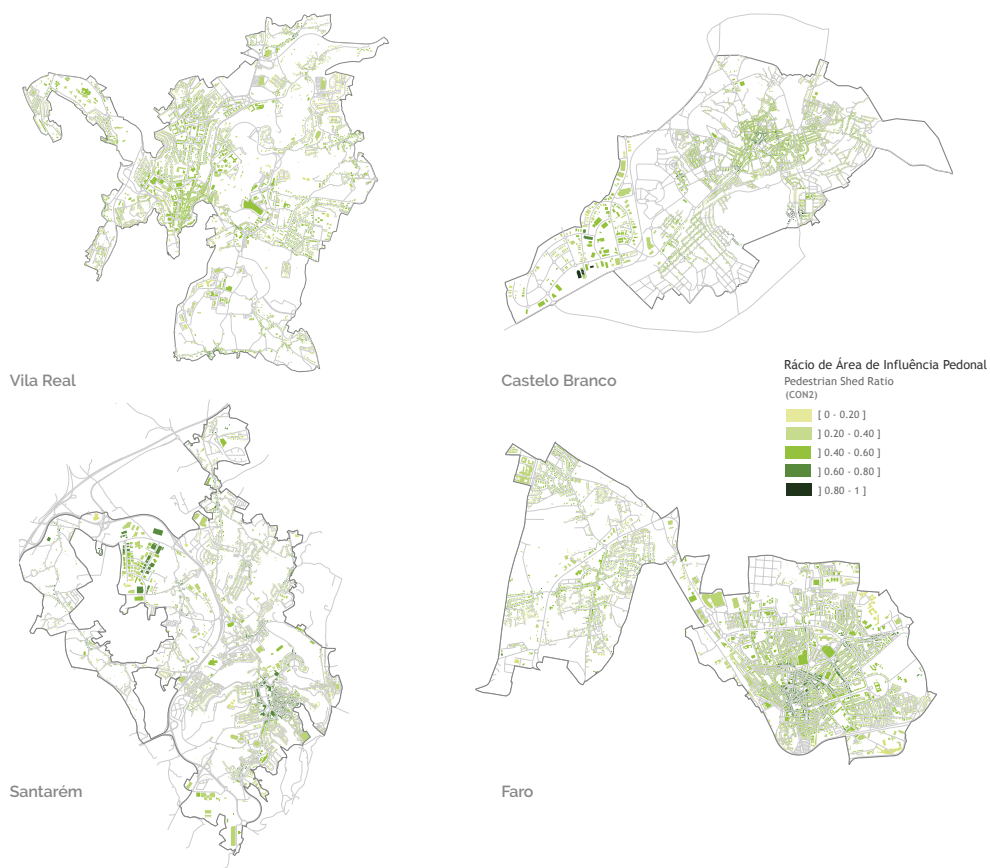


FIG. 5.16 ·  
Representação espacial do rácio de influência pedonal nas quatro cidades.

## 5.3.4 · INDICADORES DE ACESSIBILIDADE

A dimensão Acessibilidade do ambiente construído foi avaliada através de 7 indicadores. No primeiro, “distância à paragem mais próxima”, em todas as cidades, com exceção de Santarém que apresenta 450 m, essa distância média é de 200 m. No indicador “oferta de transporte público na paragem mais próxima”, Faro e Santarém apresentam os valores mais elevados com 90 e 66 veículos/dia, respetivamente, e Castelo Branco apresenta apenas 17/veículos dia. Em termos de frequência de transporte público, Faro e Vila Real apresentam as frequências médias mais elevadas (83 e 63 carreiras, respetivamente) e Castelo Branco o valor mais baixo (16 carreiras) - Quadro 5.7..

DIMENSÃO / INDICADOR	UNIDADE	CASTELO BRANCO (6 299 EDIFÍCIOS)			FARO (8 534 EDIFÍCIOS)			SANTARÉM (6 704 EDIFÍCIOS)			VILA REAL (5 774 EDIFÍCIOS)		
		min	max	med	min	max	med	min	max	med	min	max	med
<b>Acc 1</b> Distância à paragem mais próxima	metros	0,0	2357,3	227,2	0,0	1019,9	194,4	0,0	2849,7	445,3	0,0	1021,3	207,8
<b>Acc 2</b> Oferta de transporte público na paragem mais próxima	oferta / dia	0,0	44,0	17,3	0,0	608,0	90,4	20,0	133,0	66,3	0,0	224,0	48,4
<b>Acc 3</b> Frequência de transporte público	oferta / dia	0,0	44,0	15,5	0,0	608,0	83,1	0,0	114,0	28,9	0,0	189,0	62,7
<b>Acc 4</b> Distância à atividade mais próxima	metros	0,0	1539,0	81,8	0,0	548,7	49,8	0,0	2154,7	181,1	0,0	1206,3	130,8
<b>Acc 5</b> Distância média às 3 atividades mais próximas	metros	0,0	1564,2	111,9	0,0	631,2	71,4	0,0	2557,7	262,2	0,0	1353,2	177,1
<b>Acc 6</b> Número de atividades	N.º	0,0	896,0	190,3	1,0	1654,0	435,9	0,0	1534,0	248,4	0,0	839,0	148,6
<b>Acc 7</b> Continuidade comercial	N.º atividades / 10 m	0,0	6,9	2,1	0,0	10,3	3,5	0,0	12,4	3,1	0,0	10,3	2,1

Quadro 5.7 ·

*Indicadores de caracterização do ambiente construído calculados - Acessibilidade.*

Faro apresenta a distância à atividade mais próxima mais curta (cerca de 50 m), Castelo Branco 80 m, Vila Real, 130 m e Santarém 180 m. No indicador distância média às 3 atividades mais próximas a ordem das cidades mantem-se, sendo que, como seria de esperar, se registou um ligeiro aumento da distância a percorrer.

No “número de atividades que existe em cada área de influência da paragem”, o valor mais elevado é registado em Faro com cerca de 435 atividades por área de influência, seguindo-se Santarém com 248, Castelo Branco com 190 e por último Vila Real com 148.

Por fim, no último indicador desta dimensão, a continuidade comercial, que reflete o número de atividades por cada 100 m (logo quanto mais elevado for o valor do indicador maior será a continuidade comercial), Faro apresenta maior continuidade comercial com cerca de 4 atividades por cada 100 m seguindo-se Santarém com 3. Castelo Branco e Vila Real apresentam valores semelhantes de contiguidade comercial com pouco mais de 2 atividades por cada 100 m.

Em suma, do ponto de vista da acessibilidade a atividades, Faro apresenta melhores condições que as outras cidades. A distância máxima de um edifício à atividade mais próxima é de cerca de 550 m, cerca de um terço da distância verificada nas outras cidades. A cidade é também a mais favorável do ponto de vista da mobilidade em modos ativos.

Em termos de acessibilidade em transportes públicos, estas cidades de média dimensão são caracterizadas por uma baixa utilização dos transportes públicos, em parte explicada pelas características da rede de transportes e pela oferta. Se por um lado existem paragens com proximidade, em média a 230 m, a oferta (a frequência dos transportes) é baixa, como é caso de Castelo Branco. No caso de Santarém, uma distância média à paragem de 445 m é compensada com uma oferta maior 66 veículos/dia, mas mesmo assim muito baixa em comparação com cidades de maior dimensão.

Nesta dimensão foram escolhidos dois indicadores como representativos das análises espaciais realizadas; “distância a paragem mais próxima” e o “número de atividades na área de influência de cada edifício”. A “distância à paragem mais próxima” reflete a proximidade ao transporte público para cada edifício na sua área de influência. Em mais de 60% das zonas de influência dos edifícios, com exceção de Santarém, em que esta percentagem é inferior a 40%, existe uma paragem a 250 m ou menos de cada edifício (figura 5.17). Em Santarém é também muito significativa a percentagem de áreas de influência dos edifícios em que só é possível alcançar uma paragem de autocarro na classe dos “250-500 m” (cerca de 35%) e na classe dos “500-1000 m” (quase 20%). Neste sentido, é possível concluir que Santarém será a cidade menos bem servida do ponto de vista da proximidade a paragens de transporte público.

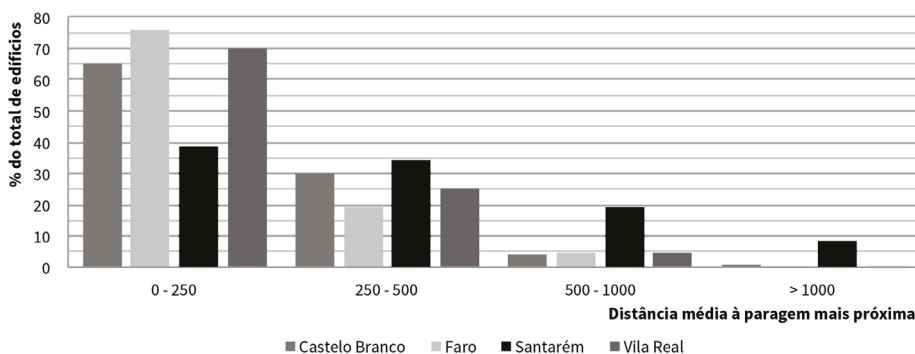


FIG. 5.17 ·

*Classes de distribuição da distância dos edifícios à paragem mais próxima.*

A distribuição espacial das paragens de autocarro apresenta-se equilibrada face às zonas edificadas. No caso de Castelo Branco, Faro e Vila Real, a rede de transporte públicos cobre grande parte da cidade. Santarém apresenta uma rede de transporte público assente num eixo principal, bem servido de paragens do qual ramificam outras carreiras, mas numa extensão que não cobre a totalidade da cidade, deixando as zonas mais afastadas desse eixo sem serviço de transporte público.

O indicador “número de atividades dentro da área de influência de cada edifício” reflete a intensidade funcional e foi calculado através do somatório de todas as atividades ou funções não residenciais presentes. Cada unidade comercial ou atividade contou como uma atividade distinta e o indicador não foi aplicado aos edifícios afetos na totalidade a centros comerciais. Faro e Santarém possuem os valores mais elevados, pelo facto de os centros comerciais se localizarem na zona central da cidade. Em Castelo Branco e Vila Real os centros comerciais apresentam uma localização mais periférica e mais distanciados de grande parte dos edifícios. O padrão espacial deste indicador reflete a estrutura monocêntrica das cidades com os centros perfeitamente identificados nas cidades de Faro e Santarém onde o número de atividades é claramente diferenciador das áreas envolventes (figura 5.18)



FIG. 5.18 ·  
Classes de distribuição da distância dos edifícios à paragem mais próxima.

## 5.3.5 · INDICADORES DE DESIGN

Na dimensão Design, foram avaliados 9 indicadores na área de influência de cada edifício - Quadro 5.8. Na “percentagem de área de edifícios na área de influência de cada edifício”, destaca-se Faro onde em média cada área de influência tem 30% de área de edifícios. Santarém e Castelo Branco apresentam o mesmo valor, mas muito mais baixo (17%), e Vila Real apenas 7%. A “percentagem de área destinada a circulação motorizada” é também mais elevada em Faro (16%) embora as outras cidades se aproximem deste valor. A “percentagem de área de estacionamento” é semelhante em todas as cidades, a rondarem os 3%. Se em conjunto analisarmos o indicador “oferta de estacionamento na área de influência de cada edifício” verifica-se que em média cada área de influência abrange cerca de 300 lugares de estacionamento.

Nas “percentagens de área de equipamento” e de “área de logradouros”, Castelo Branco com cerca de 7% e 22%, respetivamente, destaca-se das outras cidades que não ultrapassam os 4% na percentagem de área de equipamentos. Na percentagem de área de logradouros Vila Real apresenta 19%; Santarém, 17%; e Faro, 13%. Na “percentagem de área de espaços verdes” Vila Real apresenta o valor mais elevado com 3%; todas as restantes

DIMENSÃO / INDICADOR	UNIDADE	CASTELO BRANCO (6 299 EDIFÍCIOS)			FARO (8 534 EDIFÍCIOS)			SANTARÉM (6 704 EDIFÍCIOS)			VILA REAL (5 774 EDIFÍCIOS)		
		min	max	med	min	max	med	min	max	med	min	max	med
<b>Dsg 1</b> Área de edifícios	%	0,0	35,5	17,2	0,4	56,2	30,1	0,2	41,8	17,4	0,3	17,0	7,0
<b>Dsg 2</b> Área de circulação motorizada	%	0,1	61,0	13,9	0,3	27,2	16,1	1,5	32,4	12,7	1,1	28,1	11,9
<b>Dsg 3</b> Área de estacionamento	%	0,0	13,2	2,9	0,0	8,9	3,1	0,0	26,2	2,8	0,0	7,9	1,9
<b>Dsg 4</b> Área de equipamentos	%	0,0	34,1	7,2	0,0	39,4	4,4	0,0	55,6	4,0	0,0	45,6	5,4
<b>Dsg 5</b> Área de logradouros	%	0,0	63,7	22,4	0,0	57,7	13,9	0,0	58,7	17,9	0,0	41,8	19,7
<b>Dsg 6</b> Área de circulação pedonal	%	0,0	16,3	7,9	0,0	19,0	11,1	0,0	26,5	6,1	0,3	17,0	7,0
<b>Dsg 7</b> Largura média do canal de circulação pedonal	metros	0,0	11,5	3,8	0,0	7,2	4,2	0,0	8,5	3,0	0,0	6,7	3,6
<b>Dsg 8</b> Área de espaços verdes	%	0,0	28,2	1,2	0,0	12,1	1,2	0,0	19,7	1,4	0,0	55,1	3,1
<b>Dsg 9</b> Oferta de estacionamento	lugares	0,0	2348,0	370,0	0,0	1548,2	341,2	0,0	2624,8	307,0	0,0	1078,1	237,6

Quadro 5.8 ·

Indicadores de caracterização do ambiente construído calculados - Design.

idades apresentam valores de 1%. Nos restantes indicadores, “percentagem de área de circulação pedonal” e a “largura média do canal de circulação pedonal”, Faro destaca-se das outras com 11% no primeiro indicador e 4,2 m de largura média do canal de circulação, contra os 3m nas restantes cidades.

Nesta dimensão foi selecionado o “indicador percentagem de área pedonal disponível na área de influência de cada edifício” para representar o conjunto de indicadores. Este indicador permite quantificar a percentagem de área pedonal (todas as áreas ocupadas por passeios e vias pedonais) disponível na área de influência de cada edifício.

A maioria das áreas de influência dos edifícios (mais de 70% em Castelo Branco, cerca de 65% em Faro, cerca de 60% em Vila Real e 50% em Santarém) inclui-se na classe dos “5-15%” de área pedonal no total da área urbana. Faro destaca-se como a cidade onde existem áreas de circulação com alguma representatividade nas classes de percentagem de “15-20%”, podendo concluir-se que Faro oferece melhores condições para as deslocações em modos ativos e Castelo Branco e Santarém, condições menos favoráveis.

A distribuição espacial deste indicador revela uma maior homogeneidade em todas as cidades. Em nenhuma delas se identificam áreas da cidade com valores muito mais elevados (figura 5.19).

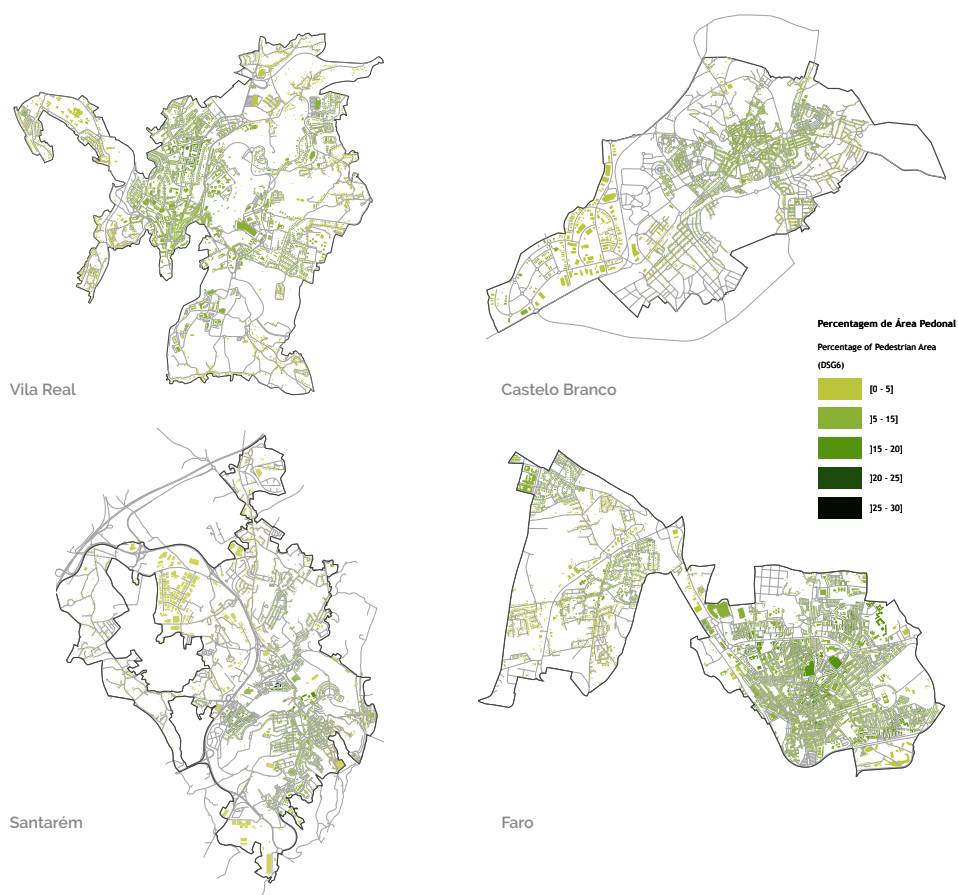


FIG. 5.19 ·  
Distribuição espacial da percentagem de área de circulação pedonal.

### 5.3.6 · INDICADORES DE TOPOGRAFIA

A última dimensão, a Topografia, é representada apenas por um indicador, a “percentagem de área com declive inferior a 8%” - Quadro 5.9. Este limiar é considerado como o limite aceitável para proporcionar deslocamentos a pé com algum conforto e esforço aceitáveis mesmo para indivíduos com mobilidade condicionada. Também aqui Faro se destaca com cerca de 90% dos edifícios na área abaixo dos 8% de declive, enquanto Castelo Branco e Santarém apresentam 56% e Vila Real 31%. Este valor de Faro aliado aos bons resultados nos índices de “percentagem de área de circulação pedonal” e “dimensão média do canal pedonal” conferem a esta cidade as melhores condições para a circulação pedonal.

DIMENSÃO / INDICADOR	UNIDADE	CASTELO BRANCO (6 299 EDIFÍCIOS)			FARO (8 534 EDIFÍCIOS)			SANTARÉM (6 704 EDIFÍCIOS)			VILA REAL (5 774 EDIFÍCIOS)		
		min	max	med	min	max	med	min	max	med	min	max	med
<b>Top 1</b> Área de declive < 8%	%	0,0	100,0	55,9	50,4	100,0	90,9	13,5	95,4	55,6	1,1	100,0	30,7

Quadro 5.9 · Indicadores de caracterização do ambiente construído calculados - Topografia.

Faro, sendo mais plana que as restantes cidades, apresenta mais de 80% das áreas de influência dos edifícios com declive inferior a 8%. Vila Real encontra-se no oposto, sendo a cidade com topografia mais acidentada e com apenas 55% das áreas de influência inseridas na classe de “20-40%” dos edifícios com declive inferior a 8%, e sem qualquer representação na classe “80-100%” (figura 5.20).

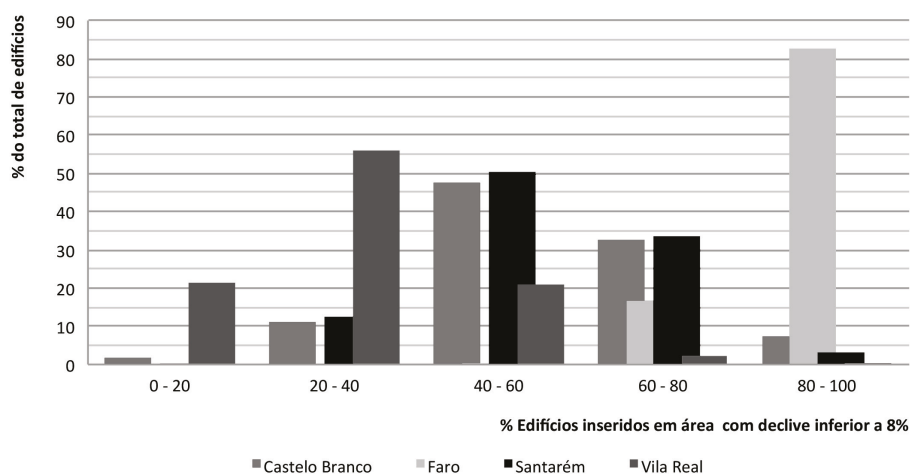


FIG. 5.20 · Classes de percentagem de edifícios inseridos em áreas com declive inferior a 8%.

Na representação espacial do indicador é evidente a topografia mais plana da cidade de Faro, com praticamente a totalidade dos edifícios classificados com a classe de percentagem mais elevada e a topografia mais acidentada de Vila Real sem representação na classe mais elevada (figura 5.21).

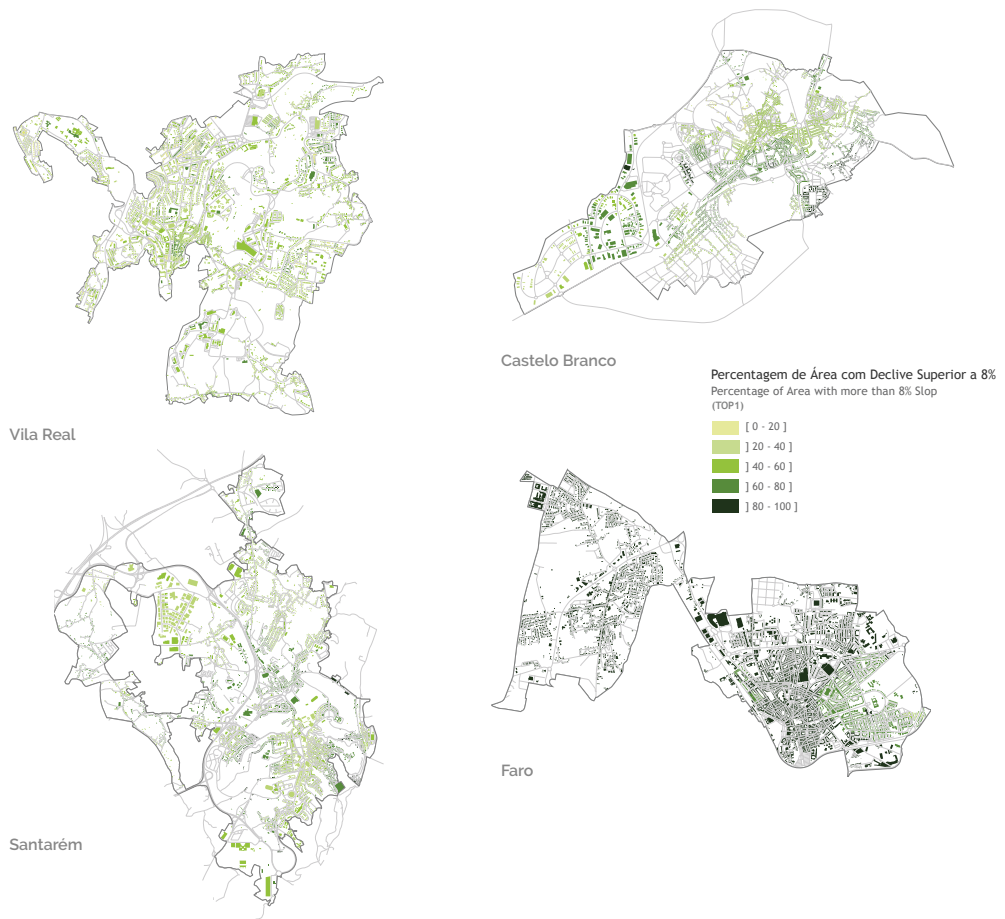


FIG. 5.21 ·

Distribuição espacial da percentagem de edifícios inseridos em área com declive inferior a 8%.

## 5.4 · PADRÕES E ATITUDES DE MOBILIDADE MANIFESTADAS

### 5.4.1 · CONDIÇÕES SOCIOECONÓMICAS DOS INQUIRIDOS

Dos 4670 inquéritos realizados à população com mais de 16 anos, distribuídos de forma proporcional à população residente em cada cidade, a maioria das respostas (mais de 30%) foi de indivíduos do sexo feminino em quase todas as faixas etárias. Não é possível definir um padrão etário e de género que seja comum a todas as cidades como se pode verificar através das pirâmides etárias dos inquiridos (figura 5.22).

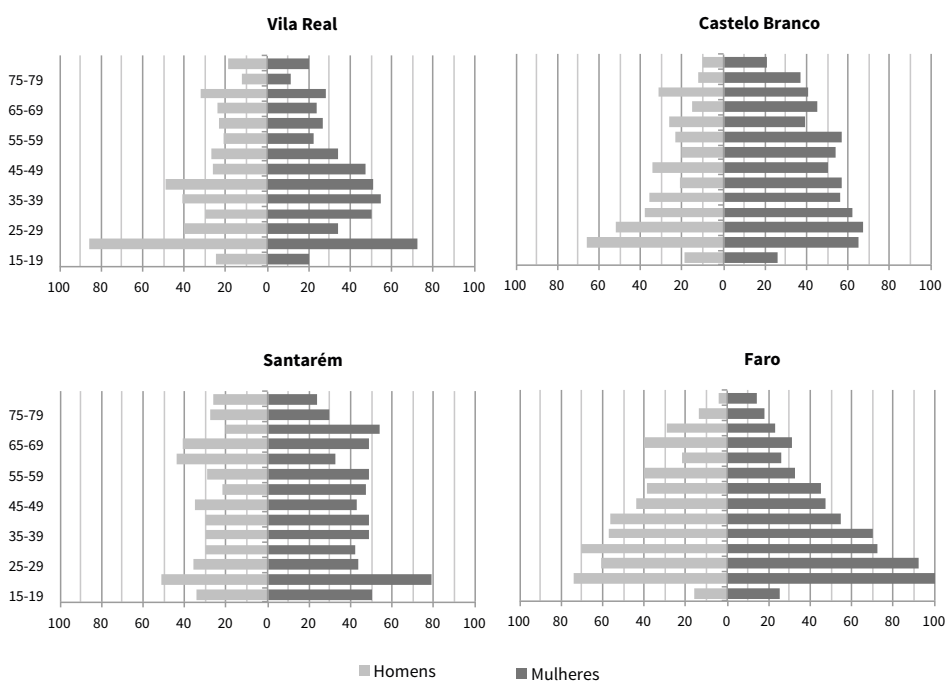


FIG. 5.22 · Pirâmides etárias dos inquiridos.

Em termos de habilitações literárias, no global predominam os inquiridos possuidores dos níveis de ensino secundário e superior com exceção de Faro, em que predominam os indivíduos com o 3.º ciclo do ensino básico (35%) e com o ensino secundário (cerca de 30%). O número de indivíduos inquiridos sem instrução foi muito baixo, embora em Faro represente cerca de 8% do total de inquiridos (figura 5.23).

