



Universidade de Aveiro
2013

Departamento de Ciências Sociais,
Políticas e do Território

**DIOGO
SOARES
DA SILVA**

A IDENTIFICAÇÃO DE REDE ESTRUTURANTE: DUAS ABORDAGENS METODOLÓGICAS

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Planeamento Regional e Urbano, realizada sob a orientação científica do Doutor Vítor Oliveira, Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

o júri

presidente

Doutor Paulo António dos Santos Silva
professor auxiliar da Universidade de Aveiro

vogais

Doutor José Nuno Dinis Cabral Beirão
professor auxiliar da Faculdade de Arquitectura da Universidade Técnica de Lisboa (arguente)

Doutor Vítor Manuel Araújo de Oliveira
Investigador da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (orientador)

agradecimentos

Ao Professor Doutor Vítor Oliveira e ao Professor Frederico Moura e Sá, pela excepcional orientação e acompanhamento, pelos conhecimentos transmitidos, pela disponibilidade e pela paciência demonstrada ao longo dos últimos dois anos.

Ao DCSPT e respetivos docentes, cujos ensinamentos me trouxeram até aqui, em especial ao Doutor Jorge Carvalho pela entrevista concedida.

À Doutora Elisabete Figueiredo, coordenadora do Projeto de Investigação *Rural Matters*, no qual estive inserido durante a realização desta dissertação, pelo incentivo e pela flexibilidade que me concedeu, sem as quais não me seria possível terminá-la com sucesso.

À Ana, por toda a compreensão, dedicação e apoio demonstrado ao longo dos últimos anos – e em todos os que hão de vir.

Aos meus pais e restante família, por todo o suporte indispensável durante todo o meu percurso académico.

Aos meus amigos, colegas de mestrado e a todos os que passaram pela equipa do *Rural Matters*, pela motivação e pelas proveitosas trocas de ideias.

palavras-chave

rede estruturante, análise empírica sobre cartografia, sintaxe espacial, forma urbana, planeamento urbano.

resumo

As transformações nos padrões de ocupação territorial ocorridas em Portugal e na generalidade dos países ocidentais durante o século XX tiveram como consequências a expansão desordenada e a fragmentação da tradicional cidade compacta. Sustenta-se que intervenções no território com vista à sua qualificação e ao reforço da sua estrutura dependem de uma clara identificação prévia dos seus elementos estruturantes. Nesta dissertação são apresentadas, utilizadas e comparadas duas metodologias de análise e identificação dos elementos fundamentais de estruturação do território. Avaliam-se as potencialidades e as limitações da Análise Empírica sobre Cartografia e da Sintaxe Espacial através da sua aplicação ao centro de Aveiro. É também discutida a pertinência da integração entre as duas abordagens, e destas com outras metodologias de análise territorial, com vista à melhor estruturação e ordenamento do território.

keywords

structural network, cartography-based empirical analysis, space syntax, urban form