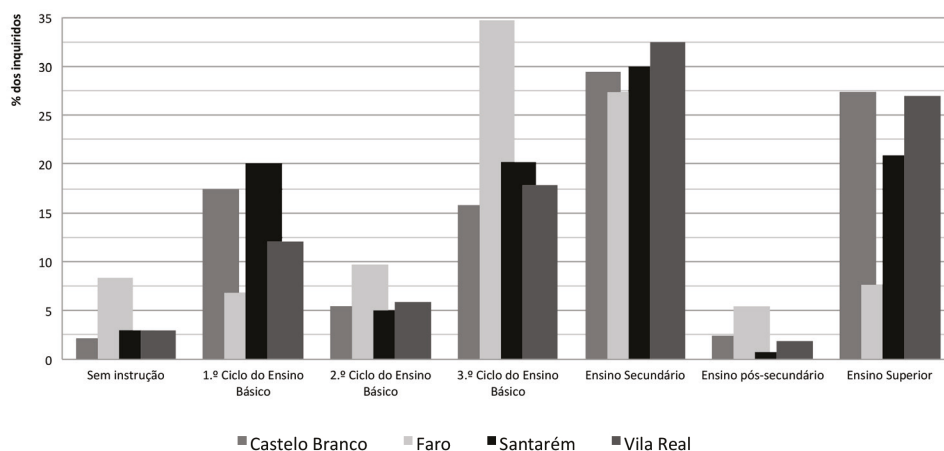


FIG. 5.23 ·  
Número de inquiridos por habilitação literária.

A maioria dos inquiridos encontrava-se no ativo ou a estudar no ensino secundário ou superior, embora a situação fosse bastante heterogénea nas quatro cidades. Em Vila Real, a maioria dos inquiridos eram reformados, e a proporção de desempregados em Castelo Branco era também elevada (quase 20%), bem como a proporção de reformados em Santarém (28%) (figura 5.24).

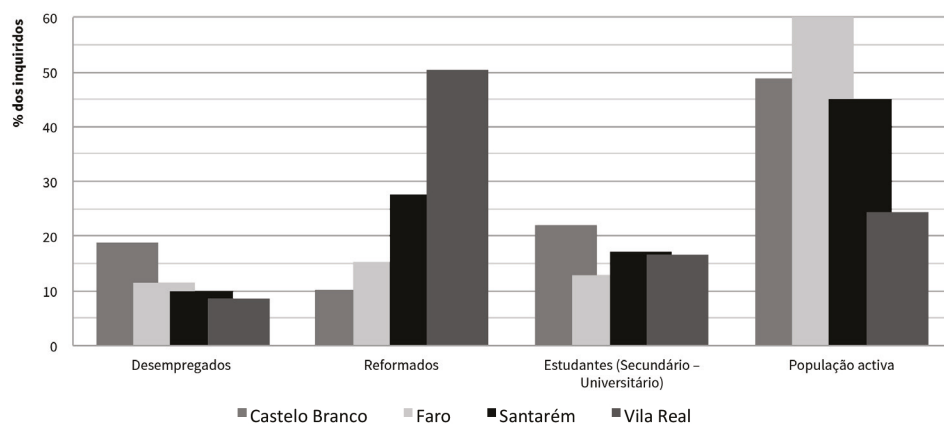


FIG. 5.24 ·  
Situação dos inquiridos face ao mercado de trabalho.

A larga maioria dos inquiridos (cerca de 64%), dispunha de habitação própria, cerca de 3,4% residia em casa de familiar e os restantes 32,6%, em habitação arrendada. As habitações dos inquiridos eram maioritariamente constituídas por três assoalhadas, nas cidades de Castelo Branco, Santarém e Vila Real (47,8%, 47,7% e 48,1% respetivamente), e por duas assoalhadas em Faro (46,1%) (figura 5.25).

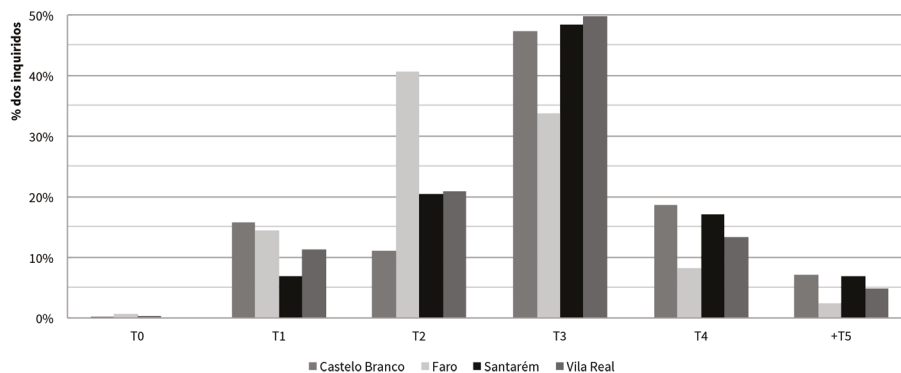


FIG. 5.25 ·  
Tipologia dos fogos de residência dos inquiridos.

Uma percentagem muito elevada dos inquiridos não respondeu à questão sobre os rendimentos que auferiria (entre 20,7%, em Santarém, e 30,6%, em Castelo Branco). Entre os que responderam verifica-se um claro predomínio das classes de rendimento “1000 € - 2000 €” e “500 € - 1000 €”. De salientar a considerável percentagem de inquiridos que não auferiam qualquer rendimento, podendo eventualmente corresponder aos estudantes que responderam aos inquiridos (quadro 5.10).

	CASTELO BRANCO		FARO		SANTARÉM		VILAREAL	
	N.º	%	N.º	%	N.º	%	N.º	%
Sem rendimentos	89	10,7	97	10,3	86	9,7	130	12,1
Menos de 500 €	78	9,4	146	15,4	129	14,6	83	9,7
500 € - 1000 €	227	27,3	359	38,0	234	26,4	252	29,3
1000 € - 2000 €	289	34,8	251	26,6	246	27,8	277	32,2
2000 € - 3000 €	93	11,2	66	7,0	118	13,3	88	10,2
3000 € - 4000 €	25	3,0	19	2,0	38	4,3	20	2,3
4000 € - 5000 €	13	1,6	5	0,5	14	1,6	6	0,7
Mais de 5000 €	16	1,9	2	0,2	21	2,4	4	0,5
<b>Subtotal</b>	<b>830</b>	<b>100</b>	<b>945</b>	<b>100</b>	<b>886</b>	<b>100</b>	<b>860</b>	<b>100</b>
Não responderam	366	30,6	312	24,8	231	20,7	240	21,7
<b>Total</b>	<b>1196</b>	<b>100</b>	<b>1257</b>	<b>100</b>	<b>1117</b>	<b>100</b>	<b>1100</b>	<b>100</b>

Quadro 5.10 ·  
Rendimento médio líquido dos agregados familiares dos inquiridos.

Em termos de potencial de mobilidade, mais de 71% dos inquiridos em cada cidade dispunha de carta de condução e uma percentagem muito baixa dispunha de passe de transportes públicos (quadro 5.11).

	CASTELO BRANCO	FARO	SANTARÉM	VILA REAL
Mobilidade condicionada	2,1%	3,6%	3,9%	4,8%
Menos de 500 €	73,7%	74,8%	71,4%	76,9%
500 € - 1 000 €	3,6%	10,3%	9,7%	6,0%

Quadro 5.11 ·

*Potencial de mobilidade dos inquiridos.*

#### 5.4.2 · ATITUDES

As atitudes dos inquiridos foram avaliadas através de 31 afirmações formuladas e divididas em três grupos: Deslocações (16), Ambiente Construído (6) e Hábitos (9).

#### DESLOCAÇÕES

Este grupo foi estruturado de forma a contemplar as atitudes face aos meios de transporte. Desta forma, foram desenhadas afirmações para avaliação dos transportes públicos, para avaliação do uso do automóvel e ainda para avaliação dos modos ativos.

Numa primeira análise às afirmações das atitudes relativas ao transporte público é possível concluir que existiu uma convergência nas respostas dos inquiridos nas quatro cidades. As respostas às atitudes “A rede de transportes pública é adequada”, “É agradável andar de autocarro” foram muito similares, a percentagem de inquiridos que concordam com esta afirmação é proporcional nas duas questões. Foram os inquiridos em Vila Real que mais concordaram com estas afirmações, 79% e 62%, respetivamente, em contraste com os inquiridos em Faro que menos concordaram com estas afirmações 42% e 48%, respetivamente. As respostas a estas duas afirmações estão em concordância com a afirmação “Usar os transportes públicos é impraticável”, onde a maioria dos inquiridos das quatro cidades discordou, mostrando que existiu uma concordância geral sobre o possível uso do transporte público. Contudo, existiu uma baixa variância na resposta a “Os transportes públicos deviam de ser melhorados com financiamento de quem anda de automóvel”, isto é, a diferença de percentagem de inquiridos que concordaram e discordaram com esta afirmação é baixa, com a exceção de Faro em que os inquiridos discordaram em maior percentagem.

Apesar dos padrões de resposta às afirmações acima descritas nas quatro cidades podemos concluir a partir delas que a rede de transporte pública é adequada e prática, e que a viagem de autocarro é agradável, mas tal não se traduz nos padrões de mobilidade pois a percentagem de viagens realizadas por transporte público é reduzida, eventualmente pelo facto dos inquiridos terem uma posição marcada face ao preço da viagem de autocarro. Os inquiridos em Vila Real consideraram que as viagens de autocarro não são caras, com uma percentagem superior a 50%. Por sua vez, os inquiridos em Faro, concordaram com a afirmação, “Andar de autocarro é caro”, o que é consistente com as respostas dadas nas afirmações anteriormente mencionadas, podendo eventualmente concluir-se que Faro é a cidade em que o transporte público coletivo é menos eficaz. (figura 5.26)

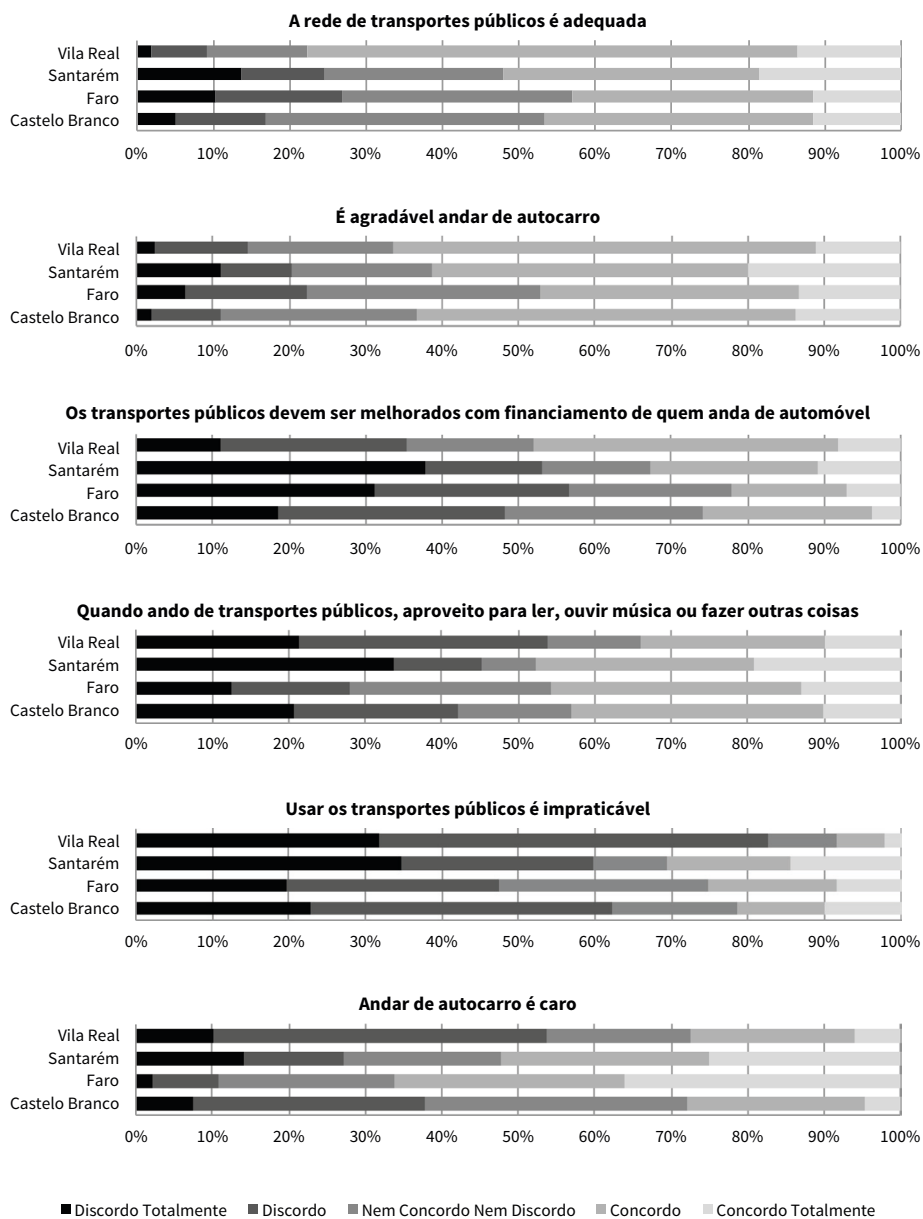


FIG. 5.26 ·

Caracterização das atitudes dos inquiridos face às deslocações - Transportes públicos.

No que respeita as respostas referentes às atitudes dos inquiridos face ao automóvel existe uma certa coincidência nas respostas das quatro cidades, designadamente nas respostas às afirmações “Gosto de conduzir” e “Andar de carro dá-me mais liberdade”. Foram os inquiridos em Santarém que mais concordaram (mais de 70%)

e menos discordaram com estas duas afirmações. A percentagem de inquiridos que discordaram com estas duas afirmações, nas quatro cidades é reduzida, menos de 10%, em cada uma delas (figura 5.27).

Mais de 50% dos inquiridos em Santarém e Faro concordaram com a afirmação “Ter carro é imprescindível para as minhas deslocações diárias”. Para os inquiridos das quatro cidades, possuir carro não é um símbolo de status, apesar de 80% da população inquirida possuir pelo menos um automóvel.

Neste grupo de afirmações existem ainda duas que estão ligadas à consciencialização ambiental e à utilização do automóvel. Na afirmação “Estou a tentar reduzir ou já reduzi o uso do automóvel por questões ambientais”, os inquiridos de Santarém foram os que menos se importaram com o impacte ambiental das deslocações (51%) em oposição a Faro onde os inquiridos discordaram com a afirmação em 30%. Em Faro e Vila Real a percentagem de inquiridos que concordou é superior à percentagem de indivíduos que discordou.

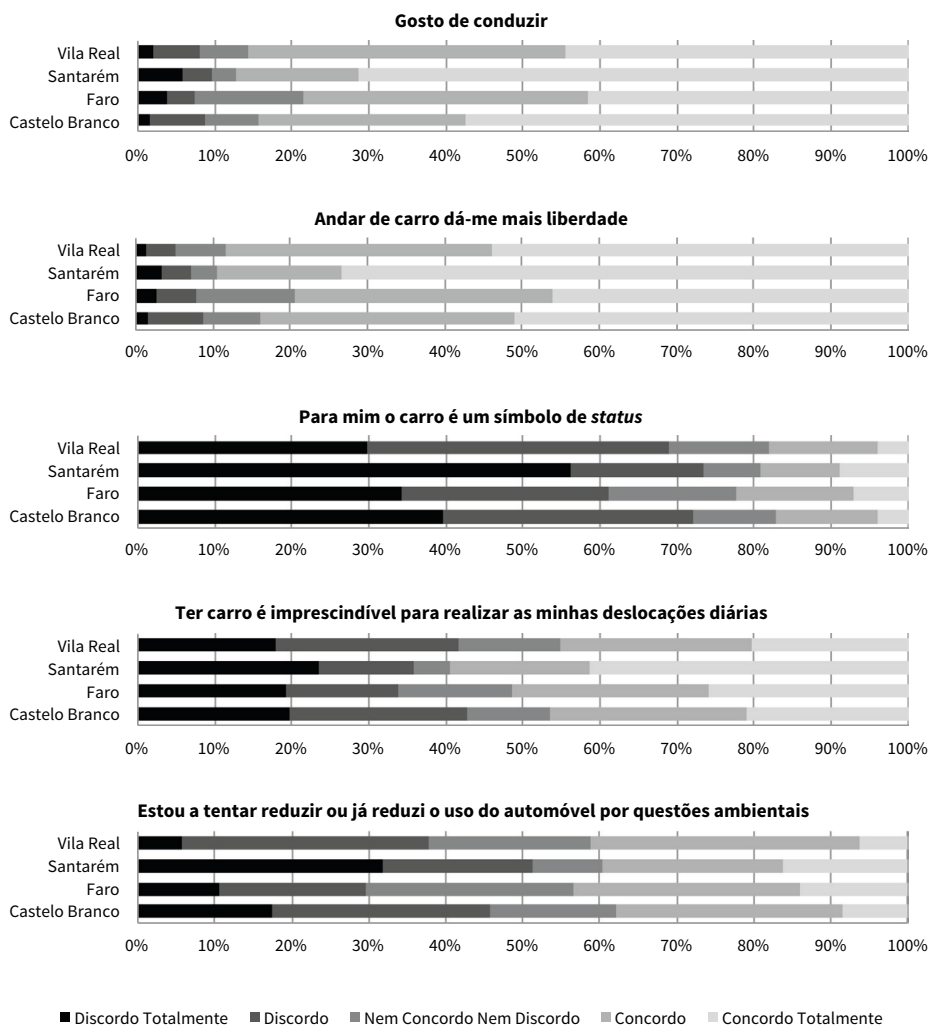


FIG. 5.27 ·  
Caracterização das atitudes dos inquiridos face às deslocações - Automóvel.

Também foi em Santarém e Faro que os inquiridos referiram preferir um automóvel elétrico a utilizar os transportes públicos nas suas deslocações, 54% e 57%, respetivamente (figura 5.28). Esta afirmação “Preferia conduzir um veículo elétrico do que passar a utilizar transportes públicos” é interessante na medida em que é possível completar algumas das conclusões do grupo de afirmações face à utilização do transporte público. Os inquiridos de Castelo Branco, Santarém e Vila Real, apresentam uma percentagem similar na afirmação que refere preferir os transportes públicos ao veículo elétrico, 26%, 27% e 27% respetivamente, discordando mais da afirmação “Preferia conduzir um veículo elétrico do que passar a utilizar transportes públicos”, o que é consistente com o sentimento manifestado face ao transporte público nestas cidades demonstrado nas respostas às afirmações referentes ao transporte público.

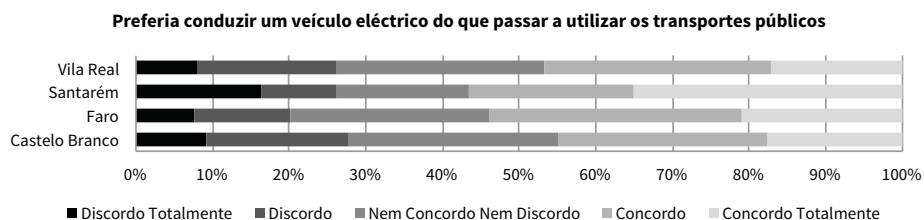


FIG. 5.28 ·

*Caracterização das atitudes dos inquiridos face às deslocações - Veículos eléctrico e transportes públicos.*

No que respeita às afirmações referente aos modos ativos, os inquiridos das quatro cidades apresentam uma percentagem elevada de concordância na afirmação “Sempre que possível prefiro ir a pé” e existe também uma forte coincidência nas respostas à afirmação “É agradável andar a pé no meu bairro” (figura 5.29). Os inquiridos em Faro foram os que se manifestaram menos favoráveis à afirmação “Sempre que podem andam a pé” (70% dos inquiridos) em contraste com os 80% dos inquiridos em Castelo Branco e Santarém que concordam com a afirmação. Foi também em Faro que os inquiridos se mostraram menos favoráveis “ a andar a pé no bairro onde residem” pois apenas 72% dos inquiridos afirma que é agradável em comparação com percentagens próximas dos 90% nas outras cidades.

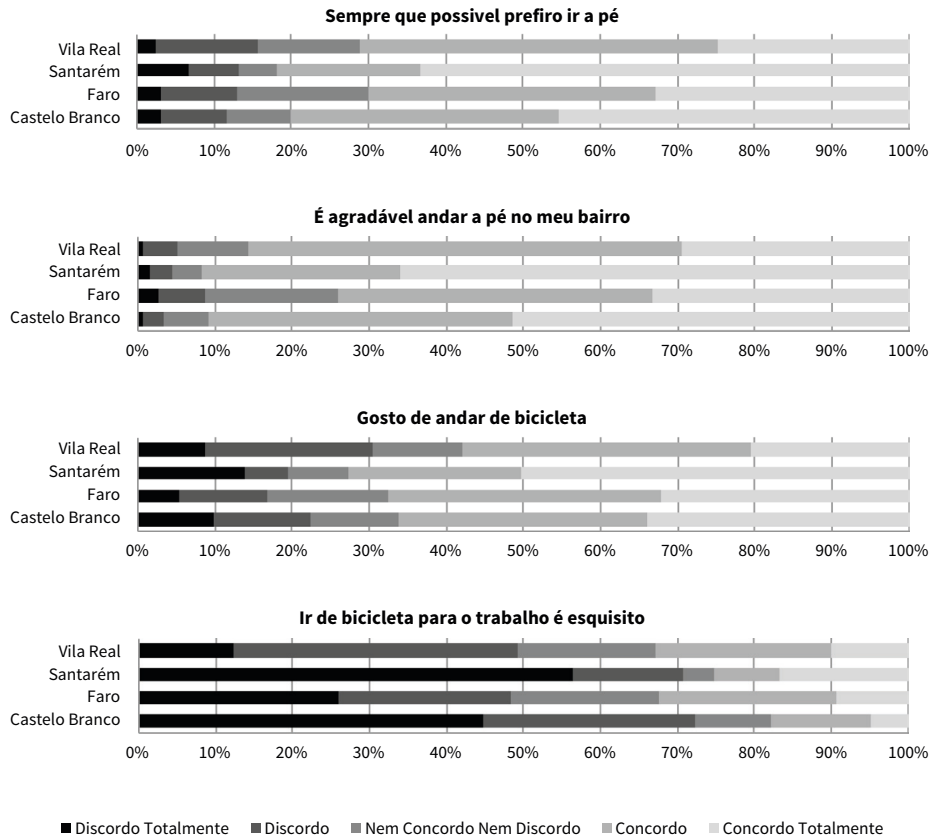


FIG. 5.29 -  
Caracterização das atitudes dos inquiridos face às deslocações - Modos ativos.

## AMBIENTE CONSTRUÍDO

No grupo de respostas relacionado com o ambiente construído existiu consenso em todas as cidades em três afirmações (figura 5.29). Mais de 87% dos inquiridos concordaram com a afirmação “Valorizo a proximidade de espaços verdes”. Mais de 72% dos inquiridos concordaram com a afirmação “É importante haver estacionamento à porta dos locais onde vou” e mais 82% dos inquiridos também manifestou uma clara concordância com a afirmação “É importante haver lojas, serviços e equipamentos perto de casa”.

Na afirmação “É melhor viver numa moradia que num apartamento” existiu uma tendência uniforme nas respostas das quatro cidades onde a percentagem de inquiridos que não concordaram com a afirmação foi inferior a 20%; 18% em Castelo Branco, 17% em Faro, 14% em Santarém e 11%, em Vila Real.

A afirmação “Quando preciso de comprar alguma coisa, prefiro ir às lojas do meu bairro” apresenta resultados interessantes, pois uma percentagem significativa de pessoas nem concordou nem discordou, variando entre os 10% e os 20%, sendo entre os inquiridos em Santarém que encontramos uma menor percentagem que não discorda nem concorda e entre os inquiridos em Faro os que apresentam a maior percentagem de inquiridos que não discorda nem concorda. Todavia os inquiridos que concordaram com esta afirmação são em número superior aos que não concordaram com ela.

Por fim, a percentagem de inquiridos que discordaram com a afirmação “A casa é um sinal de símbolo de *status*” situa-se no intervalo entre os 55% e 67% onde os inquiridos da cidade Faro foram os que menos discordaram que a casa é um símbolo de *status* em contraste com os inquiridos da cidade de Santarém que foram os que mais discordaram com esta afirmação.

Em suma, as respostas às afirmações deste grupo mostram que na sua maioria os inquiridos afirmaram ser importante ter estacionamento à porta de onde vão, o que demonstra que existe intenção do uso do automóvel, mas também que é importante haver lojas, serviços e equipamentos perto de casa, assim como espaços verdes e de lazer. Preferem viver numa moradia apesar de a casa não ser um símbolo de *status*.

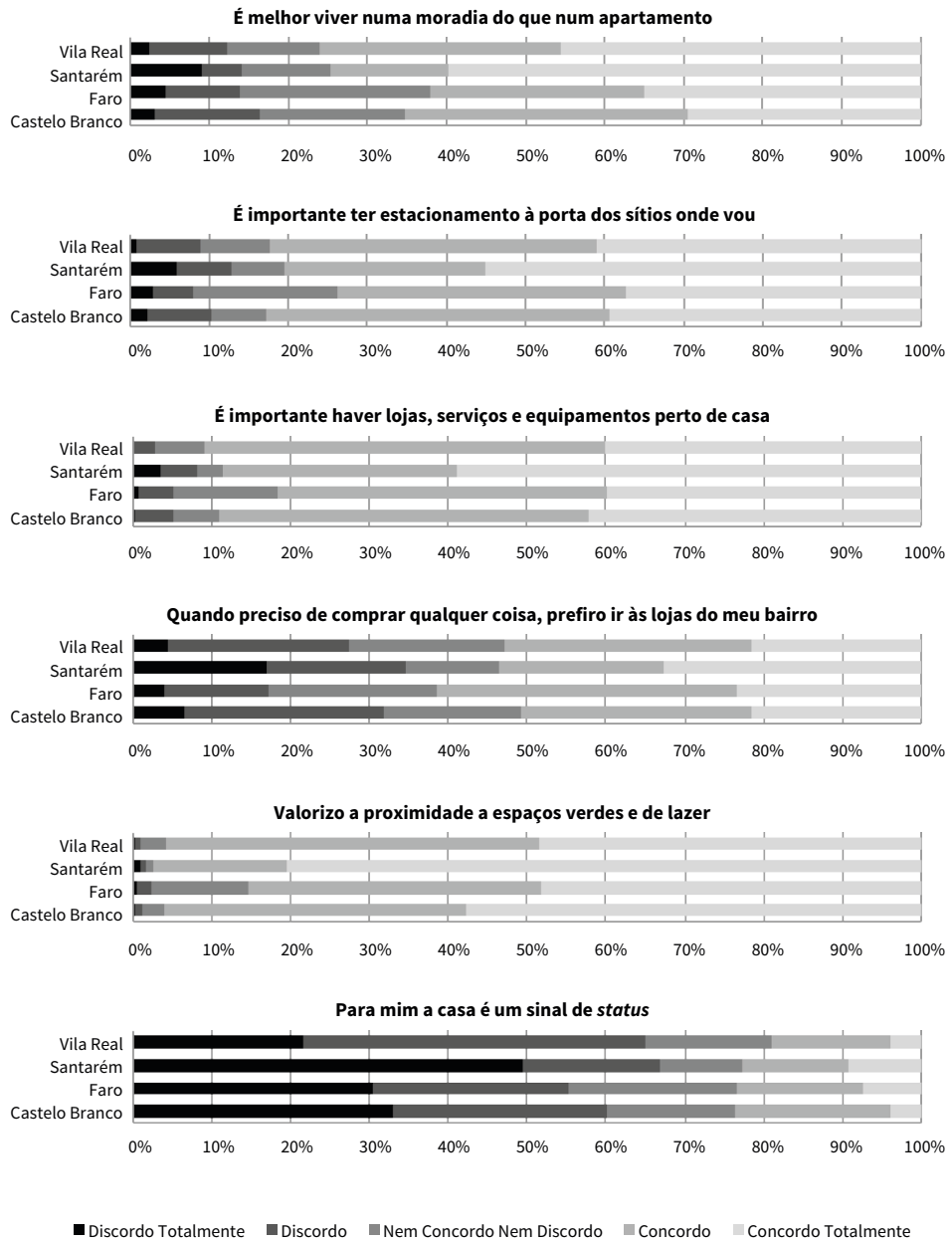


FIG. 5-30 ·  
Caracterização das atitudes dos inquiridos face ao ambiente construído.

## HÁBITOS

As afirmações face aos hábitos agrupam-se em três subgrupos, um ligado ao ambiente, outro à organização da vida do inquirido e um último ligado a questões de saúde (figura 5.30).

Das respostas às questões ambientais podemos concluir que existe uma consciencialização da importância da preservação do ambiente; 98% dos inquiridos em Castelo Branco e Santarém, 87% em Faro e 97% em Vila Real concordaram. Contudo esta preocupação não se refletiu com outras atitudes. As respostas à afirmação “Estou a tentar reduzir ou já reduzi o uso do automóvel por questões ambientais”, indicam que a percentagem de inquiridos que, concordaram com a afirmação é muito inferior, pois ronda os 40% em cada uma das quatro cidades. Por sua vez, na afirmação “Reciclo as embalagens, o papel e o vidro”, a percentagem de inquiridos que afirmaram fazer esta ação foi de 73% em Castelo Branco, 64% em Faro, 74% em Santarém e 68% em Vila Real. A percentagem de inquiridos que concordaram com a penalização do automóvel para a redução da poluição foi de 45% dos inquiridos em Castelo Branco, 40% em Faro, 51% em Santarém e 46% em Vila Real.

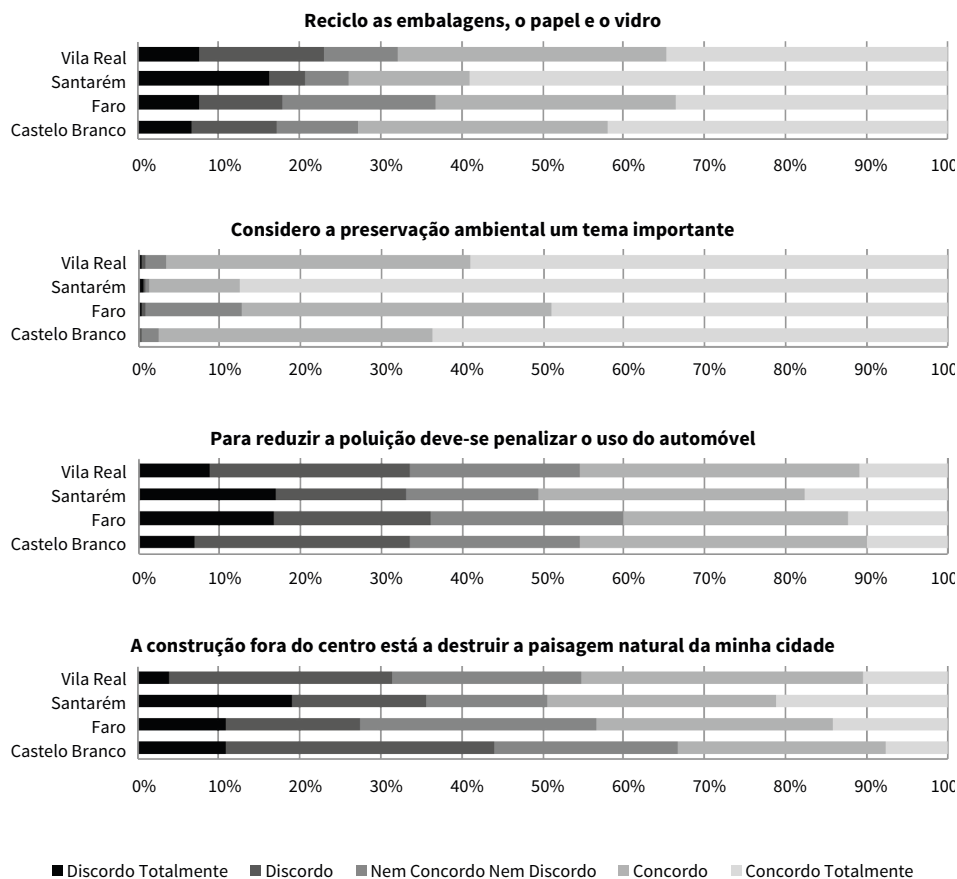


FIG. 5.31

Caracterização das atitudes dos inquiridos face aos hábitos - Ambiente.

Verifica-se também uma tendência semelhante na concordância em relação à última afirmação pertencente a este grupo “A construção fora do centro está a destruir a paisagem natural da minha cidade”, pois apenas 33% dos inquiridos em Castelo Branco; 43%, em Faro; 50%, em Santarém; e 45%, em Vila Real, concordaram com esta afirmação.

Assim, podemos concluir que apesar dos inquiridos afirmarem deter uma consciencialização do ambiente acham que a utilização do automóvel não deve ser penalizada, pois é o meio de transporte predileto e, caso houvesse alguma política, iriam ser penalizados, demonstrando assim uma certa passividade face à consciencialização ambiental.

As respostas às afirmações dos hábitos de saúde (figura 31) mostram preocupação com o tema. A primeira afirmação obteve percentagem de concordâncias elevadas, entre 90% e 78% dos inquiridos. Em Faro, 78% dos inquiridos manifestaram interesse pela prática de atividades ao ar livre, contra os 90% em Santarém, 86% em Castelo Branco e 85% em Vila Real. O mesmo padrão de resposta verificou-se na afirmação “Devia-se andar mais a pé e de bicicleta por motivos de saúde” onde 96% inquiridos em Castelo Branco, Santarém e Vila Real concordam com a afirmação, em contraste com os 85% dos inquiridos em Faro.

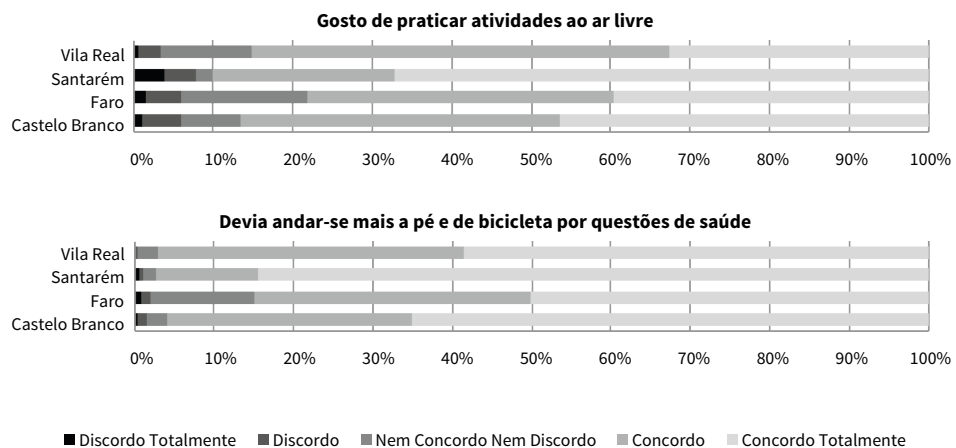


FIG. 5.32 ·

Caracterização das atitudes dos inquiridos face aos hábitos - Saúde.

Por fim, No último subgrupo, assente na organização devida do inquirido (figura 32), a afirmação “Viagem casa-trabalho é útil, porque aproveito sempre para fazer outras coisas”, obteve percentagem de respostas semelhantes dos que concordaram e discordaram nas quatro cidades (33% em Castelo Branco, 37% em Santarém 37%, 32% em Vila Real 32% e 43%, em Faro.

A resposta à afirmação “Se pudesse, trabalhava a partir de casa” apresenta um padrão semelhante aos anteriores, na medida em que a percentagem de inquiridos que concordaram ou não concordaram com a afirmação situa-se no intervalo dos 30% - 45%. Nesta afirmação os inquiridos em Faro foram os que mais concordaram com esta afirmação (43%), sendo a única cidade onde a percentagem de inquiridos que concordou é superior aos inquiridos que discordaram da afirmação.

A última afirmação, “Organizo as minhas deslocações de antemão para as poder rentabilizar ao máximo”, gerou maior consenso entre as respostas dos inquiridos nas quatro cidades, sendo os inquiridos em Santarém que mais concordaram com esta afirmação, 81%, em contraste com Faro onde apenas 67% dos inquiridos concordaram.

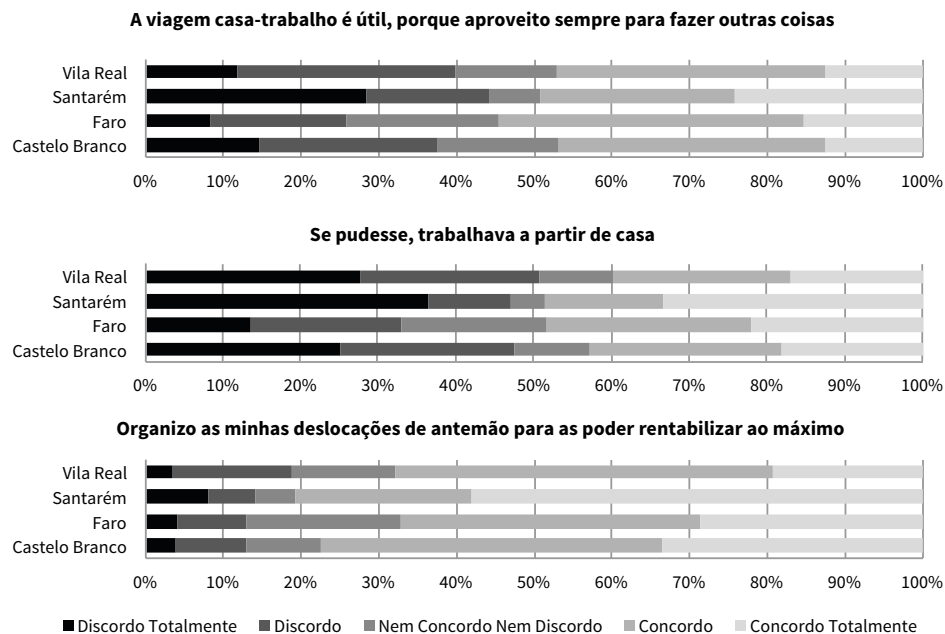


FIG. 5.33 - Caracterização das atitudes dos inquiridos face aos hábitos - Organização.

Através da análise das respostas dos inquiridos às 31 afirmações sobre as atitudes referentes aos hábitos podemos concluir que uma grande maioria era a favor da utilização do transporte privado, apesar de não o considerar imprescindível e considerar outros meios de transportes viáveis para as suas deslocações.

Nas quatro cidades, foi consensual para os inquiridos que ter um automóvel ou uma casa não é sinal de *status*; existiu consenso sobre a importância da diversidade do ambiente construído, da existência de espaços

de comércio, serviços, espaços verdes e de lazer nas proximidades da habitação.

Os inquiridos nas quatro cidades consideraram importante o tema da conservação do ambiente, apesar das respostas às atitudes que referem ações de proteção ambiental não revelarem valores consentâneos com aquela preocupação manifestada.

### PADRÕES DE MOBILIDADE

A observação da mobilidade dos inquiridos permite perceber a forma e a razão das deslocações dos indivíduos nas quatro cidades bem como procurar explicação para alguns dos padrões de mobilidade manifestados. Embora existam tendências semelhantes há algumas diferenças que merecem ser realçadas entre as cidades.

### NÚMERO DE VEÍCULOS

Uma das questões do inquérito era sobre o número de veículos motorizados ou não motorizados que cada inquirido detinha, pois acredita-se que o número de veículos pode influenciar a forma como este se desloca.

No que respeita à posse do número de automóveis apenas em Faro e Santarém pouco mais de 20% dos inquiridos não possuía automóveis. Mais de 70% dos inquiridos nas quatro cidades possuíam um ou dois automóveis. A percentagem de inquiridos que possuíam mais de três automóveis, nas quatro cidades, é inferior a 10% (figura 5.33).

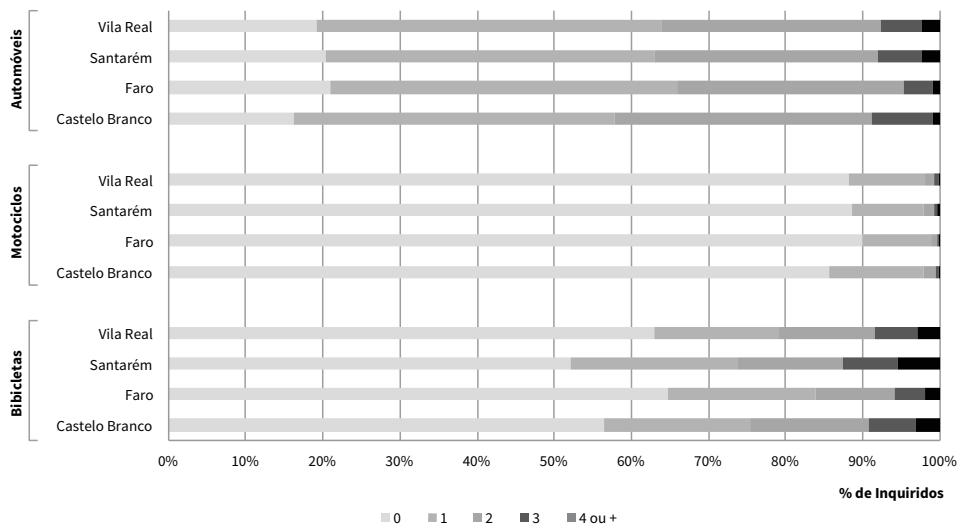


FIG. 5.34 · Posse de veículos pelos inquiridos.

Apesar das diferenças existentes na topografia do local de cada cidade, estas apresentam tendências semelhantes na posse de bicicletas, o que sugere indicar que a bicicleta é utilizada fundamentalmente como veículo de lazer. Em Vila Real e Faro 63% e 64,7% dos inquiridos, respetivamente, não possuíam bicicletas, em Santarém e Castelo Branco esse valor é menor, 52% e 55,9%. Já no grupo dos indivíduos que possuíam bicicletas as respostas nas quatro cidades são muito semelhantes. Os inquiridos que responderam possuir uma bicicleta oscilaram entre os 21,8% em Santarém e os 16,2% em Vila Real. Em Santarém foi onde a percentagem de inquiridos que manifestou possuir mais de 3 bicicletas foi mais elevada.

A proporção de inquiridos que possuía motociclos é semelhante nas quatro cidades mas muito diferente da dos veículos anteriormente mencionados. De facto, apenas cerca de 10% dos inquiridos possuem motociclos nas quatro cidades, oscilando entre os 12,2% em Castelo Branco, e os 9% em Faro.

## NÚMERO DE VIAGENS<sup>1</sup> NUM DIA

Os inquiridos nas quatro cidades mencionaram ter efetuado mais de 10 500 viagens no dia do inquirido, mais de metade em transporte individual motorizado (58%) e apenas 3% em transporte público (quadro 5.7)

	MODOS ATIVOS	TRANSPORTE PÚBLICO	TRANSPORTE INDIVIDUAL MOTORIZADO	TOTAL
Castelo Branco	1051	76	1434	2561
Faro	977	100	1197	2274
Santarém	1391	77	1571	3039
Vila Real	706	166	1771	2643
<b>Total</b>	<b>4125</b>	<b>419</b>	<b>5973</b>	<b>10517</b>

Quadro 5.12

Número de viagens efetuadas por modo de transporte.

A percentagem de inquiridos que realizou duas ou quatro viagens num dia predominou claramente em relação aos inquiridos que efetuaram apenas uma viagem, três viagens e cinco ou mais viagens. Este comportamento pode ser justificado pelas dinâmicas pendulares das cidades, visto que os inquiridos foram realizados em dia útil, tendo-se registado um número elevado de indivíduos que vai almoçar a casa e depois regressa ao trabalho ou à escola (figura 5.34).

Numa análise mais apurada pode concluir-se que foram os inquiridos em Faro que mais afirmaram não ter realizado qualquer viagem, 30,8% do total de inquiridos, e os inquiridos em Santarém que menos afirmaram não terem efetuado qualquer viagem, 13%. A percentagem de inquiridos que afirmaram ter realizado duas viagens foi superior a 35% com exceção da cidade de Vila Real, com 33,7%.

A percentagem mais elevada de inquiridos que efetuaram quatro viagens encontra-se em Vila Real, com 25,7% dos inquiridos. Em Santarém, Castelo Branco e Faro esta percentagem foi de 22%, 20,5% e 13,7%, respetivamente.

1. No quadro deste trabalho, a viagem corresponde a uma etapa das deslocações efetuadas durante o dia.

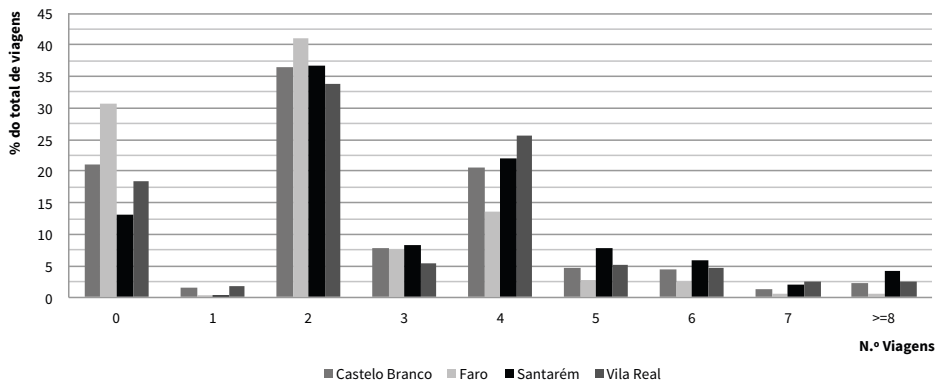


FIG. 5.35 ·  
 Percentagem de viagens efetuadas pelos inquiridos num dia.

### VIAGENS POR MODO DE TRANSPORTE E POR MOTIVO DA VIAGEM

Ao cruzar-se a informação referente ao meio de transporte utilizado por cada inquirido na sua viagem com o motivo da mesma podemos concluir que o uso de veículos individuais motorizados foi na sua maioria utilizado para levar ou buscar família ou em serviço, perfazendo 82% e 63% das viagens respetivamente (figura 5.35).

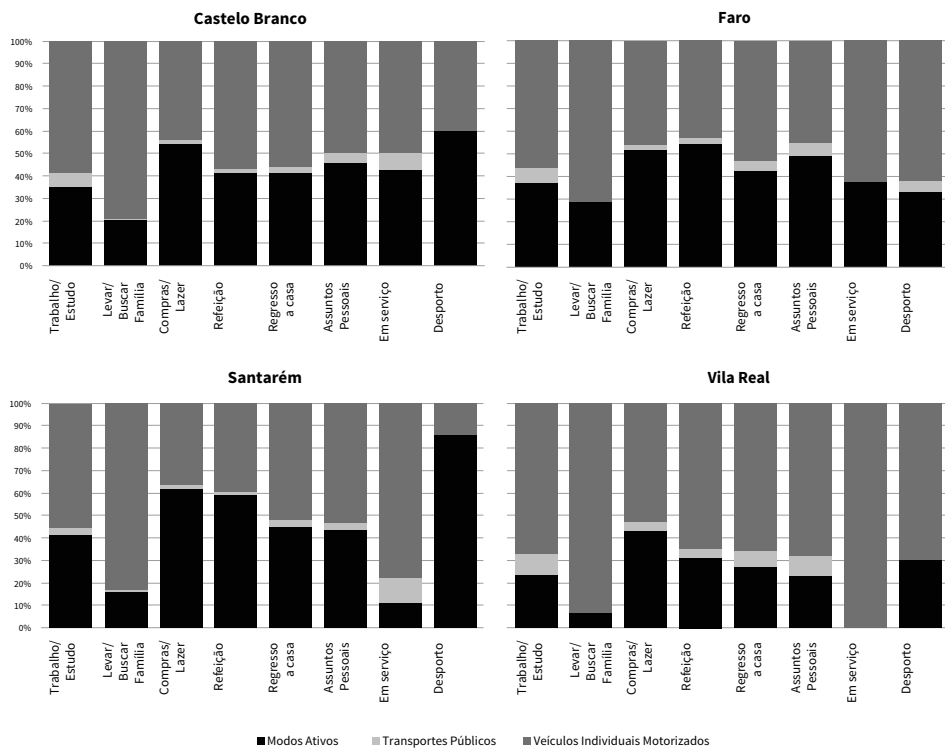


FIG. 5.36 ·  
 Percentagem de viagens realizadas pelos inquiridos por modo de transporte e por motivo da viagem.

Por sua vez, os inquiridos preferiram utilizar modos ativos para fazer compras e lazer (54% dos inquiridos). O motivo compras e lazer foi o único em que os modos ativos representaram valores superiores a 50% da repartição modal. O uso de transportes públicos nestas quatro cidades foi bastante reduzido, apresentando-se apenas como escolha dos inquiridos em 6,3% das viagens, no motivo trabalho ou estudo

O comportamento dos inquiridos em cada uma das cidades foi muito semelhante, embora sejam de referir algumas particularidades.

Em Santarém e Faro foram mais utilizados os modos ativos do que os veículos individuais motorizados para realizar as viagens por motivos de compras e lazer, refeição e desporto (mais de 50% dos inquiridos), com exceção de Faro no motivo desporto em que foi predominante o uso de veículos individuais motorizados. O uso dos veículos individuais motorizados foi mais assinalado na escolha dos inquiridos em Vila Real, onde também houve maior utilização do transporte público.

## VIAGENS SEGUNDO A DISTÂNCIA POR MEIO DE TRANSPORTE

Na utilização do modo de transporte em função da distância foi clara a tendência para o menor uso dos modos ativos com o aumento da distância. O uso de transportes públicos nas viagens efetuadas é muito reduzido e aumentou com a distância, principalmente a partir dos 1200 m, bem como a utilização dos veículos individuais motorizados, embora a utilização deste modo seja muito superior.

Quando as cidades são analisadas individualmente é possível observar a mesma tendência em todas elas, com exceção de Castelo Branco. O transporte individual motorizado predominou de forma clara em todas as distâncias. Os modos ativos registaram uma forte quebra a partir dos 1200 m e o uso dos transportes públicos só é significativo a partir dos 1600 m, sendo no geral superior aos modos ativos.

Em Castelo Branco os modos ativos e o transporte individual motorizado predominaram em todas as classes de distância, não se tendo observado uma redução da utilização dos modos ativos com o aumento da distância nem uma redução dos modos motorizados em curtas distâncias (figura 5.36).

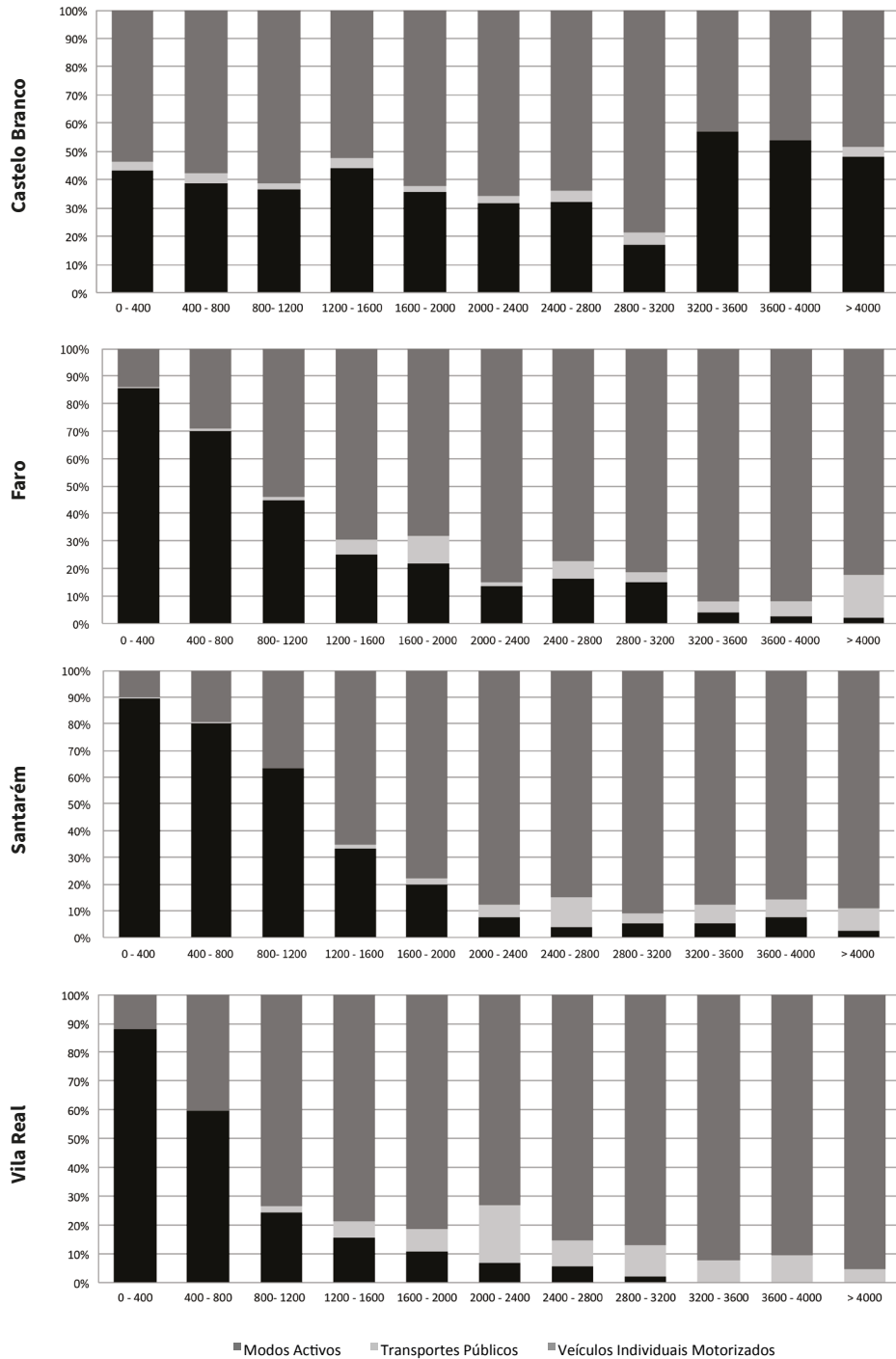


FIG. 5.37 ·  
 Percentagem de viagens realizadas pelos inquiridos por modo de transporte e por distância

O número de viagens que os indivíduos inquiridos realizaram em modos ativos e automóveis, que representam cerca de 97% das viagens efetuadas nas quatro cidades, apresenta um decréscimo muito significativo, com o aumento da distância da viagem. As viagens em modos ativos foram em número muito superior ao das viagens efetuadas em automóvel até aos 900 m, tendo registado uma quebra muito acentuada a partir dos 500 m. As viagens em automóvel apresentam também uma forte quebra até aos 800 m; entre os 1000 e os 1500 m registaram um número de viagens elevado e a partir daqui uma quebra significativa, resultado da pequena dimensão física e das distâncias a percorrer nas cidades (figura 5.37).