abstract

Changes in land use patterns occurred in Portugal and other Western countries over the course of the 20th century have caused the disordered expansion and fragmentation of the compact, traditional city. It's argued that any intervention aimed at the improvement and enhancement of such territories depends on a clear identification of its structural elements. In this thesis, two spatial analysis methodologies – Space Syntax and Cartography-based Empirical Analysis – will be presented and compared through a case study, assessing in the process their role, their strengths and their weaknesses in the identification of elements of the territories' structural networks. The integration of both approaches, as well as their integration with other spatial analysis' methodologies will also be discussed.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	2
ÍNDICE DE QUADROS	3
1. INTRODUÇÃO	5
2. A REDE ESTRUTURANTE	8
2.1. OS ELEMENTOS DA REDE ESTRUTURANTE	8
2.2. APRESENTAÇÃO DE MODELO DE ORDENAMENTO E QUALIFICAÇÃO DO TERRITÓRIO.....	10
2.3. SÍNTESE.....	11
3. A ANÁLISE EMPÍRICA SOBRE CARTOGRAFIA	13
3.1. IDENTIFICAÇÃO DE UNIDADES TERRITORIAIS, FRONTEIRAS E BARREIRAS.....	13
3.2. IDENTIFICAÇÃO DA REDE DE MOBILIDADE	15
3.3. IDENTIFICAÇÃO DA ESTRUTURA ECOLÓGICA.....	15
3.4. IDENTIFICAÇÃO DE CENTRALIDADES / PÓLOS VIVENCIAIS.....	16
3.6. SÍNTESE	17
4. A SINTAXE ESPACIAL	19
4.1. DEFINIÇÃO	19
4.2. TEORIA DO MOVIMENTO NATURAL	20
4.3. REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA SINTAXE ESPACIAL	21
4.4. PRINCIPAIS MEDIDAS DE ANÁLISE.....	22
4.5. CRÍTICAS E AVANÇOS RECENTES NA SINTAXE ESPACIAL	24
4.6. A SINTAXE ESPACIAL E A RELAÇÃO COM OUTRAS ABORDAGENS	26
4.6.1. A IMPORTÂNCIA DA PADRONIZAÇÃO NA ANÁLISE MORFOLÓGICA	26
4.6.2. COMBINAÇÃO DE ABORDAGENS METODOLÓGICAS.....	27
5. APLICAÇÃO A CASO DE ESTUDO: CIDADE CONSOLIDADA DE AVEIRO	29
5.1. ANÁLISE EMPÍRICA SOBRE CARTOGRAFIA	31
5.2. SINTAXE ESPACIAL	43
5.2.1. CONSTRUÇÃO DO MAPA AXIAL.....	43
5.2.2. ANÁLISE SINTÁTICA	44
5.2.3. ANÁLISE DOS ATRIBUTOS GERAIS DO MAPA AXIAL.....	51
6. COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS	54
7. CONCLUSÕES	60
BIBLIOGRAFIA	61

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. DESENHO DE MATRIZ ESTRUTURANTE DO TERRITÓRIO.....	10
FIGURA 2. PLANO DE URBANIZAÇÃO DA PÓVOA DE VARZIM: MODELO DE ORDENAMENTO, ESTRUTURA....	16
FIGURA 3. ESQUEMATIZAÇÃO DA PLANTA DUM EDIFÍCIO E GRAFOS JUSTIFICADOS.....	18
FIGURA 4. MAPA DE ESPAÇOS CONVEXOS (ESQUERDA) E MAPA AXIAL (DIREITA) DE UMA LOCALIDADE.....	20
FIGURA 5. MANHATTAN, NY.....	22
FIGURA 6. DELIMITAÇÃO DA UNIDADE TERRITORIAL AVEIRO CENTRO.....	28
FIGURA 7. BARREIRAS/FRONTEIRAS E DELIMITAÇÃO DAS UNIDADES TERRITORIAIS DE BASE DE AVEIRO CENTRO.....	30
FIGURA 8. NÓS DE LIGAÇÃO E REDE VIÁRIA ESTRUTURANTE DE AVEIRO CENTRO	32
FIGURA 9. ESTRUTURA ECOLÓGICA URBANA DE AVEIRO CENTRO.....	36
FIGURA 10. CENTRALIDADES DA UNIDADE TERRITORIAL AVEIRO CENTRO.....	37
FIGURA 11. REDE ESTRUTURANTE DA UNIDADE TERRITORIAL AVEIRO CENTRO.....	39
FIGURA 12. MAPA DE VIAS DO CENTRO DE AVEIRO	41
FIGURAS 13A/B. MAPA AXIAL DO CENTRO DE AVEIRO (MEDIDA ILUSTRADA: INTEGRAÇÃO GLOBAL).....	42
FIGURAS 14A/B. MAPA AXIAL DO CENTRO DE AVEIRO (MEDIDA ILUSTRADA: INTEGRAÇÃO LOCAL).....	44
FIGURA 15. MAPA AXIAL DO CENTRO DE AVEIRO (MEDIDA ILUSTRADA: ESCOLHA)	46
FIGURAS 16A/B. MAPA AXIAL DO CENTRO DE AVEIRO (MEDIDA ILUSTRADA: CONECTIVIDADE)	47
FIGURA 17. CORRELAÇÃO ENTRE CONECTIVIDADE E INTEGRAÇÃO (INTELIGIBILIDADE GLOBAL).....	49
FIGURA 18. CORRELAÇÃO ENTRE CONECTIVIDADE E INTEGRAÇÃO LOCAL (INTELIGIBILIDADE LOCAL).....	50
FIGURA 19. CORRELAÇÃO ENTRE INTEGRAÇÃO LOCAL E GLOBAL (SINERGIA).....	50
FIGURA 20. PORMENOR (BAIRRO DA FORÇA) DO MAPA DE INTEGRAÇÃO LOCAL (R=3), COM A LOCALIZAÇÃO DO EDIFÍCIO DA LOJA DO CIDADÃO ASSINALADO A VERMELHO.....	52
FIGURA 21. BAIRRO DA FORÇA (ASSINALADO A VERMELHO), RODEADO POR ESPAÇO POR CONSOLIDAR...	52
FIGURA 22. PORMENOR DO MAPA DE INTEGRAÇÃO GLOBAL, COM AS LOCALIZAÇÕES DO BAIRRO DA FORÇA E DA LOJA DO CIDADÃO ASSINALADAS A VERMELHO.....	53
FIGURA 23. REDE VIÁRIA ESTRUTURANTE AVEIRO CENTRO: SPACE SYNTAX (MEDIDAS: ESCOLHA E INTEGRAÇÃO GLOBAL) E ANÁLISE EMPÍRICA SOBRE CARTOGRAFIA.....	54

ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO 1. HIERARQUIA DA FORMA CONSTRUÍDA POR KARL KROPF.....	24
QUADRO 2. HIERARQUIA DE ESPAÇOS ABERTOS PROPOSTA POR OSMOND (2010)	25
QUADRO 3. VIAS ESTRUTURANTES DA UNIDADE TERRITORIAL AVEIRO CENTRO.....	33
QUADRO 4. CENTRALIDADES DA UNIDADE TERRITORIAL AVEIRO CENTRO.....	38
QUADRO 5. ATRIBUTOS DO MAPA AXIAL DO CENTRO DE AVEIRO.....	48
QUADRO 6. ESCALA DE COHEN.....	49
QUADRO 7. POTENCIALIDADES/VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DA ANÁLISE EMPÍRICA SOBRE CARTOGRAFIA E DA SINTAXE ESPACIAL PARA A IDENTIFICAÇÃO DE ELEMENTOS DA REDE ESTRUTURANTE	56

1. INTRODUÇÃO

As transformações nos padrões de ocupação territorial em Portugal durante o século XX, acompanhando a progressiva urbanização de uma sociedade ainda predominantemente rural, levaram, segundo Campos (2011), à expansão, por vezes “desordenada”, das cidades de grande e média dimensão, especialmente no litoral. A banalização do transporte motorizado individual e a proliferação de infraestrutura¹ pela periferia das cidades – nomeadamente infraestrutura viária, acompanhada quase sempre de construção ao longo das vias, integrando atividades “industriais, terciárias e habitação” (Carvalho *et al.*, 2012: 4) – levou a que a cidade crescesse para lá dos seus limites.

Este modelo de crescimento, baseado na gradual urbanização das zonas periféricas dos centros urbanos, levou a que muitas cidades, outrora bem delimitadas e compactas, se fragmentassem. Simultaneamente, como refere Barata Salgueiro (1998) a implantação pontual e isolada de “novas centralidades”, como “centros comerciais, condomínios de luxo, grandes edifícios de escritórios, conjuntos de habitação social, parques temáticos”, ignorando o território envolvente e influenciada essencialmente por aspetos económicos e financeiros (como, por exemplo, o preço do solo), assim como critérios de acessibilidade (caso dos equipamentos e centros comerciais instalados em torno de nós viários) deixou muitas vezes espaços por consolidar entre o núcleo central e a periferia, introduzindo descontinuidades no território.