FIG. 5.38 - Viagens realizadas em modos ativos e automóvel.

O número de viagens realizadas em modos ativos e em automóvel foi semelhante até aos 2000 m (cerca de 4100 viagens em cada modo). A partir desta distância as viagens em modos ativos quase estagnaram, enquanto o uso do automóvel foi sempre crescente. Até aos 900 m foram realizadas 80% das viagens em modos ativos e 30% em automóvel. O automóvel foi utilizado em 80% das viagens até aos 2700 m (figura 5.38)

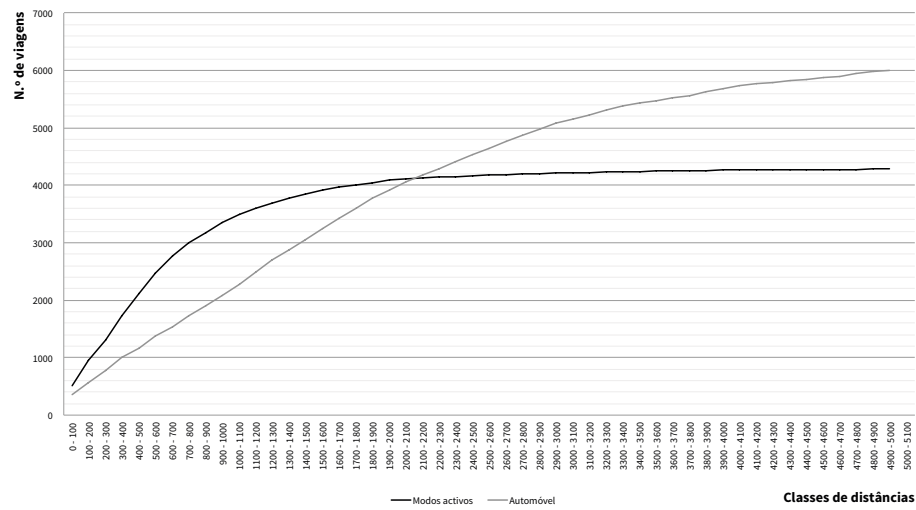
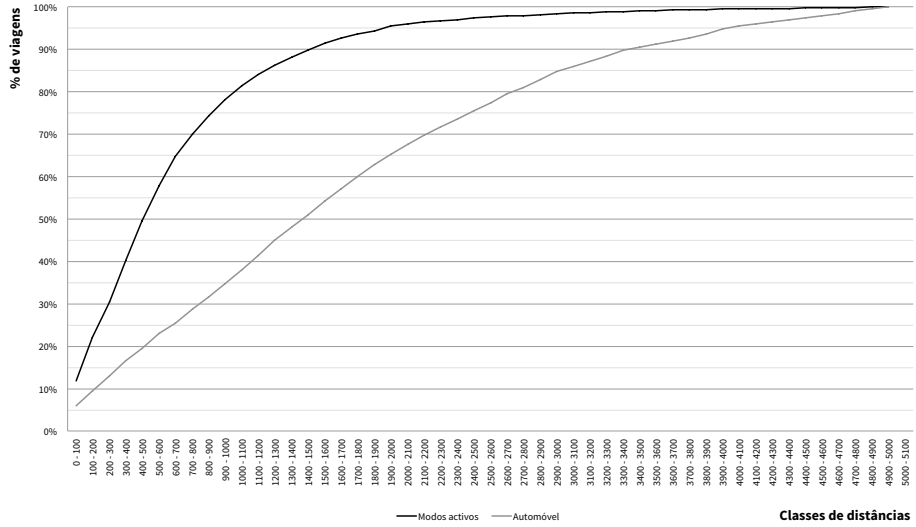


FIG. 5.39 Viagens realizadas em modos activos e automóvel (valor acumulado).

## RAZÕES DE ESCOLHA DO MEIO DE TRANSPORTE

A distância foi a principal razão para a escolha dos modos ativos (por 46% dos inquiridos), tendo sido o modo preferido nas distâncias mais curtas; foi também importante na escolha destes modos o facto de “não ter uma alternativa” (para 14,4% dos inquiridos) a “rapidez” (para 13,5%) e o “conforto” (9,1% dos inquiridos) (figura 5.35).

As principais razões para a escolha dos veículos individuais motorizados prenderam-se com o “conforto” (34,1% dos inquiridos), a “rapidez” (para 31,1%) e “condicionado por outras deslocações” (para 11,4% dos inquiridos).

A utilização dos transportes públicos deveu-se sobretudo ao seu “custo” (para 23% dos inquiridos), embora tenham sido também significativas outras razões apontadas como a “rapidez” (para 8,1%) e o “conforto” (para 7,1% dos inquiridos).

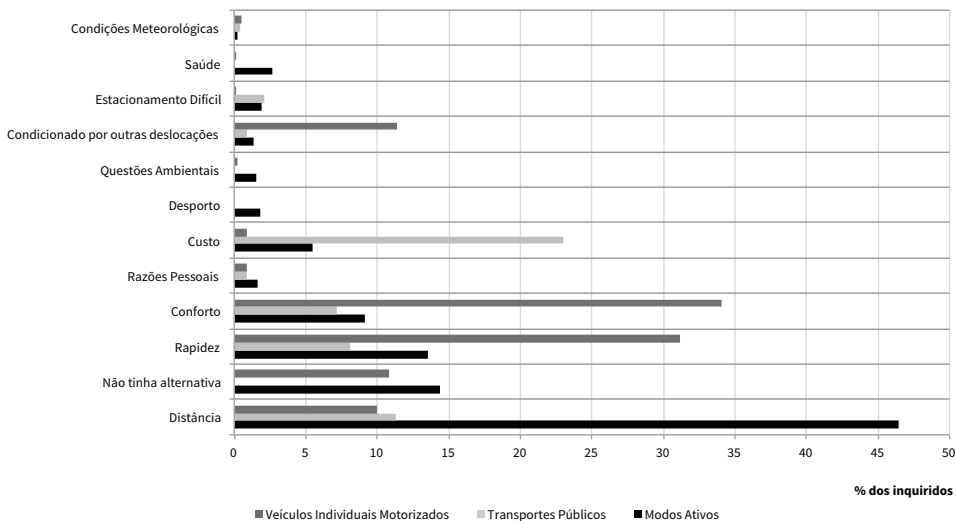


FIG. 5.40 · Razões apontadas pelos inquiridos para a escolha do modo de transporte.

## HORA DAS VIAGENS

A hora de início das viagens permite aprofundar a questão da forma como os indivíduos se deslocam nas cidades. O pico do maior número de viagens ocorreu de forma destacada às 9 horas (844 viagens), o segundo pico de viagens, 608 viagens, ocorreu pelas 18 horas, marcando ambos o início e o final do período laboral. Todavia, existiram também outros picos importantes relacionados como a hora de almoço: pelas 13 horas registaram-se 496 viagens e, pelas 14 horas, 578 viagens (figura 5.40).

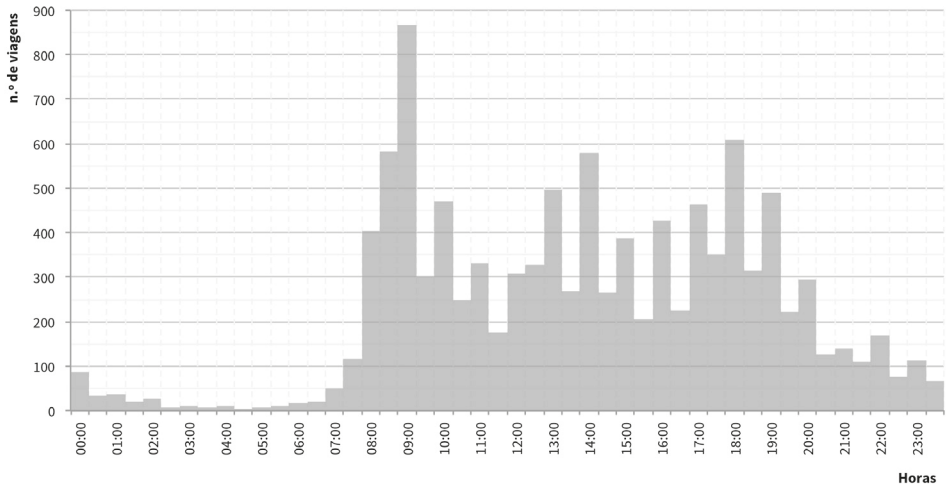


FIG. 5.41 · Hora de início da primeira viagem realizada pelos inquiridos.

Conjugando a hora de início das viagens com o meio de transporte utilizado para as efetuar, verificou-se que, durante o período da noite, predominou a utilização do veículo individual motorizado, e, no período diurno, principalmente após as 10h00, assistiu-se a um aumento da utilização dos modos ativos até à hora de almoço (figura 41).

A utilização do transporte público pelos inquiridos ao longo do dia coincidiu, sobretudo, com o período do início da manhã, entre as 07h30 e as 09h00, tendo-se mantido a sua utilização mais ou menos constante durante o período da manhã e da tarde, e registado uma forte diminuição após as 20h00.

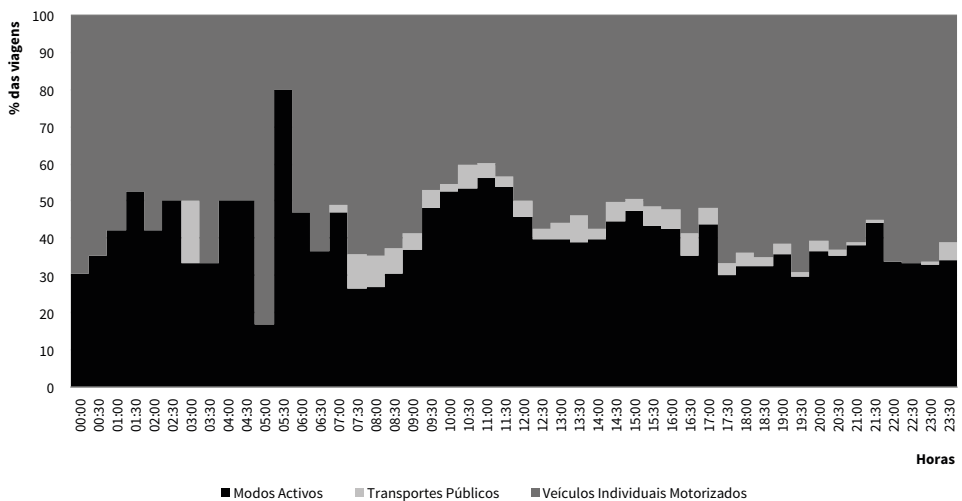


FIG. 5.42 · Hora de início das viagens efetuadas pelos inquiridos segundo o modo de transporte.

## DISTÂNCIAS PERCORRIDAS

No total os inquiridos nas quatro cidades percorreram, no dia ao qual se reportou o inquérito, cerca de 15 000 km, em todos os modos de transporte e por todos os motivos, dos quais cerca de 75% em veículos individuais motorizados (11 000 km), 20% em modos ativos (3000 km) e 5% em transportes públicos (1000 km) (figura 5.41). Os inquiridos em Santarém foram os que percorreram a distância total mais extensa (mais de 4800 km) e os de Castelo Branco a menor, pouco mais 1700 km, menos de metade dos de Santarém.

Em todas as cidades as maiores distâncias foram percorridas em veículos individuais motorizados, com valores que oscilam entre os 52% do total da distância percorrida em Castelo Branco e os 82% em Vila Real. As distâncias percorridas em modos ativos oscilam entre os 40% da distância total em Castelo Branco e 10% em Vila Real. As distâncias percorridas em transporte público foram mais elevadas em Vila Real com cerca de 9% do total da distância percorrida pelos inquiridos naquele dia.

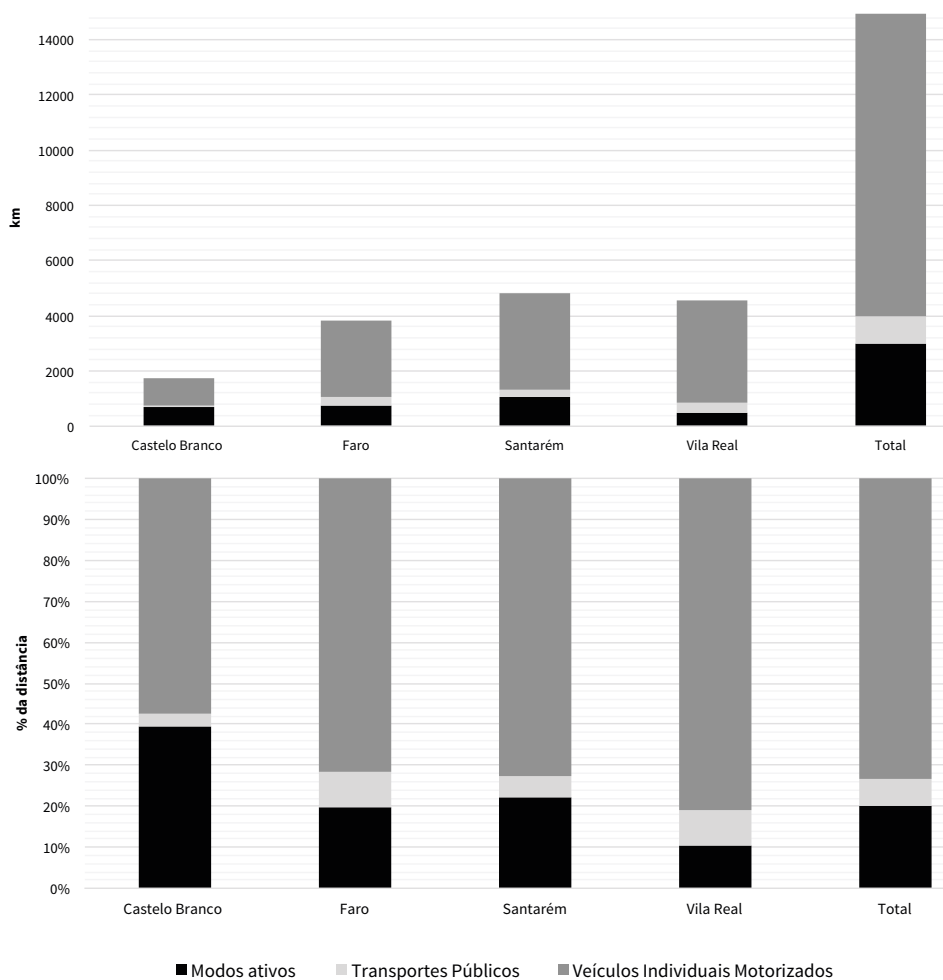


FIG. 5.43 ·

*Distâncias totais percorridas pelos inquiridos no dia do inquérito, por modo de transporte e por cidade.*

	A PÉ	TRANSPORTE PÚBLICO	AUTOMÓVEL	TOTAL
Castelo Branco	1 502	883	1 023	1 946
Faro	1 775	5 989	4 656	4 560
Santarém	2 078	5 467	5 854	5 326
Vila Real	1 675	4 432	5 509	5 974
<b>Média</b>	<b>1 758</b>	<b>4 193</b>	<b>4 216</b>	<b>4 452</b>

Quadro 5.13 ·

*Distâncias totais percorridas pelos inquiridos no dia do inquérito, por modo de transporte e por cidade.*

-----

As distâncias médias totais percorridas por cada indivíduo, oscilaram entre um valor mínimo de cerca de 2 km em Castelo Branco e um máximo de cerca de 6 km em Vila Real (quadro 5.8).

As distâncias médias percorridas por indivíduo em automóvel foram as mais elevadas com exceção da cidade de Faro em que foram superiores as distâncias médias em transporte público.

Em Castelo Branco os indivíduos percorreram as distâncias médias mais baixas em todos os modos. Nesta cidade, a distância média percorrida em transporte público é inferior à percorrida a pé, o que reflete por um lado a fraca utilização dos transportes públicos e a sua falta de competitividade.

## DURAÇÃO DA VIAGEM

A duração da viagem é outro indicador importante para a compreensão dos padrões de mobilidade nas cidades. Das 10 517 viagens efetuadas em todos os modos, a larga maioria teve uma duração inferior a 10 minutos, o que reflete a pequena dimensão das cidades. O maior pico de duração situou-se entre os 5 e 10 minutos nas viagens em veículos individual motorizado e nos modos ativos. Nos transportes públicos o maior número de viagens ocorre entre os 30 e os 35 minutos (figura 5.43)

Até aos 15 minutos de duração foram realizadas cerca de 90% do total das viagens em veículos individuais motorizados e 75% das viagens em modos ativos. A partir dos 30 minutos de duração o número de viagens é insignificante nestes dois modos.

Nos transportes públicos apenas 35% das viagens tiveram duração inferior a 15 minutos e 85% das viagens foram inferiores a 30 minutos, que reflete que a oferta atual dos transportes públicos nestas cidades não é a mais adequada e que este modo, desta forma, não é competitivo nem constitui uma alternativa aos restantes dois, nas deslocações urbanas.

O transporte individual motorizado predomina de forma muito clara em todas as durações de viagem, inclusive nas viagens até 5 minutos.

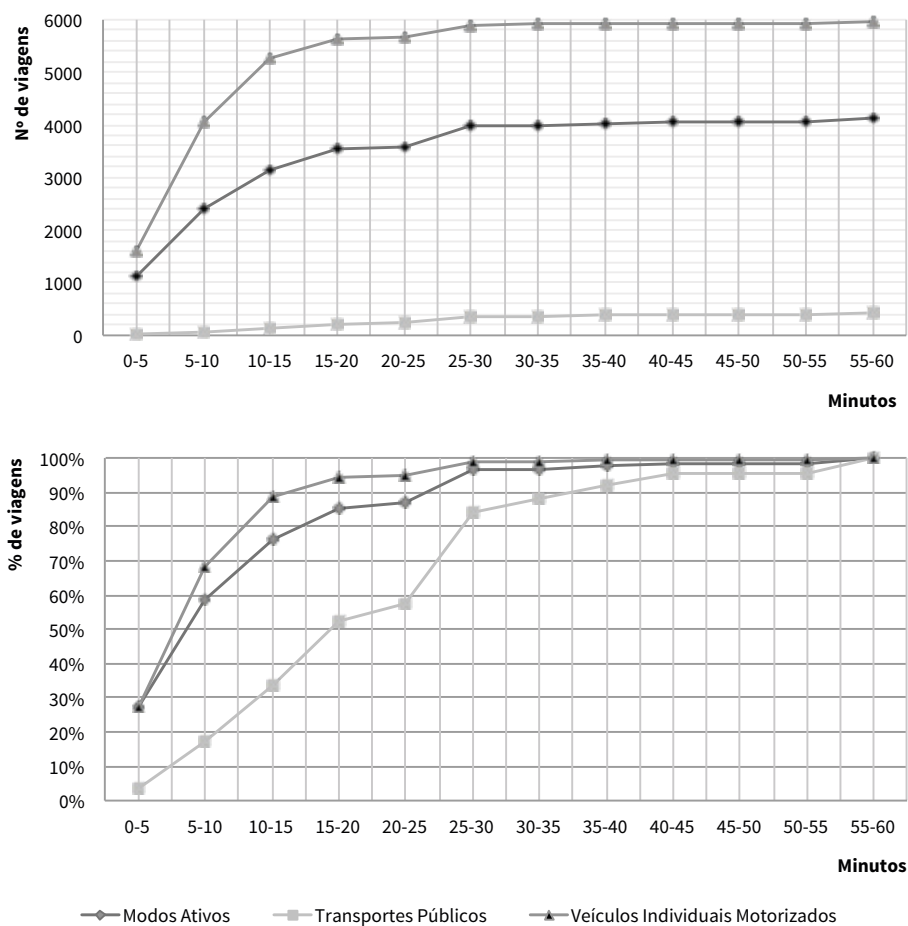


FIG. 5.44 ·  
Duração das viagens realizadas pelos inquiridos por meio de transporte e por duração da viagem.

Neste quadro geral é possível estabelecer algumas diferenças (figura 5.44). Nos modos ativos, Santarém destaca-se claramente com um número de viagens muito superior aos das restantes cidades, cerca de 1300 viagens. Vila Real apresenta um número de viagens muito inferior nestes modos, cerca de 700 viagens.

Na utilização dos veículos individuais motorizados, Vila Real destaca-se de forma clara das restantes cidades, com cerca de 1800 viagens. O número de viagens mais baixo realizado neste modo foi em Faro, com cerca de 1200 viagens.

O número de viagens realizado em modos ativos em Santarém foi superior ao número de viagens realizado em veículo individual motorizado em Faro, em todas as durações de viagem consideradas.

Quanto ao número de viagens realizadas em transportes públicos, apenas Vila Real se aproxima de 200 viagens, enquanto nas restantes cidades é de cerca de metade, cerca de 100 viagens.

Em Santarém as deslocações em modos ativos são superiores às deslocações em transporte individual, nas viagens com duração até 5 minutos.

Embora o total das deslocações em transportes públicos seja pouco significativo, há algumas diferenças a salientar entre as cidades, que decorrem da estrutura urbana e dos padrões de ocupação do solo, e da oferta de transportes públicos em cada cidade. Em Castelo Branco e Vila Real, cerca de 90% das viagens em transporte público ocorrem até aos 30 minutos de duração. Em Faro, esta proporção só ocorre até aos 40 minutos de duração da viagem e, em Santarém, apenas aos 50 minutos.

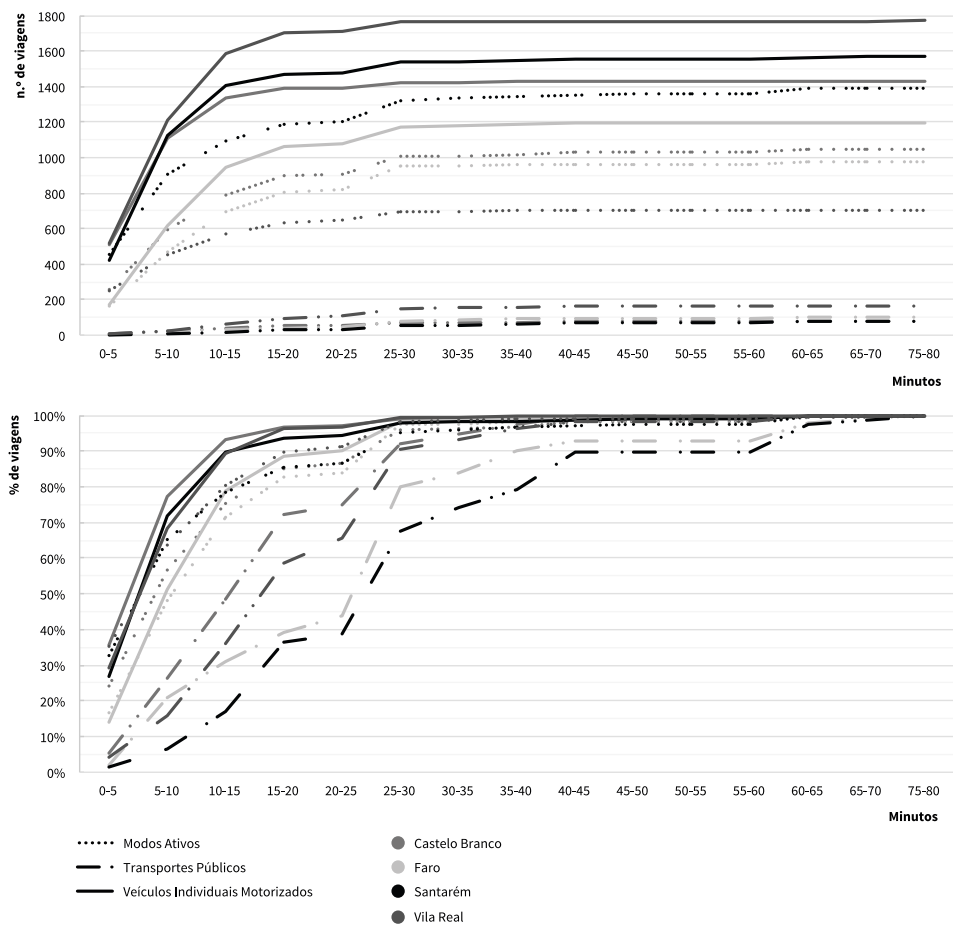


FIG. 5.45 · Duração das viagens realizadas pelos inquiridos por meio de transporte e por duração da viagem.

## DISTÂNCIA DAS VIAGENS POR MODO DE TRANSPORTE E POR IDADE

O uso de veículos individuais motorizados registou a maior quilometragem de distâncias acumuladas no intervalo de classes de idades entre os 20 e os 44 anos. Os transportes públicos revelaram importância nos inquiridos mais jovens da amostra, sobretudo na classe de "16 - 24" anos, correspondendo, certamente, em grande parte a estudantes. Nas idades mais avançadas o uso de transporte público foi quase inexistente, apesar do ligeiro aumento na classe dos idosos "65 - 74" anos (figura 5.45).

Foram os inquiridos da faixa etária "20 - 24" anos que realizaram o maior número de quilómetros em modos ativos (517 km), bem como em veículos individuais motorizados (mais de 1400 km).

A distância percorrida em transportes públicos foi inferior à dos outros modos em todas as faixas etárias.

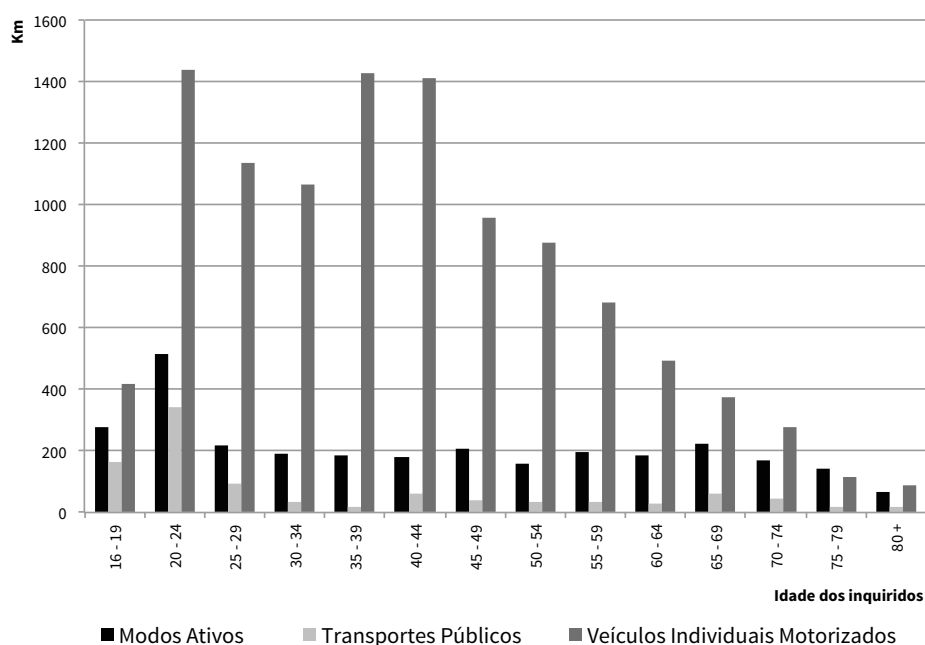


FIG. 5.46 - Distância total percorrida pelos inquiridos por modo de transporte e por classe de idade.