A expansão urbana desordenada, “sem obedecer a qualquer plano de ordenamento ou contrariando totalmente as normas em vigor” e seus consequentes efeitos na “fragmentação e desqualificação do tecido urbano e dos espaços envolventes” (DGOTDU, 2007a: 85) corresponde a uma das seis grandes problemáticas para o Ordenamento do Território explicitadas no Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território (PNPOT), aprovado pela Lei nº 58/2007 e definido como um “instrumento de desenvolvimento territorial de natureza estratégica que estabelece as grandes opções com relevância para a organização do território nacional” (DGOTDU, 2007b: 3). O PNPOT refere a “expansão desordenada das áreas metropolitanas e de outras áreas urbanas, invadindo e fragmentando os espaços abertos, afetando a sua qualidade e potencial ecológico, paisagístico e produtivo, e dificultando e encarecendo o desenvolvimento das infraestruturas e a prestação dos serviços coletivos” como um dos 24 problemas fundamentais identificados, no que se refere ao Ordenamento do Território.

De forma a contribuir para a resolução desta problemática, Domingues (2008) defende que é necessário “encontrar alternativas face aos modos convencionais da regulação muito

¹ Infraestrutura é aqui definida como um sistema que abrange o subsistema viário, os subsistemas técnicos de infraestruturas (drenagem pluvial, o abastecimento de água, os esgotos sanitários, a recolha de resíduos urbanos, a iluminação pública e o fornecimento de energia elétrica, gás e serviços de telecomunicações) e equipamentos (de educação, desporto, lazer, segurança social e saúde) (Moura e Sá, 2012)

centrados nos planos reguladores à escala municipal”, referindo a existência de “várias respostas possíveis” para abordar este problema, centradas na qualificação dos territórios fragmentados, procurando densificá-los. Refere a resposta “elementarista”, que “prescinde dos grandes cenários de coerência territorial e sectorial, a favor das unidades mínimas de urbanização em perímetros zonados como urbanos ou urbanizáveis” (lote e loteamento), ou seja, do *urbanismo light*, ao nível micro. Domingues menciona, também, os Esquemas de Coerência Territorial (ECT), ou Planos de Estrutura. O ECT é definido como um “Instrumento de Regulação Urbanística de natureza estratégica que fixa, ao nível de um município ou associação de municípios, as orientações gerais de organização do espaço ao nível da aglomeração urbana”, e dirige-se, sobretudo, “às grandes questões que decorrem da extensão territorial da urbanização, dos problemas de mobilidade de pessoas e bens, da presença de grandes edifícios e infraestruturas, da intensidade de uso e da degradação dos recursos ambientais e paisagísticos, do défice de articulação entre tutelas territoriais e sectoriais”. Ainda segundo o mesmo autor, estes ECT podem propor ações e projetos pontuais em locais com um “potencial elevado de estruturação” do conjunto da aglomeração urbana a que o ECT se reporta.

Denota-se, aqui, uma preocupação com a forma como o território é estruturado. Por muito que os pequenos reparos urbanísticos característicos do urbanismo elementarista e o planeamento por projetos sejam importantes à escala a que são aplicados, é de vital importância planejar a diferentes escalas. E como refere ainda o mesmo autor, “a lógica e a regulação do ordenamento da urbanização extensiva, exigem uma escala territorial de inteligibilidade adequada”, propondo uma cartografia organizada em torno da “textura e estrutura biofísica e paisagística”, da “estrutura da rede de conectividade e da acessibilidade” e dos “padrões estruturantes da urbanização”, como os nós ou os pontos/conjuntos de pontos geradores de tráfego. A metodologia proposta por Domingues encontra paralelismo na abordagem de Carvalho (2009), igualmente assente na estruturação do território com base na sua *rede estruturante*, cujos elementos que a constituem – a explicitar no capítulo 2 – se assemelham aos referidos por Domingues, ainda de que forma mais elaborada.

É referido por Borja (2003), e corroborado por Bruno Soares (2005), que o desafio que se coloca ao planeador não é a escolha entre a cidade tradicional compacta e a cidade fragmentada, como se de modelos “opostos e exclusivos” se tratassem, mas sim “construir cidade sobre a região difusa e/ou policêntrica” e “construir cidade dentro da cidade, juntando-a à sua periferia imediata”, dando coesão ao conjunto.

Importa conferir a estes territórios uma *identidade*, dar-lhe *legibilidade* (isto é, segundo a definição de Lynch, 1960, a facilidade com que um indivíduo consegue identificar a configuração de um lugar) e uma *estrutura* (Carvalho, 2009). Torna-se fundamental analisar meticolosamente o que já existe para que se possa intervir – e intervir *bem* – nas nossas cidades, sejam elas compactas, fragmentadas ou um misto de ambas. Há que identificar os elementos mais relevantes

no território em questão para que seja possível intervir de forma mais eficaz. Lynch (1960) enumera cinco tipos de elementos que formam a imagem da cidade: *vias*, *limites* ou *fronteiras*, *bairros*, *nós* ou *núcleos* e *pontos de referência*. O mesmo autor refere que estes não existem sozinhos nem funcionam independentemente, e que a legibilidade de um território depende da identificação, qualificação e relação entre estes *elementos estruturantes*, cujo cruzamento e integração faz com que se constitua *rede* – rede esta que confere coerência, suporta, organiza e gera ocupação do território.

No sentido de contribuir para uma melhor identificação destes elementos estruturantes do território, nesta dissertação serão apresentadas duas diferentes metodologias de análise territorial, a Análise Empírica sobre Cartografia (capítulo 3) e a Sintaxe Espacial (capítulo 4). O potencial e as limitações de ambas na identificação de rede estruturante serão avaliados, discutidos e comparados nos capítulos 5 e 6, após a sua aplicação a uma unidade territorial, correspondente ao centro consolidado de Aveiro, procurando averiguar de que forma podem contribuir para um melhor ordenamento do território. Importa, antes de mais, explicitar aquilo que se entende por rede estruturante e qual o papel que esta pode ter na qualificação de território.

2. A REDE ESTRUTURANTE

2.1. Os elementos da rede estruturante

Como sugerido no ponto introdutório, a análise da situação existente, na qual se inclui a identificação dos elementos estruturantes de um território, assim como as relações entre estes, é essencial e deve constituir o ponto de partida em qualquer intervenção no território, independentemente da escala a que esta se reporta. As ligações entre estes elementos constituem rede estruturante, que se assume como um “modelo organizacional da cidade e das suas partes” e como um “instrumento para o seu ordenamento”, com o intuito de resolver e/ou mitigar as fragilidades existentes no território (Alves, 2009: 70).

Carvalho (2009: 9) define elementos estruturantes como “todos aqueles que, a uma determinada escala, e num enfoque simultaneamente funcional e perceptivo, se revelem como os mais importantes”. Estes dividem-se em *linhas*, *pontos* e *conjuntos*. Para o autor, o conceito de “elemento estruturante” articula a perspetiva funcional típica do modernismo (*eixos principais de circulação*, *centralidades*, *espaços e edifícios especiais* e *barreiras físicas*) com a noção de *estrutura ecológica* e, ainda, com os elementos que, segundo Kevin Lynch (1960) moldam a imagem de uma cidade – *vias*, *limites* ou *fronteiras*, *bairros*, *nós* ou *núcleos* e *pontos de referência*. Silva (2010: 72) refere, ainda, que os elementos estruturantes têm como funções “desenhar a cidade compacta” e “controlar a expansão do território” (através das barreiras referidas por Lynch) tendo, também “um princípio e um fim ligados a elementos urbanos de relevo”.

As *linhas* englobam elementos como os percursos viários (automóveis, ferroviários, pedonais), os percursos verdes (associados à noção de *continuum naturale* e *estrutura ecológica*, isto é, espaços verdes “lineares e contínuos, com funções ecológicas, mas também de percurso e de lazer”) e as barreiras e/ou fronteiras (naturais ou construídas, podendo constituir limites de cidade ou partes de cidade). Certos elementos podem, simultaneamente, ser classificados de maneira diferente. Por exemplo, uma linha de caminho-de-ferro pode constituir um percurso viário estruturante dum território e, em simultâneo, constituir uma barreira entre duas partes da cidade ou mesmo um limite da própria cidade. Da mesma forma, um rio é considerado um *percurso verde* natural, mas também constitui uma barreira topográfica. Silva (2010: 72) considera, ainda, que o traçado das infraestruturas é “decisivo para a conformação dos territórios urbanos”, defendendo que a infraestrutura pode influenciar a “segregação de usos”, podendo ser, ou não, “um elemento estruturante dos mesmos”.