O número de viagens realizado por idades dos inquiridos e por meio de transporte revela que foi nas faixas etárias mais jovens e mais idosas que os modos ativos e os transportes públicos assumiram maior importância, contrariamente às faixas etárias intermédias (ativos) em que o uso de transporte individual motorizado assumiu clara predominância (figura 5.46).

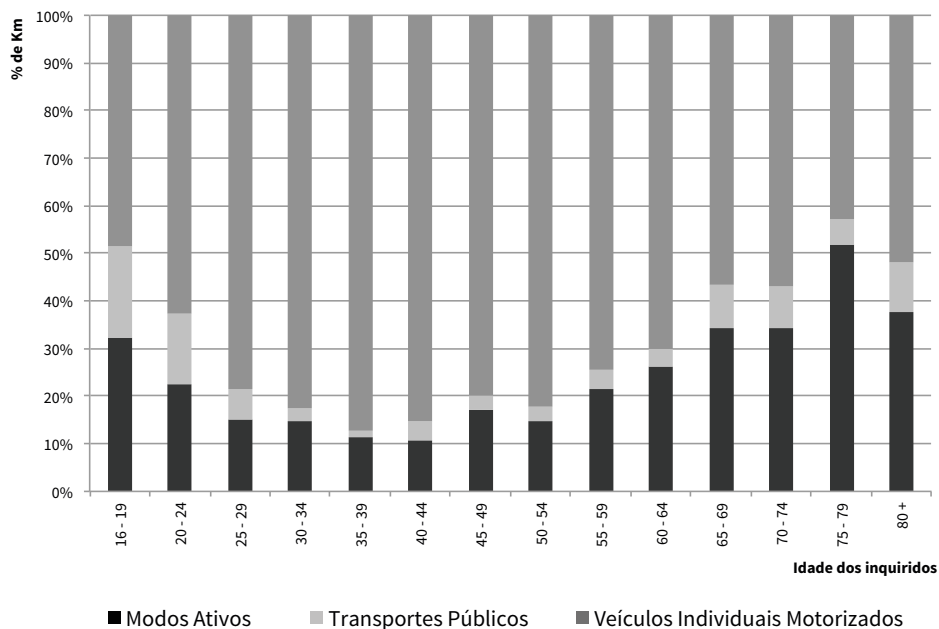


FIG. 5.47 ·

Percentagem de viagens realizadas pelos inquiridos por modo de transporte e por classe etária

## VIAGENS POR MODO DE TRANSPORTE E POR RENDIMENTO

Os indivíduos com maior rendimento deslocaram-se, preferencialmente, através de veículo individual motorizado enquanto os indivíduos com rendimentos mais baixos utilizaram mais os modos ativos e os transportes públicos nas suas deslocações.

Nestas cidades, 52% dos inquiridos com rendimentos inferiores a 500 € e 43% dos inquiridos sem rendimentos utilizaram os modos ativos superando a utilização dos veículos individuais motorizados nestas faixas de rendimento (38% e 4% dos inquiridos respetivamente). Mais de 80% dos inquiridos com rendimentos mais elevados utilizou o veículo individual motorizado (figura 5.47).

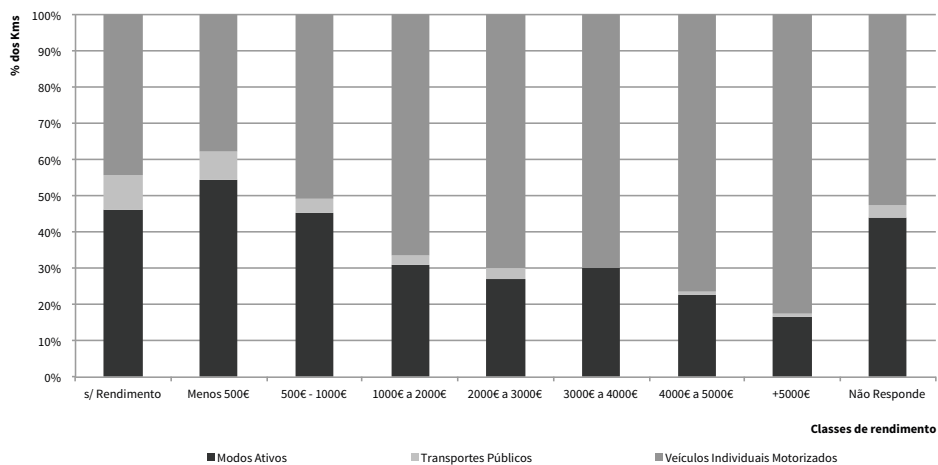


FIG. 5.48

Percentagem de viagens realizadas pelos inquiridos por modo de transporte e por classe de rendimento.

## VIAGENS POR MODO DE TRANSPORTE E POR HABILITAÇÕES LITERÁRIAS

Apesar de terem maior sensibilização às questões ambientais, os inquiridos com maiores habilitações literárias utilizaram mais os veículos individuais motorizados (superior a 50%), em contraste com os indivíduos com habilitação literária mais baixa, que utilizaram mais os modos ativos nas suas deslocações. A utilização dos transportes públicos foi bastante uniforme, não apresentando qualquer relação evidente com as habilitações literárias dos inquiridos (figura 5.48).

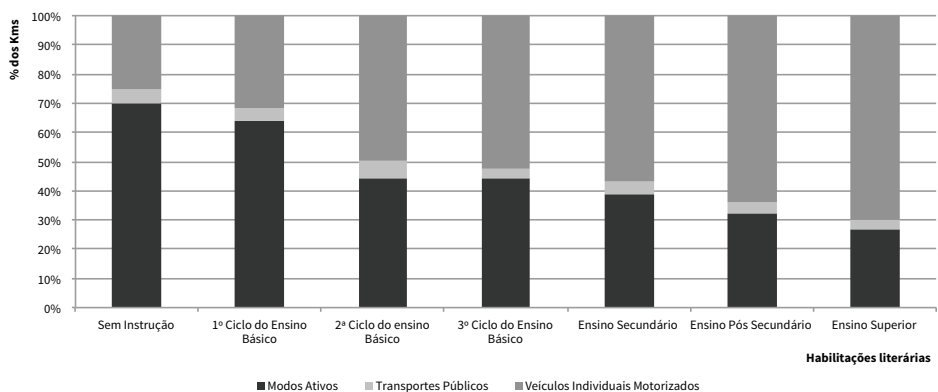


FIG. 5.49

Percentagens de viagens realizadas pelos inquiridos por modo de transporte e por habilitações literárias.

## VIAGENS POR MODO DE TRANSPORTE E POR NÍVEL DE QUALIFICAÇÃO

Os inquiridos sem qualificação e os reformados utilizaram mais os modos ativos nas deslocações efetuadas, 49% e 61% respetivamente; 86% dos quadros administrativos inquiridos utilizou o veículo individual motorizado e não fez uso dos transportes públicos. Os estudantes, desempregados e os inquiridos sem qualificação utilizaram, preferencialmente, os modos ativos e os transportes públicos, 6%, 4,8% e 5,8%, respetivamente.

Face a estes valores podemos concluir que os inquiridos destas cidades com menores qualificações e com cargos menos importante na sociedade utilizaram mais os modos ativos e os transportes públicos (figura 5.49).

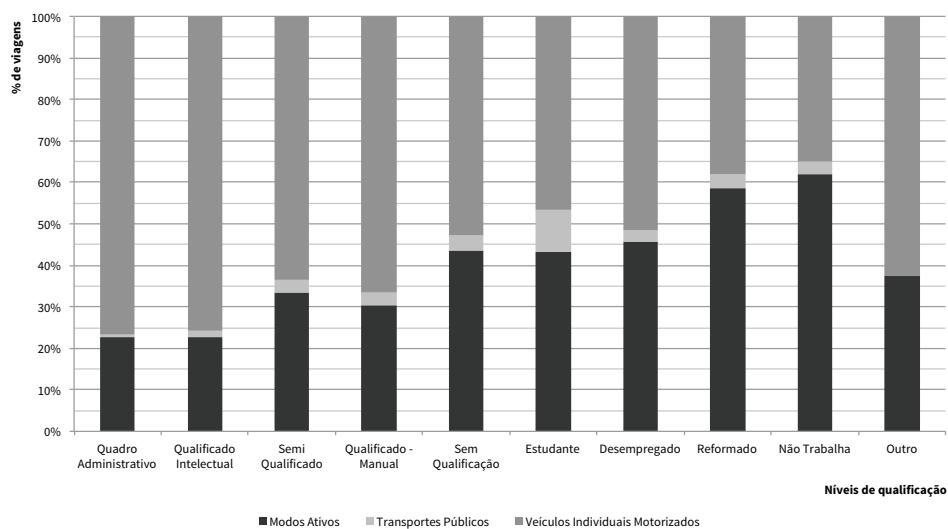


FIG. 5.50 · Percentagem de viagens realizadas pelos inquiridos por modo de transporte e por nível de qualificação dos inquiridos.



## 6 · MODELAÇÃO DAS RELAÇÕES ENTRE O AMBIENTE CONSTRUÍDO, A ACESSIBILIDADE E A MOBILIDADE EM CIDADES DE MÉDIA DIMENSÃO

David Vale, Mauro Pereira, Miguel Saraiva, Rui Alves

A partir do estudo do ambiente construído e das atitudes de mobilidade manifestadas pelos inquiridos nas cidades em estudo, desenvolveram-se diversas análises estatísticas para melhor compreender as inter-relações entre o ambiente construído e os padrões de mobilidade observados. Os resultados encontrados foram apresentados em eventos científicos e publicados em revistas da especialidade, remetendo-se para este capítulo, um resumo dos mesmos e dos aspetos considerados mais relevantes. Recomenda-se aos mais interessados na temática uma leitura mas atenta desses artigos, indicados ao longo deste capítulo.

Tendo em conta os padrões de mobilidade da população das cidades médias em estudo - especialmente a importância dos modos ativos, as deslocações pedonais, a facilidade de deslocação em automóvel em todas elas e o peso reduzido das deslocações em transportes públicos - a medição das condições de acessibilidade multimodal tornou-se particularmente complexa. De facto, nestas cidades, os tempos de deslocação em automóvel são muito reduzidos, o que torna este indicador pouco útil para distinguir as várias áreas da cidade, em termos da sua acessibilidade. Desta forma, foi desenvolvida investigação sobre a medição da acessibilidade pedonal, que deve ter em conta a percepção que os indivíduos têm das distâncias percorridas a pé.

A modelação estatística das relações entre o ambiente construído e a mobilidade centrou-se no uso da acessibilidade como variável-chave destas inter-relações. De acordo com o *Modelo Comportamental do Ambiente*, o ambiente construído e as condições de acessibilidade pedonal que ele apresenta foram analisados, considerando tanto as origens (residência), como os destinos (emprego ou escola), com o intuito de avaliar a significância e importância relativa de ambos os locais na explicação dos padrões de mobilidade observados.

### 6.1 · MEDIÇÃO DA ACESSIBILIDADE ATIVA

Como foi referido no estado da arte, os padrões de mobilidade são determinados por fatores que incluem questões demográficas, sócio-económicas e atitudes, mas também pelo ambiente construído do território das origens e dos destinos. A razão da influência do ambiente construído nos padrões de mobilidade, designadamente, na escolha modal, prende-se com a acessibilidade multimodal que ele oferece aos indivíduos quando localizados num determinado local e a uma determinada hora.

Em geral, os territórios que apresentam características de baixa densidade, baixa diversidade funcional

ou desenho urbano com baixa conectividade (os três Ds) oferecem condições deficitárias de acessibilidade em todos os modos. Ao aumentar-se as distâncias entre origens e os destinos, a acessibilidade pedonal e ciclável reduz-se significativamente, pois não é possível aceder, em tempo e distância aceitáveis, aos destinos desejados a pé ou em bicicleta. De igual forma, os territórios que apresentam baixas densidade ou diversidade funcional não suportam a existência de serviços de transporte público de qualidade, reduzindo também a acessibilidade em transporte público. Finalmente, mesmo em automóvel (embora este tipo de locais ofereçam boas condições de estacionamento) o acréscimo das distâncias também irá, de alguma forma, reduzir a acessibilidade em automóvel. Contudo, numa perspectiva multimodal, as condições de acessibilidade em automóvel, num contexto de aumento da distância a percorrer entre origens e destinos, são, na maior parte dos casos, francamente superiores às condições de acessibilidade em outros modos, contribuindo para o acréscimo da dependência do automóvel.

Contrariamente, os territórios com densidades mais elevadas, maior diversidade funcional e melhor desenho urbano, ou seja, maior conectividade, oferecem melhores condições de acessibilidade em todos os modos e menores disparidades de acessibilidades entre modos distintos. Desta forma, a compreensão e medição da acessibilidade em vários modos é fundamental para a compreensão dos padrões de deslocação dos indivíduos.

A medição da acessibilidade em modos motorizados está amplamente estudada, mas o mesmo não acontece com a acessibilidade em modos ativos – aqui designada por acessibilidade ativa – que se revela bem mais complexa e pode ser influenciada de diferentes formas por diversos aspetos do ambiente construído. De facto, ao contrário da acessibilidade em automóvel, que é determinada essencialmente pelo tempo de deslocação, a acessibilidade ativa é também condicionada por outros aspetos do ambiente construído, como as suas características estéticas, a perceção de segurança rodoviária e pessoal, a topografia dos espaços, o estado de conservação e de limpeza dos passeios e passadeiras, etc. (figura 6.1).

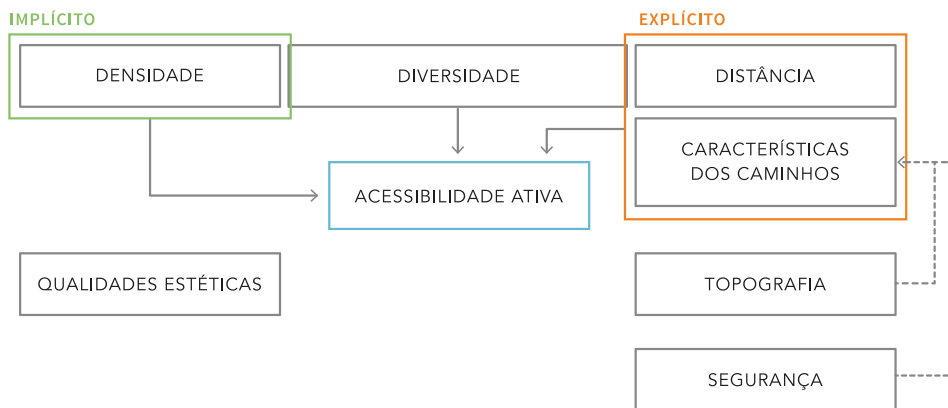


FIG. 6.1 -

Relação entre fatores do ambiente construído e de acessibilidade em modos ativos.

Como referido no no capítulo dois, existem quatro tipos de metodologias para medir a acessibilidade do ambiente construído. Algumas baseadas na distância, outras que utilizam medidas de acessibilidade gravitacional ou potencial, outras que usam medidas topológicas que se focam exclusivamente nas características da rede pedonal, e outras que utilizam algoritmos próprios como o índice de caminhabilidade (*walkability index*) ou o *Walkscore*®, designadas de medidas compostas.

Qualquer destas tipologias tem problemas distintos na medição da acessibilidade e vantagens e desvantagens na sua utilização, por acrescentarem informação adicional umas às outras, na avaliação da acessibilidade do ambiente construído. Existe, ainda, uma quinta tipologia de metodologias, que combinam técnicas de medição das anteriores, designadas de metodologias híbridas (Vale, Saraiva e Pereira, 2016).

No quadro do trabalho desenvolvido foram utilizadas “medidas de oportunidades acumuladas”, que correspondem a um caso particular de medidas da acessibilidade baseadas em modelos gravitacionais ou de acessibilidade potencial, nos quais a função de impedância é uma função retangular.

Estas medidas de acessibilidade gravitacional ou potencial são amplamente utilizadas no planeamento de transportes (Hansen, 1959; Miller, 2005) e assentam nos princípios da lei da gravidade, pesando as oportunidades de acordo com uma função de impedância, através da seguinte expressão:

$$A_i = \sum O_j f(C_{ij})$$

Na expressão,  $A_i$  corresponde à acessibilidade do lugar  $i$ ;  $O_j$  refere-se à oportunidades relevantes encontradas nos locais  $j$ ;  $C_{ij}$ , o custo de deslocação entre  $i$  e  $j$ ; e  $f(C_{ij})$ , uma função de impedância que reflete a separação espacial entre  $i$  e  $j$ .

Quando aplicada a modos ativos, o custo,  $(C_{ij})$ , ou a viagem, é medido somente para as deslocações a pé ou de bicicleta. Essas medidas assumem que a viagem é uma procura derivada e que existe uma relação inversa entre o benefício dado pela oportunidade e o custo de deslocação a essa oportunidade, a partir de uma determinada origem. Por outras palavras, as oportunidades mais próximas são mais valorizadas do que as oportunidades mais distantes, sendo que as oportunidades também podem ser distinguidas em função do seu tamanho ou da sua importância. As medidas de oportunidades acumuladas são um caso particular desse tipo, em que  $f(C_{ij})$  é uma função retangular, assumindo o valor 1 se a distância for inferior a um determinado valor pré-definido e o valor 0 caso seja superior.

Desta forma, nesta tipologia de metodologias, existem duas subcategorias resultantes de diferentes funções de impedância utilizadas: com ou sem atenuação das oportunidades em função da distância. No caso das medidas que atenuam as oportunidades em função da distância, identificam-se ainda dois sub-tipos com base em semelhanças metodológicas: (1) métodos que não distinguem oportunidades, em que o resultado é o número de oportunidades ponderadas pela sua distância à origem; (2) métodos que consideram oportunidades de diferentes pesos (atratividade), podendo utilizar diferentes unidades na função de impedância. A maioria dos autores mede a impedância em termos de tempo de viagem. Desta forma, a acessibilidade representa a atratividade das oportunidades ponderadas pelo tempo necessário para se viajar da origem ao destino. Este grupo de metodologias está longe de ser homogêneo, em termos do limite de tempo de viagem considerado, medido entre 5 e 30 minutos. Além disso, as medidas da atratividade do destino variam consideravelmente,

alternando entre uma escala de valores dada a tipos específicos de uso do solo e a sua área (em metros quadrados) ou o número de empregos.

Como referido anteriormente, podem, ainda, ser consideradas outras unidades, como a distância de viagem ou “distância axial topológica”, como funções de impedância. A “distância axial topológica” é um dos indicadores da sintaxe espacial (*space syntax*) e representa o “custo informativo” necessário para se deslocar através da rede viária (Hillier & Hanson, 1984).

A segunda subcategoria é composta por metodologias que usam uma função retangular, ou seja, medidas de oportunidades acumuladas em que todas as oportunidades na área de influência recebem o mesmo peso. A acessibilidade é medida pela contagem das oportunidades que se encontram a determinada distância de uma origem como o número de supermercados que se encontram a 800 m (ou a 10 minutos) de um determinado local.

## 6.2 · INFLUÊNCIA DA FUNÇÃO DE IMPEDÂNCIA NA MEDIÇÃO DE ACESSIBILIDADE PEDONAL

No modelo gravitacional de medição das acessibilidades, a escolha do limite a considerar ou dos pesos a atribuir a cada destino em função da sua distância pode influenciar o valor de acessibilidade a calcular. Para ultrapassar este problema ou mitigar os seus efeitos no cálculo da acessibilidade, foram analisados os impactos que os diversos modelos matemáticos que representam a função de impedância tinham nos resultados dos indicadores de medição da acessibilidade (figura 6.3). Em concreto, para refletir sobre a impedância da distância na medição de acessibilidade pedonal, foram analisadas vinte funções matemáticas resultantes da aplicação de quatro funções de impedância, nas quais se fez variar quatro parâmetros associados. Como exemplo analítico, foram escolhidas escolas como destinos, na cidade de Santarém, pelo que as medidas analisadas representam a acessibilidade pedonal a equipamentos escolares (as oportunidades) - Quadro 6.1.

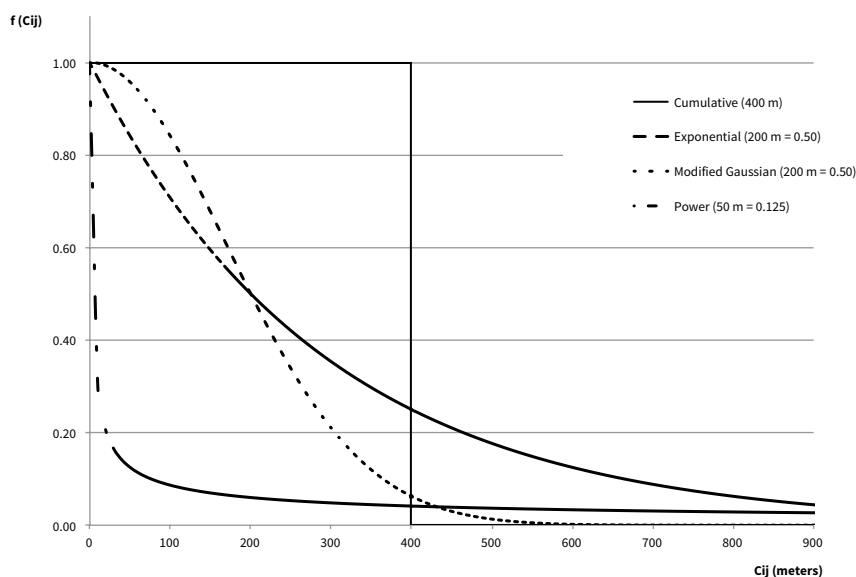


FIG. 6.2 · Principais funções de impedância usadas na medição de acessibilidade.

TYPE OF MEASURES AND IMPEDANCE FUNCTION	NAME OF MEASURE	PARAMETER(S)	CRITERIA
Power $A_i = \sum O_j C_{ij}^{-\alpha}$	Pow1	a = 0.354	50 m = 0.250
	Pow2	a = 0.532	50 m = 0.125
	Pow3	a = 0.709	50 m = 0.062
	Pow4	a = 0.886	50 m = 0.031
Exponential $A_i = \sum O_j e^{(-\beta C_{ij})}$	Exp1	b = 0.003	200 m = 0.500
	Exp2	b = 0.005	200 m = 0.375
	Exp3	b = 0.007	200 m = 0.250
	Exp4	b = 0.010	200 m = 0.125
Gaussian $A_i = \sum O_j e^{-\frac{(C_{ij})^2}{v}}$	Gauss1	v = 14427	100 m = 0.500
	Gauss2	v = 57708	200 m = 0.500
	Gauss3	v = 129843	300 m = 0.500
	Gauss4	v = 230831	400 m = 0.500
Cumulative $A_i = \sum O_j \delta_{ij}$ $\delta_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{for } C_{ij} \leq a \\ 0 & \text{for } C_{ij} > a \end{cases}$	Cum1	a = 400	400 m
	Cum2	a = 600	600 m
	Cum3	a = 800	800 m
	Cum4	a = 1000	1000 m
Cumulative-Gaussian $\begin{cases} A_i = \sum O_j \delta_{ij}, & \text{for } C_{ij} \leq a \\ A_i = \sum O_j e^{-\frac{(C_{ij}-a)^2}{v}}, & \text{for } C_{ij} > a \end{cases}$	CuGa1	a = 200 m ; v = 57708	acceptable: 200 m; decay: 400 m = 0.500
	CuGa2	a = 200 m ; v = 129843	acceptable: 200 m; decay: 500 m = 0.500
	CuGa3	a = 400 m ; v = 57708	acceptable: 400 m; decay: 600 m = 0.500
	CuGa4	a = 400 m ; v = 129843	acceptable: 400 m; decay: 700 m = 0.500

Quadro 6.1.

Medidas de acessibilidade pedonal analisadas.

A análise estatística efetuada aos valores de acessibilidade calculados com base nestas vinte fórmulas demonstrou que existe forte correlação entre todas os valores de acessibilidade calculados, uma vez que todas as medidas são exemplos concretos de possíveis métodos de cálculo da acessibilidade e estão, de certa forma, a representar exatamente a mesma coisa. Contudo, através de uma análise fatorial dos resultados, foi possível identificar dois grandes grupos de medidas, os quais se distinguem fundamentalmente com base na distância (máxima) na qual a função atinge o valor zero.

A representação espacial dos valores de acessibilidade calculados revelou que todas as medidas produzem mapas de indicadores de acessibilidade semelhantes sendo comuns entre eles a identificação de zonas altamente acessíveis e o inverso. As maiores diferenças encontram-se nas zonas de valores médios dos indicadores de acessibilidade, as quais serão mais sensíveis à escolha da função de impedância (figuras 6.4 e 6.5).

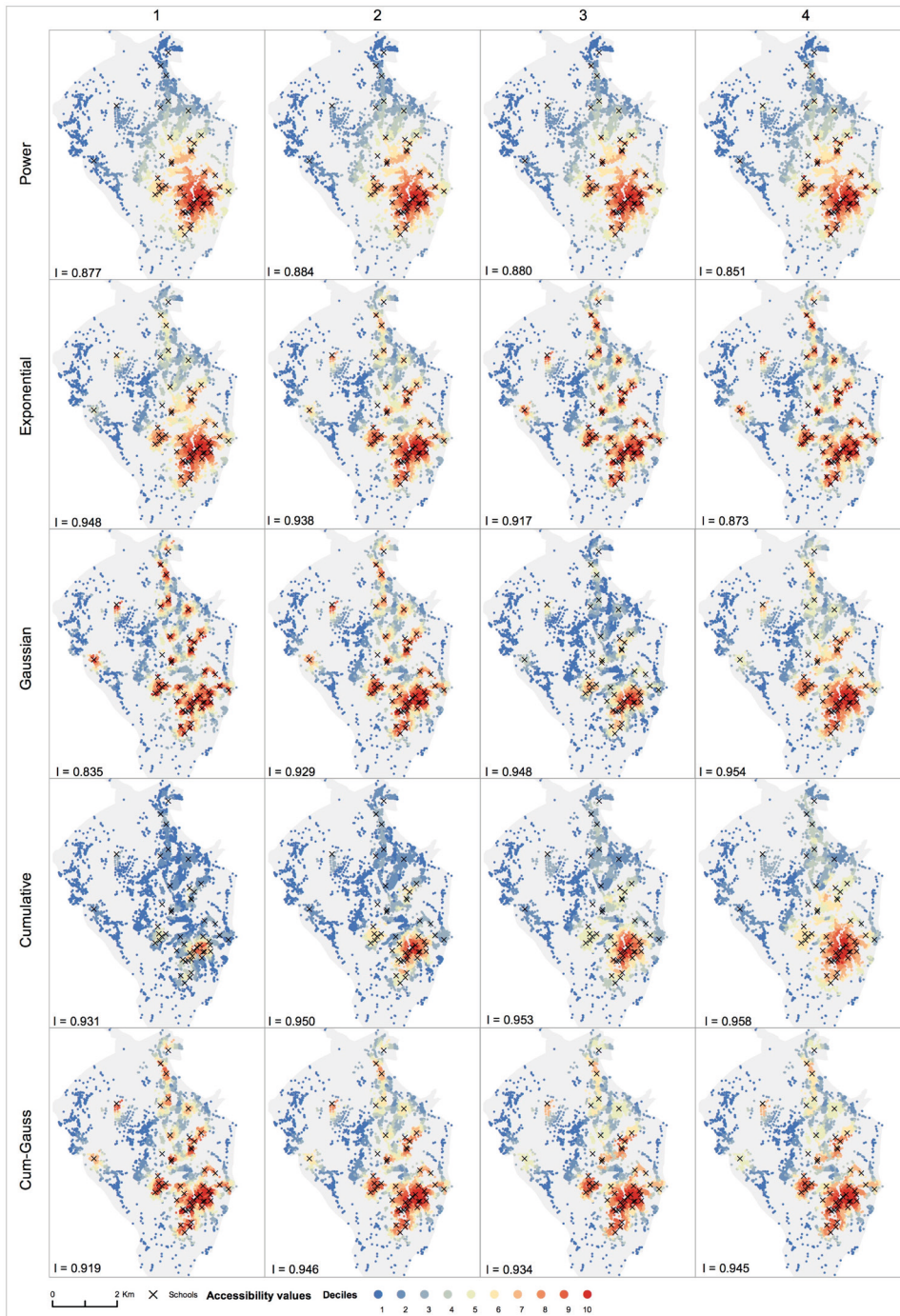


FIG. 6.3 - Representação espacial das medidas de acessibilidade, com indicação do valor de I de Morgan.

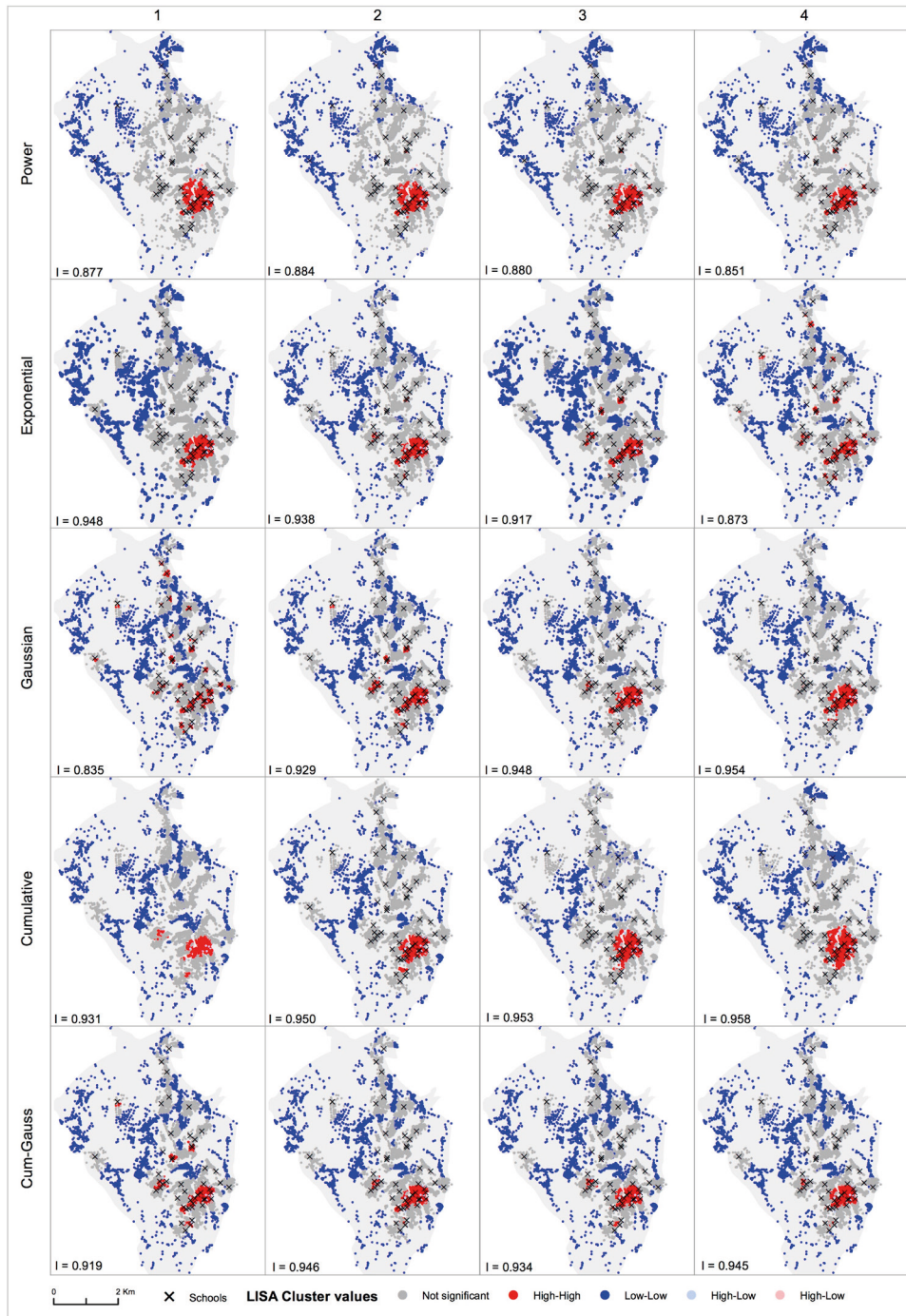


FIG. 6.4 - Indicadores locais de associação espacial (LISA) para os indicadores de acessibilidade.

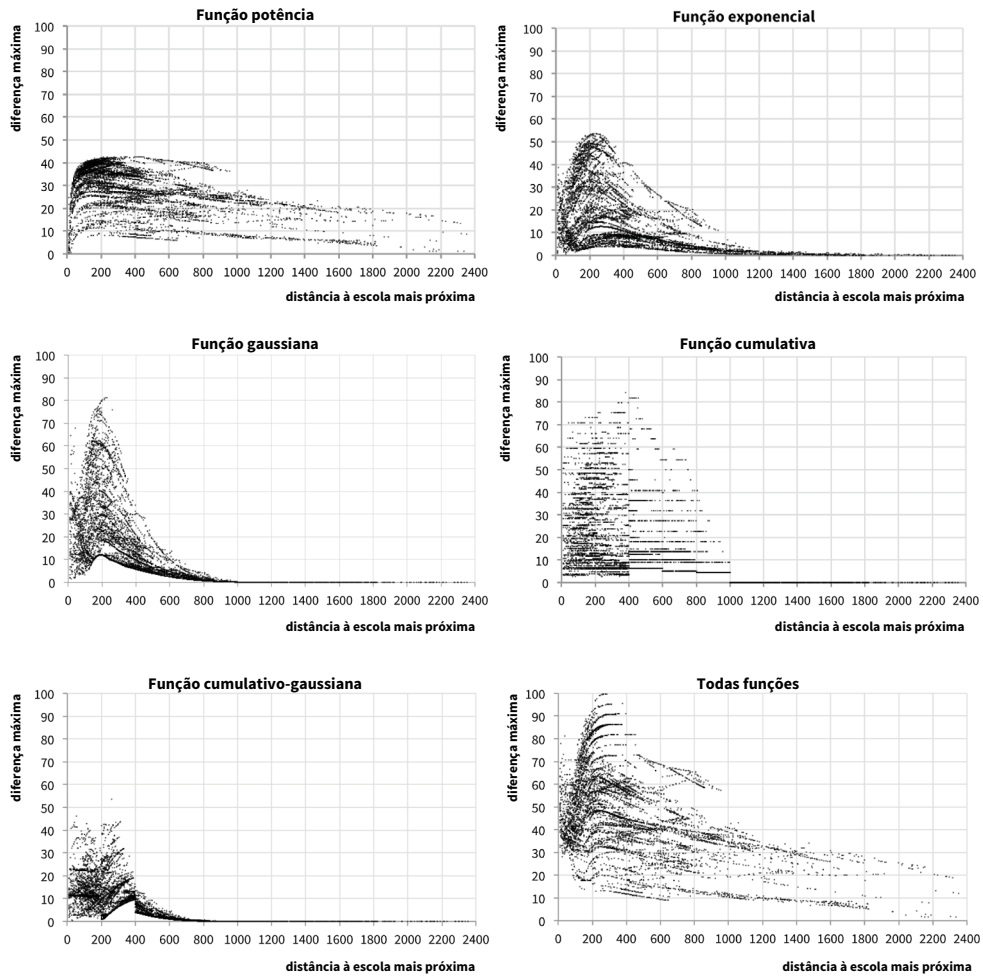


FIG. 6.5 -

Diferença máxima no valor de cada medida de acessibilidade e a sua relação com a distância à escola mais próxima, para cada edifício analisado.

Os resultados variam no que diz respeito à robustez das medidas. Em concreto, conforme se pode observar na figura 6.6., os locais que distam entre 200 e 400 m de uma oportunidade (neste caso uma escola) são mais sensíveis ao tipo de função de impedância utilizada, os quais podem apresentar diferenças de valores que podem variar cerca de 80%. Nesse sentido, utilizou-se uma função de impedância composta designada “cumulativo-gaussiana” que poderá contribuir positivamente para a melhoria da medição da acessibilidade pedonal com base em modelos gravitacionais ou de acessibilidade potencial (Vale & Pereira, 2017).

Esta função “cumulativo-gaussiana” assume que, no caso dos modos ativos, existe uma distância (e uma duração de viagem) de indiferença inicial que o indivíduo não reconhece como impeditiva para as suas deslocações em modo ativo, seguindo-se, então, uma distância que influencia a acessibilidade a uma determinada oportunidade. Ou seja, até determinada distância (200 m, por exemplo) é indiferente para o indivíduo qual a oportunidade (neste caso a escola) que se encontra mais próxima, pois, para ele, esta não será mais acessível do que outra que se encontre dentro daquela distância (figura 6.7).

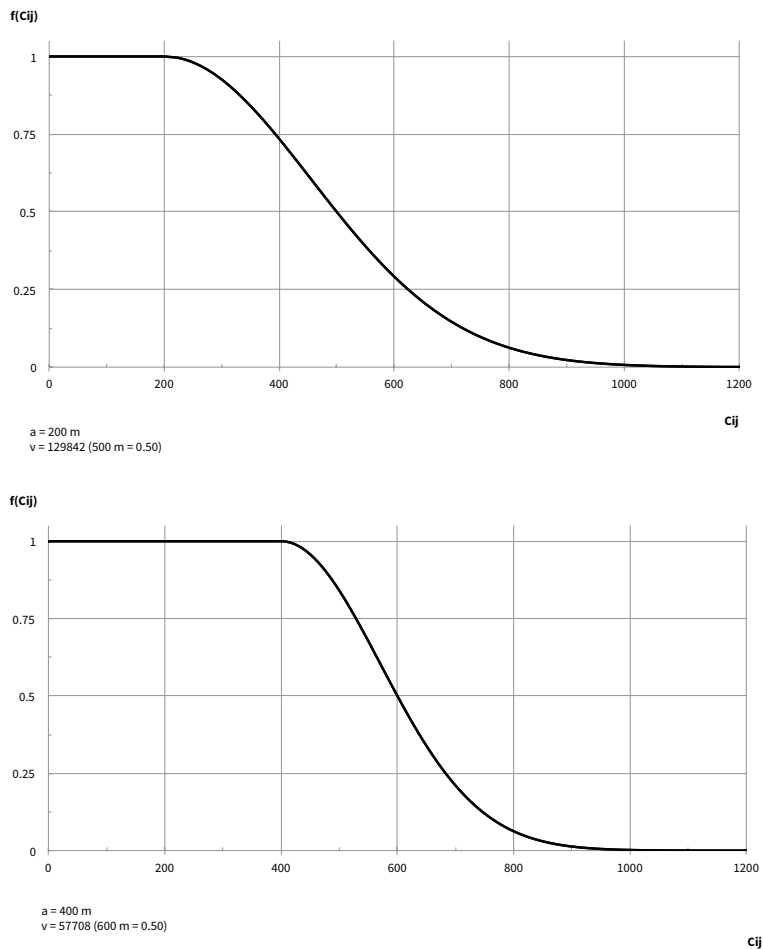


FIG. 6.6 ·  
 Função cumulativo-gaussiana com duas especificações.

A função “cumulativo-gaussiana” combina uma função retangular utilizada nas medidas de oportunidades acumuladas, modelando, assim, a distância aceitável que se estende até um determinado valor de proximidade de percepção, com uma função Gaussiana modificada que reflete a influência (negativa) da distância desde esse valor de proximidade até à distância máxima pedonal aceitável ou observada. A função é dada expressão abaixo, sendo  $C_{ij}$  o custo de deslocação entre os locais  $i$  e  $j$ ;  $a$  o limiar da componente retangular da função; e  $v$  um parâmetro a ser determinado.

$$\begin{cases} f(C_{ij}) = 1, & \text{para } C_{ij} \leq a \\ f(C_{ij}) = e^{-\frac{(C_{ij}-a)^2}{v}}, & \text{para } C_{ij} > a \end{cases}$$

A partir dos resultados podem ser reiteradas algumas conclusões (Vale & Pereira, 2017). Em primeiro lugar, mais do que a forma e a inclinação da função de impedância, o parâmetro sensível é o valor de corte da função, isto é, a distância na qual a função atinge o valor zero ou quase zero. Este resultado dá força aos críticos da utilização dos 400 m como regra de medição da acessibilidade pedonal, sugerindo que outros valores devem ser testados ou utilizados. Adicionalmente, sugere que a calibração da função de impedância deve dar mais importância aos valores de distância mais elevados e não aos valores.

Em segundo, embora as correlações encontradas sejam elevadas e significativas, as diferenças nos valores normalizados são maiores do que as diferenças nas posições de classificação respectivas (confirmado pelo coeficiente de correlação de Spearman). Assumindo que a acessibilidade é uma característica comparativa de diferentes locais, a posição relativa dentro de uma classificação ordenada é mais significativa do que o valor absoluto. Nesse caso, as medidas de acessibilidade são ainda mais semelhantes e a escolha da função de impedância perde importância para a medição da acessibilidade pedonal. Por outras palavras, independentemente da função de impedância escolhida, alguns lugares são consistentemente colocados nas posições superiores (por exemplo o centro da cidade) e alguns são consistentemente colocados nas posições inferiores (as periferias da cidade).

Em terceiro, apesar de existir consistência geral na posição, as diferenças nos valores observados normalizados (entre 0 e 100) são relevantes pois o valor de acessibilidade de algumas áreas/espacos foi alterado até 99.72 na escala normalizada quando são comparadas várias oportunidades, e até 80 em casos onde se fixa uma determinada função de impedância e apenas se altera um parâmetro.

Estes resultados enfatizam a discussão sobre o significado e a interpretação dos valores de acessibilidade calculados. De facto, mesmo aumentando a facilidade de comunicar um valor de acessibilidade através do uso de uma escala normalizada, o valor final de acessibilidade pode não ter sentido em si mesmo, uma vez que o seu significado é dado apenas em comparação com valores de outros locais, com valores médios ou medianos, ou com um valor de referência predeterminado. As medidas de oportunidades acumuladas e as medidas baseadas na distância são exceções a este argumento pois são facilmente compreendidas e explicadas, o que em parte justifica a sua utilização continuada.

Em quarto, o impacto no valor final do cálculo de um indicador de acessibilidade em resultado da escolha de uma determinada fórmula para representar a função de impedância não é igual do ponto de vista espacial. Locais próximos de oportunidades apresentam sempre valores de indicadores de acessibilidade pedonal elevados. O contrário também é verdadeiro, ou seja, locais situados longe de oportunidades apresentam sempre indicadores de fraca acessibilidade. Por outro lado, as localizações a uma certa distância de várias oportunidades são extremamente sensíveis à escolha da função de impedância e do parâmetro associado. Em concreto, locais que distam entre 200 e 400 m de uma oportunidade têm a maior variação de valores mensurados, seguidos pelos que distam entre 400 e 600 m.

Em quinto, usando a variabilidade máxima do indicador de acessibilidade calculado como índice da robustez da medida de acessibilidade, os resultados sugerem que a função gaussiana e a função exponencial são os modelos mais robustos. No entanto, ambos revelam alta variabilidade para locais que distam entre 200 e 600 m da oportunidade mais próxima. Neste sentido, a função cumulativo-gaussiana parece adaptar-se melhor do que estas duas funções por dois motivos: mostra menor variabilidade global e modela explicitamente uma indiferença em relação a uma distância inicial.

Por último, para medir a acessibilidade pedonal, a função cumulativo-gaussiana pode e deve ser entendida como uma alternativa à função exponencial negativa amplamente utilizada. Os resultados obtidos por estas duas funções de impedância são significativos e altamente correlacionados e a sua distribuição espacial também o é, sendo sensíveis à presença de uma única oportunidade e destacando o agrupamento ou proximidade de várias oportunidades. No entanto, a função cumulativo-gaussiana é uma medida mais robusta e inclui explicitamente o conceito de “tolerância de viagem”, que reflete melhor a forma como os peões percecionam as distâncias.

Em conclusão, reconhece-se que é necessária mais investigação para validar e generalizar os resultados obtidos. No entanto, como sugerido também por outros autores, argumenta-se que o uso de uma função ‘em forma de s’ é, provavelmente, a abordagem mais adequada para medir a acessibilidade pedonal, podendo a função cumulativo-gaussiana ser entendida como um exemplo. Com esta função é possível calcular a acessibilidade pedonal sem um conhecimento detalhado das distâncias pedonais reais e percecionadas e incluir explicitamente o conceito da “tolerância à distância” e a forma como os indivíduos a percecionam, proporcionando resultados robustos e semelhantes aos obtidos com outras metodologias e métodos que exigem muitos mais dados. Finalmente, apesar de a investigação ter sido desenvolvida especificamente para deslocações pedonais, seguindo a hipótese de “utilidade positiva da deslocação”, a função cumulativo-gaussiana pode também ser usada e testada para o cálculo da acessibilidade noutros modos de transporte.

### 6.3 · RELAÇÃO ENTRE AMBIENTE CONSTRUÍDO E MOBILIDADE EM CIDADES DE MÉDIA DIMENSÃO

Nas cidades de média dimensão os modos ativos constituem muitas vezes uma alternativa viável para grande parte das deslocações, representando normalmente uma parte importante da repartição modal, o que poderá constituir em si mesmo uma mais valia do ponto de vista ambiental pois, tal com refere Alves (2008), os padrões de mobilidade destas cidades apresentam uma dependência muito grande do automóvel particular, em parte porque a oferta de transportes públicos é muito residual.

Atendendo a isto, procurou-se avaliar o poder explicativo que o ambiente construído tem na mobilidade da população de cidades médias, através de uma análise estatística confirmatória. Como anteriormente referido, a literatura demonstra que o ambiente construído é parcialmente responsável pela mobilidade da população, tendo sido identificados por Ewing e Cervero (2010) cinco dimensões do ambiente construído com influência nos padrões de mobilidade (5 Ds: Densidade, Diversidade, Design, acessibilidade aos Destinos e Distância aos transportes públicos). Neste trabalho foram adotadas as cinco dimensões do ambiente construído tendo sido adicionada uma nova dimensão, a topografia do lugar que exerce uma influência importante para os modos ativos. Além disso, foram ainda controlados aspetos sociodemográficos, atitudes e o potencial de mobilidade de cada indivíduo, isto é, o número de veículos e a posse de carta de condução (Vale, Alves, Bento, Rosa, & Pereira, 2015).

Dos 4500 indivíduos inquiridos nas quatro cidades, apenas 3289 realizaram pelo menos uma viagem no dia anterior. O *screening* dos dados reduziu a amostra final para 3149 inquiridos (771 de Castelo Branco, 781 de Faro, 892 de Santarém e 705 de Vila Real). Os trinta indicadores de ambiente construído calculados foram selecionados através de entrevistas a urbanistas e académicos, de forma a contemplar as seis dimensões referidas (5 Ds mais topografia), tendo por base uma análise exaustiva a catálogos de indicadores existentes (Forsyth et al., 2012; Rueda, 2008). Com base nestes indicadores, foram desenvolvidos Modelos de Equações Estruturais para avaliação da influência do ambiente construído na mobilidade, contemplando também condições socioeconómicas e avaliação de atitudes (quadro 6.2).

Tendo em conta a repartição modal destas cidades, a variável dependente (mobilidade) é considerada uma variável latente, representada através de quatro variáveis observadas: distância percorrida a pé, número de viagens a pé, distância percorrida em automóvel, e número de viagens em automóvel.

VARIÁVEIS UTILIZADAS	DESCRIÇÃO	MIN	MÁX	MÉDIA	$\sigma$	ASSIMETRIA	CURTOSE
<b>SOCIOECONÓMICAS</b>							
I_Idade	Idade do inquirido	15	91	42,5	18,1	0,46	-0,85
I_WorkStud	Ocupação = trabalhador ou estudante (dummy)	0	1	0,7	0,5	-0,79	-1,38
H_Size	Dimensão da habitação (número de quartos)	1	6	3,7	1,0	0,04	-0,19
I_CartaCond	Posse de carta de condução (dummy)	0	1	0,8	0,4	-1,28	-0,36
H_MotVehi	Presença de veículos motorizados no agregado (dummy)	0	1	0,8	0,4	-1,74	1,02
<b>ATITUDES (LIKERT SCALE)</b>							
Att_Trv14	[É agradável andar a pé no meu bairro]	1	5	4,5	0,9	-1,37	2,00
Att_BE2	[É importante haver lojas, serviços e equipamentos perto de casa]	1	5	4,3	0,9	-1,40	2,14
Att_BE4	[Valorizo a proximidade a espaços verdes e de lazer]	1	5	4,5	0,7	-1,72	4,34
Att_Hab2	[Considero a preservação ambiental um tema importante]	1	5	4,6	0,6	-1,75	4,43
Att_Hab9	[Devia andar-se mais a pé e de bicicleta por questões de saúde]	1	5	4,6	0,7	-1,89	4,86
<b>AMBIENTE CONSTRUÍDO</b>							
Den3	Índice de utilização	0,0	1,6	0,7	0,3	0,02	-0,86
Div1	Percentagem de edifícios unifamiliares	0,0	100,0	45,7	21,8	0,15	-0,56
Sq_Con4*	Percentagem de edifícios unifamiliares	5,4	12,5	7,0	0,8	1,32	2,68
Dsg2	Percentagem de área de circulação motorizada	2,0	26,1	15,5	4,6	-0,33	-0,35
Dsg7	Largura média do canal de circulação motorizada	0,0	7,7	4,2	1,3	-0,53	0,01
Top1	Percentagem de área com declive inferior a 8%	1,9	100,0	59,8	23,3	0,10	-0,86
*Variáveis transformadas através do cálculo da raiz quadrada da variável inicial							
<b>ACESSIBILIDADE</b>							
Sq_Acc1*	Distância à paragem mais próxima	1,0	51,7	13,5	5,7	1,49	6,72
Sq_Acc4*	Distância à atividade mais próxima	0,0	35,9	6,4	5,9	0,87	0,88
*Variáveis transformadas através do cálculo da raiz quadrada da variável inicial							



Através do modelo observou-se que a mobilidade nas cidades de média dimensão é fundamentalmente determinada pelo potencial de mobilidade da população, nomeadamente, posse de carta de condução e de veículos motorizados ( $\beta = -.535$ ,  $p < .001$ ). Observa-se também que as características do ambiente construído do local de residência constituem um determinante da mobilidade ( $\beta = .235$ ,  $p < .001$ ), tal como as condições socioeconómicas da população ( $\beta = .162$ ,  $p < .001$ ). As condições de acessibilidade do local de residência na mobilidade também exercem um pequeno efeito sobre a mobilidade ( $\beta = -.059$ ,  $p < .05$ ). Por outro lado, as atitudes não se revelaram significativas para explicar a mobilidade ( $\beta = .031$ ,  $p = .165$ ).

Desta forma, pode concluir-se que, tal como registado para cidades de grande dimensão, as características socioeconómicas e o potencial de mobilidade da população são, em si mesmo, um importante determinante da mobilidade das cidades médias. Contudo, nas cidades de média dimensão o ambiente construído do local de residência é também um determinante da mobilidade da população, tanto em modos ativos, como em automóvel, o que reforça a importância do planeamento regional e urbano como ferramenta de promoção da mobilidade urbana sustentável inclusive nestes contextos urbanos.

Os resultados parecem indicar que, embora a utilização de transportes públicos seja muito reduzida nestas cidades, a mobilidade pedonal pode, de facto, constituir uma prioridade para a promoção da mobilidade urbana sustentável nestas cidades. Os principais exemplos desta promoção deverão passar pela garantia da existência de boas condições de acessibilidade pedonal no território, que devem ser asseguradas através da manutenção das curtas distâncias entre origens e destinos, para as quais os instrumentos de gestão territorial e as políticas de transportes têm um papel muito importante a desempenhar.

## 6.4 · INFLUÊNCIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO DOS DESTINOS NA MOBILIDADE PEDONAL

Uma das limitações do trabalho desenvolvido no domínio da relação entre usos do solo e mobilidade prende-se com o facto de apenas se analisarem as características do ambiente construído do local de residência, ignorando-se a influência do ambiente construído dos destinos na mobilidade. Contudo, de acordo com a teoria do *Modelo Comportamental do Ambiente*, o ambiente construído influencia a mobilidade pedonal através de três componentes distintos: as origens e destinos, as características das áreas envolventes a estes, e as características dos caminhos que ligam origens e destinos (C. Lee & Moudon, 2006). No entanto, grande parte da investigação tem-se centrado apenas nas características das origens em detrimento das outras componentes. Embora alguns trabalhos se tenham focado nos destinos, demonstrando a sua importância, os resultados são ainda muito incipientes (Yang et al., 2015).

Desta forma, procurou-se também comparar as características do ambiente construído do local de residência (origens) com as características do local de trabalho (destinos), investigando os seus impactos relativos nos padrões de mobilidade (Vale & Pereira, 2016). Para o efeito foram utilizados os 1100 inquéritos da cidade Santarém tendo-se desenvolvido um Modelo de Equações Estruturais mais focado nas deslocações em modos ativos e introduzindo as características do ambiente construído do local de trabalho, tendo-se acrescentado ainda a distância casa-trabalho, uma vez que esta é determinante nos padrões de mobilidade (João de Abreu e Silva, 2014), especialmente para modos ativos (figura 6.8).