Os *pontos* englobam os monumentos ou elementos singulares perceptíveis dum território, funcionais ou simbólicos. A este nível, os *nós* surgem como elementos particularmente relevantes, dado que estabelecem a ligação entre percursos e, no caso dos nós viários, conferem acessibilidade motorizada.

Como *conjuntos*, são consideradas as centralidades – as concentrações de terciário passíveis de acolher consideráveis fluxos de pessoas, as áreas de equipamentos, com grande capacidade de atração (tais como parques, hospitais, escolas, equipamentos desportivos ou serviços) e as unidades territoriais (que constituem conjuntos estruturantes em relação ao meio onde se inserem, como um determinado bairro no contexto de uma cidade ou uma cidade que seja parte duma zona metropolitana/conurbação). Estes locais, existentes a várias escalas, constituem, segundo o IMTT (2011) espaços privilegiados de encontro e de socialização (tanto à escala do bairro, aldeia, cidade, região metropolitana...), sendo considerados “espaços de referência para as comunidades locais”.

A análise dos elementos estruturantes deve ser feita a diferentes escalas e do exterior para o interior dos territórios, do geral para o particular, de forma independente mas sempre passível de articulação entre escalas (Carvalho, 2009). Como foi referido anteriormente, um elemento como uma linha de caminho-de-ferro ou uma autoestrada pode ser considerado um percurso viário estruturante a uma escala mais alargada (como uma região ou uma área metropolitana) mas, quando atravessa o tecido urbano, pode também constituir uma barreira e ser considerado como tal quando da identificação de elementos estruturantes à escala da cidade ou de parte da cidade. Da mesma forma, uma unidade territorial (como, por exemplo, o centro histórico duma cidade) pode conter, dentro dos seus limites, uma ou mais centralidades (como uma praça ou uma concentração de terciário) ao mesmo tempo que constitui ela própria uma centralidade, quando analisados os elementos estruturantes à escala da cidade como um todo.

A articulação entre os elementos estruturantes, referidos nos parágrafos anteriores, forma a rede estruturante de um território (identificável a diferentes escalas: um bairro, uma cidade, uma conurbação...) onde os elementos lineares (as *linhas* referidas acima) como os percursos viários, verdes e as fronteiras/barreiras dão forma ao *esqueleto* desta rede. Os pontos de encontro/cruzamento entre estes elementos fazem com que se constitua rede e, para além de conectarem os elementos lineares entre si, conferem acessibilidade (definida, em Litman, 2012: 3, como a “facilidade com que se consegue alcançar bens, serviços, atividades e destinos” ou o “potencial [para que ocorra, num determinado espaço] interação e troca”) aos locais, constituindo igualmente pontos de referência “com atributos de centralidade” (IMTT, 2011: 31). Ainda segundo o IMTT (2011: 31), as condições de acessibilidade “constituem um importante fator de diferenciação territorial” e têm um papel fulcral no “desenvolvimento das centralidades urbanas”, reforçando a ligação entre acessibilidade e (potencial) centralidade.

As diferentes formas como estes elementos podem apresentar-se, cruzar-se ou coincidir contribuem para uma correta definição da rede. Por exemplo, uma linha de água, como um rio (considerado um *elemento verde*) pode ser um elemento barreira dentro duma cidade (Budapeste, Dublin, Londres) ou até servir de fronteira entre duas cidades (Porto/Gaia, Nova Iorque/Nova Jérquia). Se a este elemento estiver associado um percurso viário, preferencialmente pedonal,

ambos elementos beneficiam desta associação. Silva (2010) faz a distinção entre “elemento-barreira” (isto é, um elemento que tende a delimitar a ocupação) e “elemento estruturante” (ou seja, um elemento com potencial para gerar ocupação) e refere também que ambos podem surgir simultaneamente no tempo ou em momentos diferentes. Por exemplo, uma linha de caminho-de-ferro situada numa zona periférica pode não ser perceptível como uma barreira enquanto não há ocupação nas imediações. No entanto, na eventualidade da cidade se expandir para a zona onde a linha de caminho-de-ferro está situada, devido à localização de um novo elemento estruturante (como uma zona comercial), a infraestrutura pesada existente poderá servir de elemento-barreira, delimitando a ocupação e travando a expansão urbana.