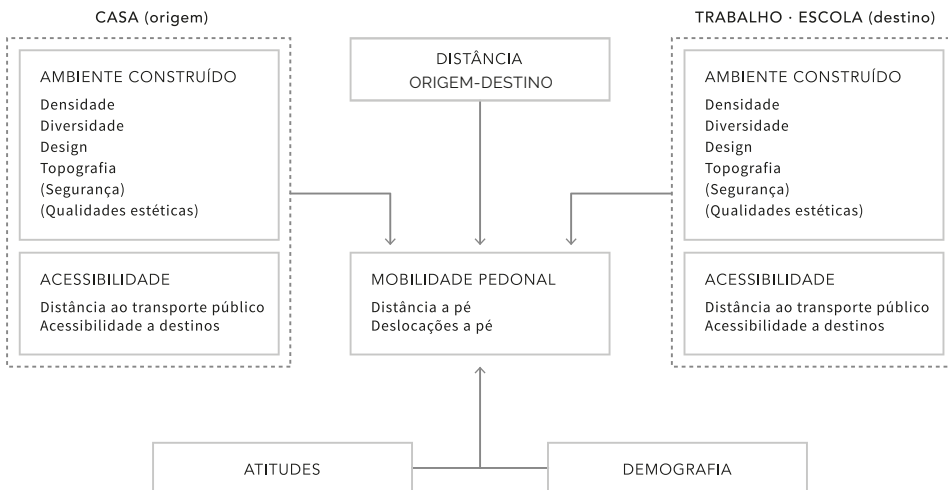


FIG. 6.8 ·

*Modelo conceptual das determinantes da mobilidade pedonal.*

O modelo final e as suas estimativas estandardizadas estão representados na figura 6.9. Os índices de ajustamento apresentam valores aceitáveis de qualidade do modelo geral ( $\beta^2 / df = 3.135$ ,  $CFI = 0.803$ ,  $PGFI = 0.722$ ). O modelo explica 69% da variável dependente (mobilidade pedonal), que se manifesta em duas variáveis observadas: distância a pé e o número de viagens a pé. As variáveis de controlo revelam influências distintas. Por um lado, no que diz respeito às atitudes, identificam-se três perfis de indivíduos distintos, que se rotulam de “ambientalista”, “amante de atividades de ar livre” e “pró-caminhada”. No entanto, o seu poder explicativo é muito pequeno e não significativo ( $\beta = 0.103$ ;  $p = 0.080$ ). Da mesma forma, a trajetória entre as características socioeconómicas e a mobilidade pedonal é muito pouco significativa, com um peso estandardizado apreciável ( $\beta = 0.295$ ;  $p = 0.051$ ). Por outro lado, das variáveis de controlo, duas são construtos significativos da mobilidade pedonal, a distância casa-trabalho ou casa-escola ( $\beta = -0.387$ ;  $p < 0.001$ ) e o potencial de mobilidade a variável com maior peso em todo o modelo ( $\beta = -0.841$ ;  $p < 0.001$ ). Assim, neste caso de estudo, são os indivíduos com maior potencial de mobilidade e que residem mais longe do local de trabalho ou da escola que apresentam uma maior probabilidade de realizar menores distâncias a pé e de realizar menos viagens a pé.

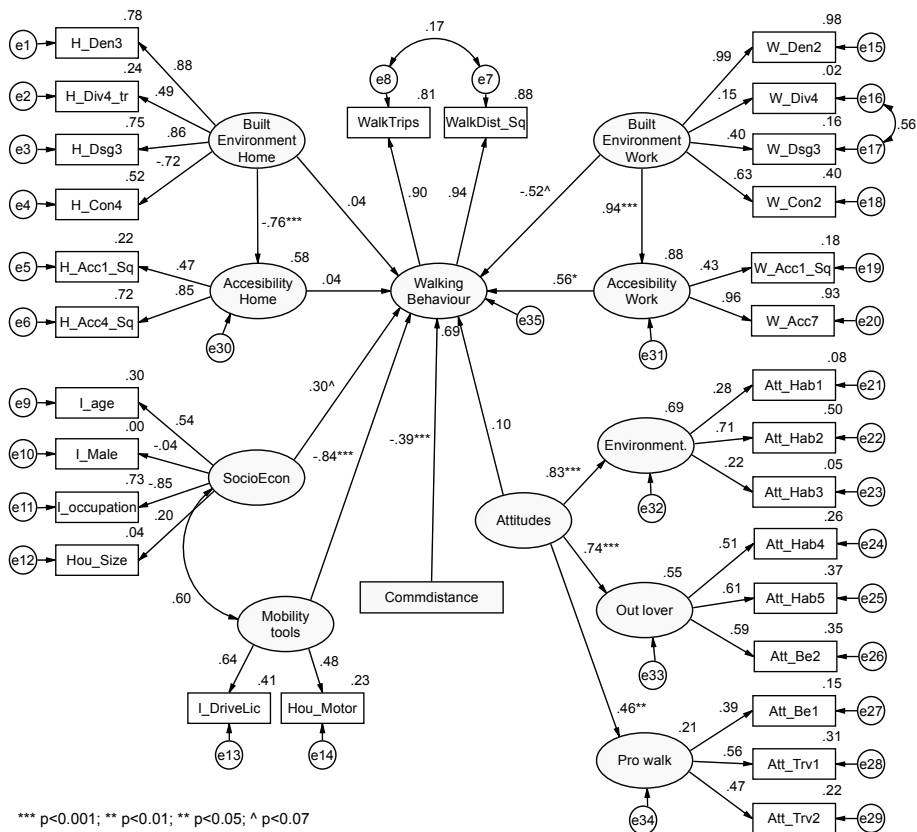


FIG. 6.9 · Estimativas estandardizadas dos parâmetros do modelo dos efeitos do ambiente construído da origem e do destino na mobilidade.

O ambiente construído demonstrou uma influência limitada na mobilidade pedonal, tanto no que se refere ao local de residência como ao local de trabalho ou estudo. O ambiente construído da residência demonstra um efeito direto ( $\beta = 0.038$ ;  $p = 0.654$ ) e um efeito mediado através das condições de acessibilidade da residência ( $\beta = 0.035$ ;  $p = 0.699$ ) na mobilidade pedonal, embora nenhum dos efeitos seja estatisticamente significativo. Ou seja, neste caso de estudo, a mobilidade pedonal não foi determinada pelas características do ambiente construído da residência.

Em contrapartida, a influência do ambiente construído do local de trabalho ou estudo é significativa e a sua acessibilidade também exerce um efeito mediador na mobilidade pedonal. O efeito direto do ambiente construído é negativo e muito pouco significativo ( $\beta = -0.518$ ;  $p = 0.064$ ). Mas o seu efeito mediado através das condições de acessibilidade é positivo e significativo ( $\beta = 0.521$ ;  $p < 0.05$ ), todavia, o seu efeito global é muito pequeno ( $\beta = 0.002$ ) – ver quadro 6.3.

VARIABLE	DIRECT EFFECT	INDIRECT EFFECT	TOTAL EFFECT
<i>Commuting distance</i>	-0,387	-	-0,387
<i>Mobility tools</i>	-0,841	-	-0,841
<i>Attitudes</i>	0,103	-	0,103
<i>Socio-economic characteristics</i>	0,295	-	0,295
<i>Home's built environment</i>	0,038	-0,027	0,012
<i>Home's accessibility</i>	0,035	-	0,035
<i>Workplace's built environment</i>	-0,518	0,521	0,002
<i>Workplace's accessibility</i>	0,556	-	0,556

Quadro. 6.3 -

*Estimativas estandardizadas diretas e indiretas na mobilidade pedonal.*

Em conclusão, os resultados revelam que, tal como demonstrado em estudos anteriores, as características individuais são fundamentais na mobilidade, não se devendo, assim, enfatizar exageradamente a importância do ambiente construído para a sua explicação. De facto, o potencial de mobilidade dos indivíduos apresenta-se como o principal determinante da mobilidade ( $\beta = -0.841$ ;  $p < 0.001$ ) e as características socioeconómicas - como idade, ocupação e dimensão da casa também - são muito pouco significativas. No caso particular de andar a pé, a distância entre origem e destino é uma variável importante ( $\beta = -0.387$ ;  $p < 0.001$ ), a qual pode, contudo, ser superada através de planeamento urbano que limite a expansão urbana de forma eficaz (seja de residências ou de locais de trabalho) e que promova o aumento da acessibilidade em transporte público aos locais de trabalho, o que, no caso das cidades médias, pode exigir soluções de transporte público inovadoras e, provavelmente, mais flexíveis, devido às características do ambiente construído destas cidades.

Porém, os resultados também enfatizam a importância do ambiente construído dos destinos para explicar a mobilidade, facto já apontado em outros estudos (J Abreu e Silva, Golob, & Goulias, 2006; Dong, Ma, & Broach, 2015; Hurvitz & Moudon, 2012; B. Lee, Gordon, Moore, & Richardson, 2011). Neste estudo, o ambiente construído do local de residência não é significativo, contradizendo vários estudos anteriores que o identificam como determinante. Quanto ao ambiente construído do local de trabalho e de acordo com alguns estudos mais recentes (Forsyth & Oakes, 2014; Kwoka, Boschmann, & Goetz, 2015; Millward, Spinney, & Scott, 2013), os resultados encontrados consideram-no um fator que exerce uma influência significativa na mobilidade pedonal, também pelas condições de acessibilidade do mesmo.

Em termos gerais, quanto mais acessível for o local de trabalho, maior a probabilidade de um indivíduo se deslocar a pé, relevando, assim, a importância da acessibilidade, tal como apontado anteriormente (Manaugh & El-Geneidy, 2011).

De facto, a acessibilidade de um lugar parece assumir um papel mediador entre o ambiente construído e a mobilidade, enfatizando a sua importância como objetivo de planeamento (Bertolini, Le Clercq, & Kapoen, 2005; Van Wee, 2011). Ao promover-se a acessibilidade multimodal num determinado tipo de ambiente construído, podem considerar-se e implementar diversas políticas de ordenamento do território e de transportes sem ter de se impor uma determinada solução de desenho urbano único para todas as cidades, a qual teria naturalmente muita dificuldade em ser aceite. Desta forma, e assumindo o papel mediador da acessibilidade, parece que os 5 Ds poderiam ser melhor concebidos como "3Ds + A", isto é, Densidade, Diversidade, Design e Acessibilidade, em que a acessibilidade é determinada pelo ambiente construído e se constitui como um mediador do relacionamento entre o ambiente construído e a mobilidade.

Finalmente, os resultados sublinham ainda que para compreender o papel do ambiente construído como determinante da mobilidade pedonal é importante considerar não apenas o local de residência, mas também o ambiente construído das principais âncoras do espaço-tempo dos indivíduos, como o seu local de trabalho ou localização da sua escola. Assim, não só se deve avaliar e considerar o ambiente construído dos principais destinos, como também se deve prestar especial atenção aos regulamentos urbanísticos e ao desenho urbano dos principais destinos, pois estes podem contribuir significativamente para a melhoria da mobilidade urbana sustentável. Neste âmbito, o estacionamento automóvel é determinante, bem como as condições de circulação pedonal (passeios, passadeiras, atravessamentos, etc.). É ainda fundamental colocar a tónica na transformação de locais de trabalho mono-funcionais isolados em bairros de uso misto, nos quais seja possível caminhar do local de trabalho para uma variedade de outros destinos diários importantes.

Em conclusão, resultante desta investigação, a qualidade do ambiente construído no local de destino influencia os padrões de mobilidade e esta deve constituir uma linha de orientação a privilegiar nas políticas urbanas.



## 7 · CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Rui Amaro Alves e David de Sousa Vale

O atual estado de conhecimento das relações entre usos do solo, ou ambiente construído, e os transportes e mobilidade dispõe de um importante acervo bibliográfico e de um conjunto bastante vasto de projetos desenvolvidos à escala internacional e nacional, sobretudo em grandes áreas urbanas. Todavia, apresenta uma grande diversidade de abordagens e metodologias - muitas delas demasiado genéricas e simplistas, em termos de variáveis e unidades de medida, e de modelos utilizados - e os resultados obtidos apresentam algumas inconsistências, ambiguidades e, até, contradições, o que dificulta a comparação entre diferentes contextos espaciais e urbanos.

Embora a integração entre usos do solo e os transportes se revele complexa e os impactos do ambiente construído na mobilidade estejam longe de ser completamente conhecidos, existe um consenso muito alargado em relação a alguns desses impactos. A influência que o ambiente construído tem na acessibilidade multimodal das áreas urbanas é indiscutível, o que justifica que se continue a encarar o ambiente construído e o planeamento regional e urbano como um elemento fundamental para se promover uma mobilidade urbana mais sustentável.

Como decorre também da literatura, o ambiente construído é um conceito complexo e algo difuso, que pode ser medido de diversas formas, através de uma panóplia de indicadores. A sua operacionalização, enquanto meio de promoção da mobilidade sustentável, pode confrontar-se com alguns problemas.

As abordagens mais recentes revelaram-se mais compreensivas e integradoras, partindo da premissa de que o ambiente construído e os transportes se influenciam mutuamente e de que existem efeitos de *feedback* que devem ser considerados. Adicionalmente, procuram, também, incorporar aspetos relacionados com as atitudes, as querências e o comportamento dos indivíduos, numa perspetiva mais sócioecológica e cultural.

Este quadro epistemológico algo perplexo não é suficientemente explícito em relação aos caminhos a percorrer em termos de investigação das inter-relações entre o ambiente construído e os transportes e mobilidade.

Por isso, o trabalho desenvolvido no quadro do projeto de investigação, que teve como objetivo o estudo e a modelação da interação entre os usos do solo e os transportes nas cidades portuguesas de média dimensão - Castelo Branco, Faro, Santarém e Vila Real - assentou numa metodologia específica e inovadora, no contexto nacional e internacional, comum às quatro cidades, baseada na recolha *in loco* da informação necessária, com base em inquéritos e levantamentos e na sua georreferenciação num Sistema de Informação Geográfica construído em cada cidade, complementando, assim, os estudos desenvolvidos sobre grandes áreas urbanas.

A hipótese inicial, comum a muitos outros estudos que se desenvolveram sobre esta temática em outros contextos urbanos e realidades diversificadas no plano internacional, era que o ambiente construído (usos do solo) e os transportes desenvolvem relações de interdependência que interferem nos comportamentos e atitudes de deslocação (mobilidade) das pessoas e que produzem padrões específicos de mobilidade urbana, neste caso concreto, em cidades de média dimensão. Por outro lado, pretendia-se, ainda, introduzir a dimensão política urbana como fator adicional explicativo desses comportamentos e atitudes.

Atendendo à experiência adquirida pelos investigadores em trabalhos anteriormente desenvolvidos nestas cidades e ao conhecimento empírico e à vivência adquiridas, partiu-se da premissa de que estas cidades apresentavam padrões de mobilidade distintos dos das grandes áreas urbanas, decorrentes da sua pequena dimensão física e populacional, da forte proximidade entres os diferentes elementos constituintes da estrutura urbana, e da ausência de massa crítica suficiente para sustentar uma procura considerável de transporte público, logo, uma forte propensão para a utilização do transporte individual e para as deslocações a pé.

No plano operacional, foram colocadas questões a que a investigação deveria dar resposta a três níveis. A um nível macro, comparando as cidades envolvidas entre si; a nível meso, estabelecendo a comparação entre bairros específicos com características semelhantes nas quatro cidades; e a um nível micro, comparando bairros com características semelhantes e com características muito diferentes dentro da mesma cidade. Por vicissitudes várias, não foi possível responder cabalmente aos objetivos iniciais e a todas as questões formuladas, que se revelaram tarefas demasiado ambiciosas face aos recursos colocados à disposição do projeto.

A fim de avaliar o nível de integração entre usos do solo e transportes, foram utilizadas medidas de acessibilidade como indicadores chave, uma vez que estas refletem, simultaneamente, as características e localizações de oportunidades (reflexo dos usos do solo ou do ambiente construído) e a maior ou menor facilidade de acesso a elas (reflexo do sistema de transportes).

Outros aspetos relevantes no quadro da metodologia desenvolvida dizem respeito à escolha e determinação da função de impedância da distância (ou tempo) utilizada em medidas de acessibilidade potencial, à resolução espacial e à extensão espacial utilizada. Embora seja comum a medição de acessibilidade relativa a locais de origem (localização da residência) e muito menos aos locais de destino (locais de emprego ou estudo), neste projeto, considerou-se que nas cidades médias estes últimos poderiam ter tanta ou mais influência para a determinação da mobilidade individual. No cálculo da acessibilidade, foi atribuída maior relevância às deslocações a pé e aos seus tempos de deslocação, uma vez que a duração das viagens em transporte motorizado era relativamente reduzida em todas as cidades e não constituía um fator suficientemente diferenciador das atitudes e comportamentos de deslocação. A grande facilidade de estacionamento observada nas quatro cidades também favorece bastante a acessibilidade em automóvel, pelo que este indicador se revelou pouco significativo para distinguir as diversas áreas das cidades médias em estudo.

As atitudes relativas à mobilidade foram medidas de acordo com três grandes grupos: comportamento dos transportes, ambiente construído e hábitos e crenças. O conceito de ambiente construído adotado assentou em oito dimensões, tendo sido calculados 35 indicadores em seis delas (densidade, diversidade, design, conectividade, topografia e acessibilidade), relativamente à área de influência de cada edifício (500 m). A partir destes foram realizadas análises estatísticas simples (estatística descritiva, regressão simples e múltipla) e análises estatísticas complexas (análises multivariadas: *clusters*, análise fatorial e modelos de equações estruturais) para cada cidade, e estabelecida uma análise comparativa entre elas.

A partir do sistema de informação geográfica e da análise dos usos do solo, conclui-se que as cidades apresentam estruturas urbanas e funcionais muito distintas, fruto de condições topográficas também muito diferenciadas. Todavia, uma análise mais apurada permite verificar que os indicadores urbanísticos calculados apresentam semelhanças nas quatro cidades.

A cidade de Faro é claramente a que apresenta a maior dimensão física e populacional, sendo, também, a mais compacta em termos de forma urbana. No grupo dos indicadores de densidade e de intensidade de utili-

zação do solo, Faro distingue-se claramente com densidades mais elevadas, com cerca de 16 edifícios/ha e 45 frações/ha, e com índices gerais de utilização do solo e índices específicos de utilização do solo, pela habitação e pelo comércio e serviços, com valores mais elevados.

No grupo de indicadores de diversidade, Santarém apresenta maior complexidade e diversidade urbanas (funcionais). A diferença entre os dois índices específicos de utilização do solo (habitação e comércio e serviços) é mínima, o que indica um maior equilíbrio na distribuição espacial das funções urbanas (comércio e serviços, e habitação). Vila Real destaca-se pelo maior peso dos edifícios habitacionais e, dentro destes, dos edifícios unifamiliares.

Nos indicadores de conectividade, o rácio de influência pedonal apresenta valores médios semelhantes em todas as cidades. Castelo Branco e Vila Real apresentam os trajetos mais curtos nas deslocações, por apresentarem maior retilinearidade nos percursos de acesso a funções quotidianas, o que traduz uma forte semelhança entre a distância percorrida na rede (efetiva) e a distância medida em linha reta (potencial/teórica).

Em termos dos indicadores de acessibilidade, em especial, do indicador distância média dos edifícios à paragem mais próxima, predominam as distâncias até 200 m, com exceção da cidade de Santarém, onde a grande maioria das paragens se encontra a 450 m. Nesta cidade, verificou-se, também, a existência de uma baixa oferta de transporte público, com cerca de 15 a 20 veículos/dia, o que faz de Santarém a cidade com menor acessibilidade em transporte público. Por outro lado, conclui-se que 70% das áreas de influência dos edifícios contêm, pelo menos, 4% do total das atividades. A cidade de Faro destaca-se por apresentar maior continuidade comercial, isto é, a cidade que apresenta maior número de atividades a cada 100 m de via.

No conjunto de indicadores de design, Vila Real destaca-se por apresentar maior área destinada à circulação pedonal e a espaços verdes. Faro sobressai nos indicadores de topografia, por cerca de 80% das áreas de influência dos edifícios se localizarem em áreas com declive abaixo dos 8%, podendo concluir-se que será a que apresenta melhores condições potenciais para as deslocações em modos ativos.

Com base nos 4 670 inquéritos realizados nas quatro cidades, foi possível traçar um perfil de mobilidade para todas elas. Os locais de residência e os locais de trabalho dos inquiridos encontram-se pouco afastados (exceção feita à cidade de Santarém, onde as distâncias entre eles são mais elevadas) e as durações das viagens são curtas, tratando-se, na sua maioria, de viagens realizadas principalmente por motivos de “trabalho ou escola”, “regresso a casa”, “refeição” e “compras e lazer”.

Tendo por base o traçado do percurso dos inquiridos e o número de viagens realizadas, conclui-se que predomina, de forma clara, o número de viagens par em relação ao número de viagens impar, ou seja, todas estas viagens têm um sentido pendular, sendo o motivo mais apontado o “regresso a casa”. Prevalece, também, o número de inquiridos que realizou duas e quatro viagens, com picos entre as 12h00 e as 14h00 (almoço na residência).

Os modos ativos preponderam de forma clara nas viagens de curta distância, enquanto os veículos individuais motorizados são mais utilizados nas viagens de longa distância. Esta tendência é geral, com a exceção de Castelo Branco, onde não foi encontrada uma relação entre a distância e a escolha do modo para realizar a viagem. Essa escolha depende, também, da faixa etária dos inquiridos. Indivíduos mais jovens e mais idosos fazem mais uso dos modos ativos e utilizam mais o transporte público. Os indivíduos adultos e em idade ativa usam mais os veículos individuais motorizados.

Os modos ativos são também os mais utilizados pelos indivíduos com menores rendimentos familiares, níveis habitacionais e estatutos socioprofissionais mais baixos, enquanto os indivíduos com maiores rendi-

mentos, níveis habilitacionais e estatutos socioprofissionais mais elevados utilizam mais os veículos individuais motorizados para a realização de viagens. Embora o transporte público constitua uma alternativa viável, o número de viagens realizadas pelos inquiridos em transportes públicos foram poucas face às viagens realizadas por outros meios de transporte.

Do cruzamento da informação relativa às viagens com a informação relativa a atitudes, nomeadamente o conjunto de afirmações associadas à proteção e conservação do ambiente, emerge uma contradição. Os inquiridos afirmam ter maior consciencialização ambiental, apesar de continuarem a usar o transporte individual motorizado em grande escala.

A mobilidade destas cidades é similar. Existem movimentos pendulares fortemente marcados entre casa e o trabalho ou a escola, que se repetem, em muitos casos, duas vezes por dia: de manhã e de tarde. O uso de veículos individuais motorizados é maioritário, a distância influencia a escolha do meio de transporte, e o transporte público é pouco utilizado.

No futuro, as investigações no quadro desta temática deverão privilegiar três linhas de orientação, no sentido de incrementar o nível de conhecimento sobre as inter-relações entre ambiente construído e transportes e mobilidade. A primeira deverá procurar obter resposta às questões colocadas no início da investigação, nos níveis meso e micro, que tornem possível a comparação entre as quatro cidades e a obtenção de um conhecimento mais robusto sobre as inter-relações entre o ambiente construído e os transportes e mobilidade em cidades de média dimensão, para que possam ser comparadas como realidades e contextos e espaciais e urbanos diferentes. A segunda consiste na introdução das políticas urbanas como variável adicional da explicação das atitudes, comportamentos e padrões de mobilidade, tal como era desígnio do projeto. Finalmente, a abordagem e metodologia aqui desenvolvidas, sendo em alguns aspetos inovadoras, necessitam de ser consolidadas e fortalecidas através da sua aplicação a outras realidades urbanas.

Na procura incessante de padrões de mobilidade urbana cada vez mais sustentáveis, o atual estado de conhecimento das inter-relações entre o ambiente construído e os transportes e mobilidade atribui ao primeiro um papel fundamental de variável instrumental. A influência que ele exerce sobre o comportamento nas viagens e sobre os modos ativos constitui uma forma de promoção da mobilidade urbana sustentável, especialmente no que diz respeito ao seu impacto nas condições de acessibilidade pedonal e à alteração das características do ambiente construído em que os indivíduos vivem e se movem.

Da investigação realizada, é possível retirar algumas ilações para o quadro estratégico para a definição das políticas e para ação, no sentido de serem introduzidas melhorias na integração entre os usos do solo e os transportes, que incrementem a mobilidade sustentável nas cidades médias portuguesas. Desde logo, atribuir prioridade aos modos que rentabilizam melhor o espaço, através de uma melhor gestão da mobilidade, que se pode traduzir em intervenções no quadro da tarificação do estacionamento, no desenvolvimento dos sistemas de transporte flexível, na promoção da mobilidade clicável - seja no âmbito dos sistemas públicos de partilha (*bike-sharing*), seja nas infraestruturas -, no incentivo à mobilidade pedonal e na construção de espaços públicos mais confortáveis. Por outro lado, importa orientar o desenvolvimento urbano para áreas com potencial de boa acessibilidade pedonal e reduzir a disparidade de acessibilidade. Atenção especial deve ser concedida à cidade existente em detrimento de novas áreas de expansão na periferia, que aumentam as distâncias a

percorrer, normalmente em transporte individual motorizado. Promover uma cidade mais densa, compacta, concentrada e multimodal, em termos de deslocações, deve constar dos objetivos centrais das políticas urbanas. Deverão ser promovidas ações de renovação, reabilitação e regeneração urbanas, que densifiquem e diversifiquem, funcionalmente, as áreas urbanas e que qualifiquem o espaço público destinado aos modos ativos, em detrimento dos modos motorizados, de modo a garantir o funcionamento adequado destes últimos, em condições aceitáveis. Finalmente, as políticas de habitação também são instrumentais neste objetivo, uma vez que a escolha da localização da residência em locais menos acessíveis pode ser resultado, simplesmente, de restrições criadas pelas condições do mercado de habitação e não, propriamente, de uma escolha livre.

Os planos de urbanismo e de usos do solo, os regulamentos municipais de urbanização e de edificação, e os regulamentos de transportes e mobilidade deverão estar alinhados com os desígnios anteriores e conter disposições urbanísticas e medidas de mobilidade mais assertivas e orientadas para a promoção da mobilidade urbana sustentável.

## BIBLIOGRAFIA

- Aditjandra, P. T., Cao, X., & Mulley, C. (2012). Understanding neighbourhood design impact on travel behaviour: An application of structural equations model to a British metropolitan data. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 46(1), 22–32.
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179–211.
- Alves, R. A. (2008). Sustainable Mobility in Medium-sized cities. Lisboa.
- Alves, R. A., Castanheira, S., Mocito, J., & Bispo, S. (2008). *Diagnostic and Strategy and Concept of Intervention* (Reports of the Municipality of Castelo Branco).
- Alves, R. A., Duarte, S. A., & Calcinha, M. I. (2011a). Promoting Sustainable Mobility in Home to School Journeys in Small and Medium Sized Cities. Case Study of Castelo Branco. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 7(77), 239–248.
- Alves, R. A., Duarte, S. A., & Calcinha, M. I. (2011b). Travel to school and urban structure in medium and small sized cities: a case study of Castelo Branco. In *WIT Transactions on the Built Environment* (Vol. 116, pp. 341–352).
- Anable, J. (2005). “Complacent Car Addicts” or “Aspiring Environmentalists”? Identifying travel behaviour segments using attitude theory. *Transport Policy*, 12(1), 65–78.
- Anderson, S. (1978). *On Streets*. Cambridge, Mass: MIT Press.
- Andersson, M. (1998). *Stockholm's Annual Rings: a Glimpse into the Development of the City*. (Monographs). Stockholm: Stockholmia förlag.
- Antrop, M. (2004). Landscape change and the urbanization process in Europe. *Landscape and Urban Planning*.
- Bagley, M. N., & Mokhtarian, P. L. (2002). The impact of residential neighborhood type on travel behavior: A structural equations modeling approach. *The Annals of Regional Science*, 36(2), 279–297.
- Banister, D. (1999). Planning More to Travel Less: Land Use and Transport. *The Town Planning Review*, 70(3), 313–338.
- Banister, D. (2005). *Unsustainable Transport: City Transport in the New Century*. London: Routledge.
- Banister, D. (2008). *The sustainable mobility paradigm*. *Transport Policy*, 15(2), 73–80.
- Banister, D., & Banister, C. (1995). Energy Consumption in Transport in Great Britain: Macro Level Estimates. *Transportation Research Part A*, 29(1), 21–32.
- Banister, D., & Marshall, S. (1999). *Encouraging Transport Alternatives. Good Practice in Reducing Travel*. London: Stationery Office.

- Bauman, A. E., Reis, R. S., Sallis, J. F., Wells, J. C., Loos, R. J. F., & Martin, B. W. (2012). Correlates of physical activity: why are some people physically active and others not? *The Lancet*, 380(9838), 258–271.
- Bernick, M., & Cervero, R. (1997). *Transit villages in the 21<sup>st</sup> century*. Book.
- Bertolini, L. (2007). Evolutionary urban transportation planning: An exploration. *Environment and Planning A*, 39(8), 1998–2019.
- Bertolini, L., & Clercq, F. le. (2003). Urban development without more mobility by car? Lessons from Amsterdam, a multimodal urban region. *Environment and Planning A*, 35, 575–589.
- Bertolini, L., Clercq, F. le, & Kapoen, L. (2005). Sustainable accessibility: a conceptual framework to integrate transport and land use plan-making. Two test-applications in the Netherlands and a reflection on the way forward. *Transport Policy*, 12(3), 207–220.
- Bertolini, L., Clercq, F. le, & Straatemeier, T. (2008). Urban transportation planning in transition. *Transport Policy*, 15(2), 69–72.
- Boarnet, M. G., & Crane, R. (2001). *Travel by Design: The Influence of Urban Form on Travel*. New York: Oxford University Press.
- Boarnet, M. G., & Sarmiento, S. (1998). Can land use policy really affect travel behavior? *Urban Studies*, 35(7), 10–15.
- Boer, R., Zheng, Y., Overton, A., Ridgeway, G. K., & Cohen, D. A. (2007). Neighborhood Design and Walking Trips in Ten U.S. Metropolitan Areas. *American Journal of Preventive Medicine*, 32(4), 298–304.
- Bohte, W., Maat, K., & van Wee, B. (2009). Measuring Attitudes in Research on Residential Self-Selection and Travel Behaviour: A Review of Theories and Empirical Research. *Transport Reviews*, 29(3), 325–357.
- Brown, B. B., Yamada, I., Smith, K. R., Zick, C. D., Jones, L., & Fan, J. X. (2009). Mixed land use and walkability: Variations in land use measures and relationships with BMI, overweight, and obesity. *Health & Place*, 15(4), 1130–1141.
- Brownson, R. C., Hoehner, C. M., Day, K., Forsyth, A., & Sallis, J. F. (2009). Measuring the Built Environment for Physical Activity. State of the Science. *American Journal of Preventive Medicine*.
- Calthorpe, P. (1993). *The Next American Metropolis: Ecology, Community, and the American Dream*. Princeton Architectural Press.
- Cao, X., Mokhtarian, P. L., & Handy, S. L. (2007a). Cross-sectional and quasi-panel explorations of the connection between the built environment and auto ownership. *Environment and Planning A*, 39(4), 830–847.
- Cao, X., Mokhtarian, P. L., & Handy, S. L. (2007b). Do changes in neighborhood characteristics lead to changes in travel behavior? A structural equations modeling approach. *Transportation*, 34(5), 535–556.
- Cervero, R. (1988). Land Use Mixing and Suburban Mobility. *Transportation Quarterly*, 42(3), 429–446.
- Cervero, R. (1998). Transit and the Metropolis: finding harmony. In *The Transit Metropolis* (pp. 2–25).
- Cervero, R. (2003). The Built Environment and Travel: Evidence from the United States. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, (2), 119–137.
- Cervero, R., & Kockelman, K. (1997). Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. *Transportation Research Part D*, 2(3), 199–219.
- Christian, H., Bull, F. C., Middleton, N., Knuiiman, M., Divitini, M., Hooper, P., & Giles-Corti, B. (2011). How important is the land use mix measure in understanding walking behaviour? Results from the RESIDE study. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 8, 55–67.

- Church, R. L., & Marston, J. R. (2003). Measuring Accessibility for People with a Disability. *Geographical Analysis*, 35(1), 83–96.
- Clark, A., & Scott, D. (2013). Understanding the Impact of the Modifiable Areal Unit Problem on the Relationship between Active Travel and the Built Environment. *Urban Studies*, (online only), 1–16.
- Clark, C. (1958). Transport: Maker and Breaker of Cities. *The Town Planning Review*, 28(4), 237–250.
- Comendador, J., Wittwer, R., López-Lambas, M. E., & Monzón, A. (2014). Understanding Travel Behavior to change Intentions towards Private Car and Public Transport. *Submitted for Publication in Transportation Research Part A*.
- Connelly, S. (2007). Mapping Sustainable Development as a Contested Concept. *Local Environment*, 12(3), 256–278.
- Corbusier, L. (1933). The Radiant City. In London: Faber and Faber (Ed.), *The Radiant City* (pp. 143–146).
- Crane, R. (2000). The influence of urban form on travel: an interpretative review. *Journal of Planning Literature*, 15(1), 3–23.
- Crawford, J. H. (2000). Carfree city. Utrecht: *International Books*.
- de Abreu e Silva, J. (2014). Spatial self-selection in land-use travel behavior interactions: accounting simultaneously for attitudes and socioeconomic characteristics. *Journal of Transport and Land Use*, 7(2).
- de Abreu e Silva, J., Golob, T. F., & Goulias, K. G. (2006). Effects of Land Use Characteristics on Residence and Employment Location and Travel Behavior of Urban Adult Workers. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1977(1), 121–131.
- de Abreu e Silva, J., Morency, C., Goulias, K. G., & Morency, C. (2012). Using structural equations modeling to unravel the influence of land use patterns on travel behavior of workers in Montreal. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 46(8), 1252–1264.
- Dong, H., Ma, L., & Broach, J. (2015). Promoting sustainable travel modes for commute tours: A comparison of the effects of home and work locations and employer-provided incentives. *International Journal of Sustainable Transportation*, (in press).
- Dong, X., Ben-Akiva, M. E., Bowman, J. L., & Walker, J. L. (2006). Moving from trip-based to activity-based measures of accessibility. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 40(2), 163–180.
- Duncan, M. J., Winkler, E., Sugiyama, T., Cerin, E., DuToit, L., Leslie, E., & Owen, N. (2010). Relationships of land use mix with walking for transport: do land uses and geographical scale matter? *Journal of Urban Health*, 87(5), 782–795.
- Eboli, L., Forciniti, C., & Mazzulla, G. (2012). Exploring Land Use and Transport Interaction through Structural Equation Modelling. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 54, 107–116.
- El-Geneidy, A., & Levinson, D. (2011). Place Rank: Valuing Spatial Interactions. *Networks and Spatial Economics*, 11(4), 643–659.
- Ewing, R., & Cervero, R. (2001). Travel and the Built Environment: A Synthesis. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1780(3), 87–114.
- Ewing, R., & Cervero, R. (2010). Travel and the Built Environment - A meta-analysis. *Journal of the American Planning Association*, 76(3), 265–294.

- Ewing, R., & Handy, S. L. (2009). Measuring the Unmeasurable: Urban Design Qualities Related to Walkability. *Journal of Urban Design*, 14(1), 65–84.
- Feng, J. (2016). The built environment and active travel: Evidence from Nanjing, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(3).
- Forsyth, A., D'Sousa, E., Koepp, J., Larson, N., Lytle, L., Mishra, N., . . . Zimmerman, J. (2012). *NEAT-GIS protocols: neighborhood environment for active transport—Geographic Information Systems, Version 5.1*.
- Forsyth, A., Hearst, M., Oakes, J. M., & Schmitz, K. H. (2008). Design and Destinations: Factors Influencing Walking and Total Physical Activity. *Urban Studies*, 45(9), 1973–1996.
- Forsyth, A., & Krizek, K. J. (2011). Urban Design: Is there a Distinctive View from the Bicycle? *Journal of Urban Design*, 16(4), 531–549.
- Forsyth, A., & Oakes, J. M. (2014). Workplace neighborhoods, walking, physical activity, weight status, and perceived health: Assessing the built environment. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2452, 98–104.
- Forsyth, A., Oakes, J. M., Schmitz, K. H., & Hearst, M. (2007). Does Residential Density Increase Walking and Other Physical Activity? *Urban Studies*, 44(4), 679–697.
- Forsyth, A., & Southworth, M. (2008). Guest Editorial: Cities Afoot—Pedestrians, Walkability and Urban Design. *Journal of Urban Design*, 13(1), 1–3.
- Frank, L. D. (2004). Obesity relationships with community design, physical activity, and time spent in cars. *American Journal of Preventive Medicine*, 27(2), 87–96.
- Frank, L. D., Devlin, A., Johnstone, S., & van Loon, J. (2010). *Neighbourhood Design, Travel, and Health in Metro Vancouver: Using a Walkability Index*. Vancouver: University of British Columbia.
- Frank, L. D., & Pivo, G. (1994). Impacts of mixed use and density on utilization of three modes of travel: *Single occupant vehicle, transit, and walking*. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1466, 44–52.
- Frank, L. D., Saelens, B. E., Powell, K. E., & Chapman, J. E. (2007). Stepping towards causation: Do built environments or neighborhood and travel preferences explain physical activity, driving, and obesity? *Social Science and Medicine*, (65), 1898–1914.
- Garreau, J. (1992). *Edge city: life on the new frontier*. *Current affairs*. London: Anchor Books.
- Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R., Pichler-Milanovic, N., & Meijers, E. (2007). *Smart cities Ranking of European medium-sized cities*. Vienna: Centre of Regional Science (SRF), Vienna University of Technology.
- Golob, T. F. (2003). Structural equation modeling for travel behavior research. *Transportation Research Part B: Methodological*, 37(1), 1–25.
- Gordon, P., Kumar, A., & Richardson, H. W. (1989). The influence of metropolitan spatial structure on commuting time. *Journal of Urban Economics*, 26(2), 138–151.
- Gordon, P., & Richardson, H. W. (1997). Are Compact Cities a Desirable Planning Goal? *Journal of the American Planning Association*, 63(1), 95–106.
- Greenwald, M. (2006). The relationship between land use and intrazonal trip making behaviors: Evidence and implications. *Transportation Research Part D*, 11(6), 432–446.
- Hall, P. (2013). *Good Cities, Better Lives. Good Cities, Better Lives: How Europe Discovered the Lost Art of Urbanism*. Abingdon: Routledge.

- Hall, P., & Pain, K. (2006). *The Polycentric Metropolis. The Polycentric Metropolis: Learning from Mega-City Regions in Europe*. London: Routledge.
- Handy, S. L. (2005). Correlation or causality between the built environment and travel behavior? Evidence from Northern California. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 10, 427–444.
- Handy, S. L., Boarnet, M. G., Ewing, R., & Killingsworth, R. E. (2002). How the built environment affects physical activity: Views from urban planning. *American Journal of Preventive Medicine*, 23(2), 64–73.
- Handy, S. L., Cao, X., & Mokhtarian, P. L. (2006). Self-selection in the relationship between built environment and walking? Evidence from Northern California. *Journal of the American Planning Association*, 1(72), 55–74.
- Handy, S. L., & Clifton, K. J. (2001). Evaluating neighborhood accessibility: Possibilities and practicalities. *Journal of Transportation and Statistics*, 4(2/3), 67–78.
- Hansen, W. G. (1959). How Accessibility Shapes Land Use. *Journal of the American Institute of Planners*, 25(2), 73–76.
- Haugen, K. (2011). The Advantage of “Near”: Which Accessibilities Matter to Whom? *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 11(4), 368–388.
- Haughton, G. (1997). Developing sustainable urban development models. *Cities*, 14(4), 189–195.
- Headicar, P. (2003). The contribution of land use planning to reducing traffic growth: the English experience. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 3(2), 137–154.
- Hess, D. (2001). Effect of Free Parking on Commuter Mode Choice: Evidence from Travel Diary Data. *Transportation Research Record*, 1753(1), 35–42.
- Hess, P., Moudon, A. V., & Logsdon, M. (2001). Measuring Land Use Patterns for Transportation Research. *Transportation Research Record*, 1780, 17–24.
- Hillier, B., & Hanson, J. (1984). *The social logic of space*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hodder, I. (2005). Women and Men at Çatalhöyük. *Scientific American*, 290(1), 76–83.
- Hopwood, B., Mellor, M., & Brien, G. O. (2005). Sustainable Development - Mapping Different Approaches - 2009. *Wiley Interscience*, 52(13), 38–52.
- Hull, A. (2008). Policy integration: What will it take to achieve more sustainable transport solutions in cities? *Transport Policy*, 15(2), 94–103.
- Hurvitz, P. M., & Moudon, A. V. (2012). Home versus nonhome neighborhood: Quantifying differences in exposure to the built environment. *American Journal of Preventive Medicine*, 42(4), 411–417.
- IMTT, Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres, I. P. (2011). *Mobilidade em Cidades Médias*. Lisboa.
- Irvine Development Corporation. (1971). *Irvine New Town Plan*.
- Jain, J., & Lyons, G. (2008). The gift of travel time. *Journal of Transport Geography*, 16(2), 81–89.
- Jellicoe, G. A. (1961). *Motopia: A study in the evolution of urban landscape*. London: Studio Books.
- Khattak, A. J., & Rodriguez, D. (2005). Travel behavior in neo-traditional neighborhood developments: A case study in USA. *Transportation Research Part A*, (39), 481–500.
- Kitamura, R., Laidet, L., Mokhtarian, P. L., Buckinger, C., & Gianelli, F. (1994). *Land Use and Travel Behavior* (Final No. Part I, II and Appendix). University of California, Davis, California: Institute of Transportation Studies.
- Kitamura, R., Mokhtarian, P. L., & Laidet, L. (1997). A micro-analysis of land use and travel in five neighborhoods in the San Francisco Bay Area. *Transportation*, 24(2), 125–158.

- Kockelman, K. (1997). Travel Behavior as Function of Accessibility, Land Use Mixing, and Land Use Balance: Evidence from San Francisco Bay Area. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1607(1), 116–125.
- Koster, H. R. A., & Rouwendal, J. (2012). The impact of mixed land use on residential property values. *Journal of Regional Science*, 52(5), 733–761.
- Kwoka, G. J., Boschmann, E. E., & Goetz, A. R. (2015). The impact of transit station areas on the travel behaviors of workers in Denver, Colorado. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 80, 277–287.
- Lee, B., Gordon, P., Moore, J. E., & Richardson, H. W. (2011). The attributes of residence/workplace areas and transit commuting. *Journal of Transport and Land Use*, 4(3), 43–63.
- Lee, C., & Moudon, A. V. (2004). Physical Activity and Environment Research in the Health Field: Implications for Urban and Transportation Planning Practice and Research. *Journal of Planning Literature*, 19(2), 147–181.
- Lee, C., & Moudon, A. V. (2006). The 3Ds+R: Quantifying land use and urban form correlates of walking. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 11(3), 204–215.
- Levine, J., Inam, A., & Tornig, G. (2000). Innovation in Transportation and Land Use as Expansion of Household Choice. Atlanta.
- Litman, T. (2017). Evaluating Accessibility for Transport Planning. *Online TDM Encyclopedia, Victoria Transport Policy Institute*, (January 2008), 61.
- Manaugh, K., & El-Geneidy, A. (2011). Validating walkability indices: How do different households respond to the walkability of their neighborhood? *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 16, 309–315.
- Manaugh, K., & Kreider, T. (2013). What is mixed use? Presenting an interaction method for measuring land use mix. *The Journal of Transport and Land Use*, 6(1), 63–72.
- Marshall, A. (1995). Eurosprawl: Never judge a city by its postcards. *METROPOLIS-NEW YORK*, 14, 62.
- Marshall, S. (2009). *Cities, Design & Evolution*. *Cities Design & Evolution*. Abingdon: Routledge.
- Martens, K. (2004). The bicycle as a feeding mode: experiences from three European countries. *Transportation Research Part D*, 9, 281–294.
- Mayne, D. J., Morgan, G. G., Willmore, A., Rose, N., Jalaludin, B., Bambrick, H., & Bauman, A. E. (2013). An objective index of walkability for research and planning in the Sydney Metropolitan Region of New South Wales, Australia: an ecological study. *International Journal of Health Geographics*, 12(1), 61.
- McConville, M., Rodríguez, D., Clifton, K. J., Cho, G., & Fleischhacker, S. (2011). Disaggregate Land Uses and Walking. *American Journal of Preventive Medicine*, 40(1), 25–32.
- Meurs, H., & Haaijer, R. (2001). Spatial structure and mobility. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 6(6), 429–446.
- Meurs, H., & van Wee, B. (2003). Land Use and Mobility: a Synthesis of Findings and Policy Implications. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 3(2), 219–233.
- Miller, H. J. (2005). Place-based versus people-based accessibility. In D. M. Levinson & K. J. Krizek (Eds.), *Access to Destinations* (pp. 63–89). Oxford: Elsevier.
- Millward, H., Spinney, J., & Scott, D. (2013). Active-transport walking behavior: destinations, durations, distances. *Journal of Transport Geography*, 28, 101–110.
- Mokhtarian, P. L. (2005). Travel as a desired end, not just a means. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 39(2), 93–96.

- Mokhtarian, P. L., & Cao, X. (2008). Examining the impacts of residential self-selection on travel behavior: A focus on methodologies. *Transportation Research Part B*, 42(3), 204–228.
- Moudon, A. V., & Lee, C. (2003). Walking and Bicycling: An Evaluation of Environmental Audit Instruments. *American Journal of Health Promotion*, 18(1), 21–37.
- Musakwa, W., & Niekerk, A. (2013). Implications of land use change for the sustainability of urban areas: A case study of Stellenbosch, South Africa. *Cities*, 32, 143–156.
- Næss, P. (2015). Built environment, causality and travel. *Transport Reviews*, 35(3), 275–291.
- Newman, P., Kenworthy, J., Cheon, A., Urpelainen, J., Lackner, M., Sierra, J. C., ... INEC. (2014). Methodologies for exploring the link between urban form and travel behavior. *Energy Policy*, 55(3), 359–368.
- Oliveira, V., & Pinho, P. (2010). Lisbon. *Cities*, 27(5), 405–419.
- Oppenheim, A. N. (2000). *Questionnaire Design, Interviewing and Attitude Measurement* (2.<sup>o</sup>). Continuum International Publishing Group.
- Owens, S. (1995). From “predict and provide” to “predict and prevent”? Pricing and planning in transport policy. *Transport Policy*, 2(1), 43–49.
- Panther, J. R., Jones, A. P., & van Sluijs, E. M. (2008). Environmental determinants of active travel in youth: A review and framework for future research. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 5(1), 34.
- Payton, N. I., & Hawkes, A. (2012). Designing new transit systems using a transect-based model. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Urban Design and Planning*, 166(4), 217–228.
- Peter, C., & William, F. (2000). *The Regional City; Planning for the End of Sprawl*. Washington, D.C: Island Press.
- Pikora, T., Giles-Corti, B., Bull, F. C., Jamrozik, K., & Donovan, R. (2003). Developing a framework for assessment of the environmental determinants of walking and cycling. *Social Science and Medicine*, 56(8), 1693–1703.
- Rietveld, P., & Daniel, V. (2004). Determinants of bicycle use: do municipal policies matter? *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 38, 531–550.
- Rueda, S. (2008). *Plan Especial de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental la Actividad Urbanística de Sevilla*. Barcelona: Gerencia de Urbanismo. Ayuntamiento de Sevilla.
- Ryan, S., & Frank, L. (2009). Pedestrian Environments and Transit Ridership. *Journal of Public Transportation*, 12(1), 39–57.
- Saelens, B. E., & Handy, S. L. (2008). Built environment correlates of walking: a review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40(7 Suppl), S550–66.
- Saelens, B. E., Sallis, J. F., & Frank, L. D. (2003). Environmental Correlates of Walking and Cycling: Findings From the Transportation, Urban Design, and Planning Literatures. *Annals of Behavioral Medicine*, 25(2), 80–91.
- Saraiva, M. (2013). *The morphological sense of commerce: Symbioses between commercial activity and the form and structure of Portuguese medium-sized cities* (PhD thesis in Civil Engineering). Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering of the University of Porto, Porto.
- Scheiner, J., & Holz-Rau, C. (2007). Travel mode choice: affected by objective or subjective determinants? *Transportation*, 34(4), 487–511.
- Schwanen, T., & Mokhtarian, P. L. (1998). Does Dissonance Between Desired and Current Residential Neighbourhood Type Affect Individual Travel Behaviour? An Empirical Assessment from the San Francisco Bay Area. *University of California Transportation Center Early Faculty Research*.

- Simma, A., & Axhausen, K. W. (2003). Interactions between Travel Behaviour, Accessibility and Personal Characteristics: The Case of Upper Austria. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 3(2), 179–197.
- Soria y Mata, A. (1892). The linear city. In R. LeGates & F. Stout (Eds.), (1998) *Selected Essays*. London: Routledge/Thoemmes Press.
- Stanilov, K. (2013). Planning the Growth of a Metropolis- factors influencing development patterns in West London, 1875–2005. *Journal of Planning History*, 12(1), 28–48.
- Stead, D. (2016). Identifying key research themes for sustainable urban mobility. *International Journal of Sustainable Transportation*, 10(1), 1–8.
- Stead, D., & Marshall, S. (2001). The Relationships between Urban Form and Travel Patterns. An International Review and Evaluation. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 1(2), 113–141.
- Straatemeier, T. (2008). How to plan for regional accessibility? *Transport Policy*, 15(2), 127–137.
- Sun, G., Lin, H., & Li, R. (2012). Measuring the Influence of Built Environment on Walking Behavior: An Accessibility Approach. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)* (Vol. 7478 LNCS, pp. 187–197).
- Talen, E. (2003). Measuring Urbanism: Issues in Smart Growth Research. *Journal of Urban Design*, 8(3), 195–215.
- Talen, E. (2013). The Walkable Neighborhood: A Literature Review. *International Journal of Sustainable Land Use and Urban Planning*, 1(1), 42–63.
- Tobler, W. R. (1970). A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. *Economic Geography*, 46, 234–240.
- Vale, D. S. (2010). *Sustainable Urban Form, Accessibility and Travel: The relationship between polycentric urban development and commuting in Lisbon*. Saarbrücken: LAP: Lambert Academic Publishing.
- Vale, D. S. (2013). Does commuting time tolerance impede sustainable urban mobility? Analysing the impacts on commuting behaviour as a result of workplace relocation to a mixed-use centre in Lisbon. *Journal of Transport Geography*, 32, 38–48.
- Vale, D. S., Alves, R. A., Bento, R., Rosa, M., & Pereira, M. (2015). Ambiente construído e mobilidade em cidades de média dimensão. *X CONGRESSO DA GEOGRAFIA PORTUGUESA: Os Valores Da Geografia*, (c), 615–620.
- Vale, D. S., & Pereira, M. (2016). Influence on pedestrian commuting behavior of the built environment surrounding destinations: A structural equations modeling approach. *International Journal of Sustainable Transportation*, 10(8), 730–741.
- Vale, D. S., & Pereira, M. (2017). The influence of the impedance function on gravity-based pedestrian accessibility measures: A comparative analysis. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 44(4), 740–763.
- Vale, D. S., Saraiva, M., & Pereira, M. (2016). Active accessibility: A review of operational measures of walking and cycling accessibility. *Journal of Transport and Land Use*, 9(1), 131–150.
- Van Acker, V., Witlox, F., & Van Wee, B. (2007). The effects of the land use system on travel behavior: A structural equation modeling approach. *Transportation Planning and Technology*, 30(4), 331–353.
- Van Wee, B. (2011). Evaluating the impact of land use on travel behaviour: the environment versus accessibility. *Journal of Transport Geography*, 19(6), 1530–1533.
- Van Wee, B., & Handy, S. L. (2016). Key research themes on urban space, scale, and sustainable urban mobility. *International Journal of Sustainable Transportation*, 10(1), 18–24.

- Vermeij, G. J. (2004). *Nature: an economic history*. Princeton University Press.
- Vitruvius. (1999). *Ten Books on Architecture*. (I. D. Rowland & T. N. Howe, Eds.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Von Thünen, J. H. (1966). *Von Thünen's' Isolated State': An English Edition*. London: Pergamon.
- Wang, Y., Chau, C. K., Ng, W. Y., & Leung, T. M. (2016). A review on the effects of physical built environment attributes on enhancing walking and cycling activity levels within residential neighborhoods. *Cities*, 50, 1–15.
- Wegener, M. (2004). *Overview of land use - transport models*, in Hensher. *Handbook of transport Geography and Spatial Systems* (3.º). Oxford: Elsevier.
- Wegener, M. (2007). Themes and relationships. In S. Marshall & D. Banister (Eds.), *Land use and transport: European research towards integrated policies*. Oxford: Elsevier.
- Wegener, M. (2014). Land-use transport interaction models. In M. Fischer & P. Nijkamp (Eds.), *Handbook of Regional Science* (pp. 741–758). Springer.
- Wegener, M., & Fürst, F. (1999). *Land-Use Transport Interaction: State of the Art (Deliverable 2a of the project TRANSLAND (Integration of Transport and Land Use Planning) of the 4th RTD Framework Programme of the European Commission)*. Dortmund: Institut für Raumplanung Fakultät Raumplanung, Universität Dortmund.
- Wheeler, S. (1998). Planning Sustainable and Livable Cities. In R. T. LeGates & F. Stout (Eds.), *The City Reader* (2.º ed., pp. 434–445). London: Routledge.
- Yamada, I., Brown, B. B., Smith, K., Zick, C., Kowaleski-Jones, L., & Fan, J. (2012). Mixed Land Use and Obesity: An Empirical Comparison of Alternative Land Use Measures and Geographic Scales. *The Professional Geographer*, 64(2), 157–177.
- Yang, L., Hipp, J. A., Adlakha, D., Marx, C. M., Tabak, R. G., & Brownson, R. C. (2015). Choice of commuting mode among employees: Do home neighborhood environment, worksite neighborhood environment, and worksite policy and supports matter? *Journal of Transport & Health*, 2(2), 212–218.
- Ziman, J. (2000). *Technological innovation as an evolutionary process*. (J. Ziman, Ed.). Cambridge: Cambridge University Press.



A equipa de investigadores permanente foi liderada e coordenada por Rui Amaro Alves, responsável pela investigação e pelo caso de estudo de Castelo Branco; David de Sousa Vale, co-coordenador e responsável pelo caso de estudo de Santarém; Manuela Rosa, responsável pelo caso de estudo de Faro; e Ricardo Bento, responsável pelo caso de estudo de Vila Real.



LIVROS  
HORIZONTE

Entidades Financiadoras



Parceiros



FACULDADE DE ARQUITECTURA