Ao mesmo tempo, os nós viários – assim como as estações ferroviárias no caso da rede de caminho-de-ferro – correspondentes a pontos onde ocorre cruzamento de vias (que, por muitas vezes, constituem elas próprias barreiras) funcionam como elementos indutores de acessibilidade e geradores de polos estruturantes. Exemplos deste fenómeno incluem a construção de equipamentos, grandes superfícies comerciais, zonas industriais e plataformas logísticas em localizações próximas de nós de autoestrada. A implementação de grandes geradores de tráfego nestes locais – as *novas centralidades* referidas por Barata Salgueiro (1998) e que foram já abordadas no ponto introdutório – frequentemente situados na periferia dos núcleos urbanos, tem o potencial de alterar as relações entre os elementos constituintes da rede estruturante previamente existente e de influenciar processos de ocupação do território.

A articulação entre estes elementos deve ser efetuada racional e organizadamente, de forma a potenciar a funcionalidade e a perceptividade de cada um dos seus elementos e do seu conjunto. O potencial de estruturação do conjunto destes elementos não deve ser menosprezado e é de enorme importância na qualificação e organização do território.

2.2. Apresentação de modelo de ordenamento e qualificação do território

Na procura por um modelo de ordenamento do território, Carvalho (2009) propõe a elaboração de uma Matriz Estruturante do Território, que “poderá constituir elemento fundamental de um Plano de Ordenamento”. Para tal, o autor, assume três princípios fundamentais:

- O princípio da *funcionalidade*, próprio dos modernistas, visando a maximização dos benefícios (“facilidade de acesso a funções vitais”) utilizando um mínimo de recursos ambientais e energéticos;

- O princípio da *legibilidade*, assumindo, tal como Lynch (1960), a necessidade do território urbano conter referências que o tornem perceptível a diversas escalas, classificando este princípio como “fundamental para o ordenamento do território”;

- O princípio da *identidade*, explicitando que um território urbano deverá conter diversas partes, distintas entre si em termos de forma e/ou função, mas internamente coerentes, cada uma com a sua própria vivência, a sua identidade.

É argumentado pelo autor que a *estrutura* é o elemento agregador, o “esqueleto articulador dos elementos essenciais do sistema”, tanto a nível funcional como a nível perceptivo. Sem estrutura não é possível assegurar, simultaneamente, funcionalidade e legibilidade.

A clara identificação dos elementos estruturantes constitui a primeira fase da elaboração da Matriz Estruturante do Território – cujo desenho metodológico, que enaltece a necessidade da análise da situação existente, pode ser consultado na Figura 1 – e assume, nesta ótica, um papel de extrema importância. A estrutura de um território deve ser analisada e tornada explícita antes de qualquer intervenção no território, independentemente da escala a que essa intervenção se reporta.

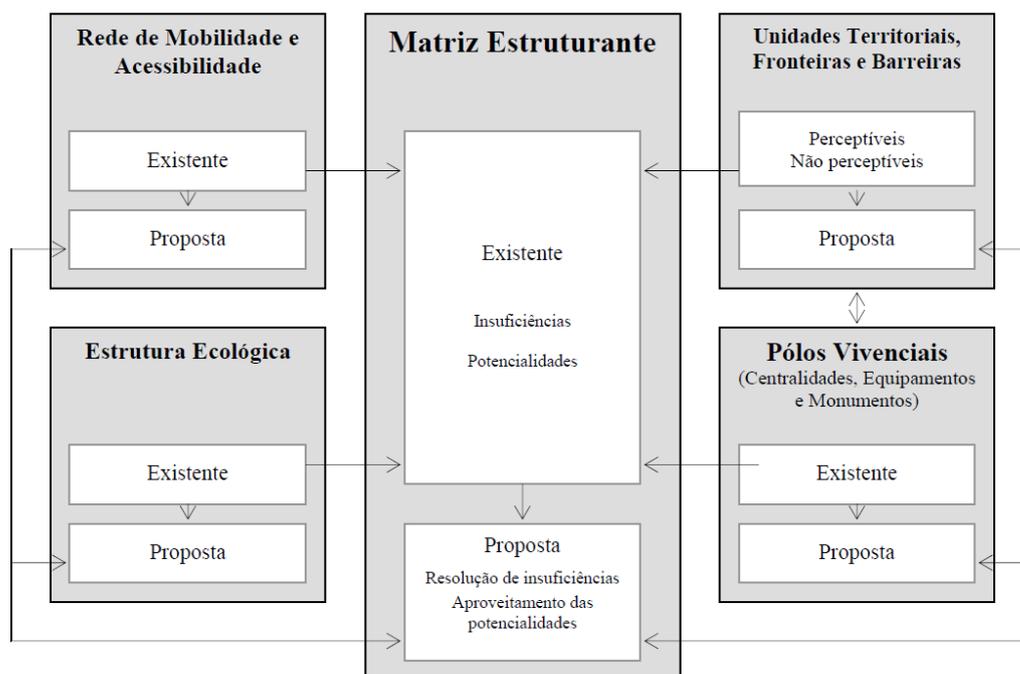


Figura 1. Desenho de Matriz Estruturante do Território (Carvalho, 2009)

2.3. Síntese

Explicitada uma possível abordagem para qualificar e estruturar território, apoiada na noção de rede estruturante e na forma como os elementos desta rede constituem a base sobre a qual uma intervenção informada e ponderada no território deve assentar, os próximos capítulos

desta dissertação prendem-se com a apresentação de duas metodologias que serão utilizadas, no caso de estudo, para identificar os eixos estruturantes do território: a Análise Empírica sobre Cartografia e a Sintaxe Espacial.

3. A ANÁLISE EMPÍRICA SOBRE CARTOGRAFIA

A Análise Empírica sobre Cartografia é uma metodologia de limitação e caracterização de unidades territoriais, a várias escalas, que se baseia em interpretações da realidade a partir de “suportes cartográficos pormenorizados, atualizados e a uma escala adequada” (Carvalho *et al.*, 2012). Os mesmos autores defendem que o método é especialmente indicado para operacionalizar características como a localização, o contexto e a organização funcional e estrutural do território. De modo a obter uma base teórica sólida sobre a aplicação desta metodologia e as suas potencialidades e limitações para a identificação de elementos da rede estruturante, e dada a escassez de bibliografia disponível sobre a metodologia, foi realizada, no âmbito da escrita da dissertação, uma entrevista ao urbanista Jorge Carvalho, que constituiu a base deste capítulo.

A Análise Empírica sobre Cartografia é uma metodologia que pressupõe a integração de diversos tipos e fontes de informação: a análise de cartografia (que, regra geral, contém informação relativa a vias, linhas de água, edifícios, lotes/parcelas e curvas de nível) beneficia da integração de informação adquirida através de fotografia aérea, de observação direta, de dados estatísticos (tais como número de habitantes ou número de alojamentos) e de contagens de tráfego.

Para além disso, um aspeto essencial desta metodologia é a consulta e reunião de “conhecedores especializados” das áreas em questão. Estes conhecedores incluem tanto os próprios moradores, qualificados através do seu conhecimento acerca das vivências, como agentes externos que articulem conhecimento empírico sobre as zonas em questão com “uma capacidade de interpretação de cartografia” (Carvalho, 2013) e/ou conhecimento técnico específico para além do conhecimento empírico – tais como académicos, planeadores/urbanistas ou técnicos municipais. Os *inputs* fornecidos por estes agentes são de extrema importância na identificação de elementos estruturantes, dado que adicionam conhecimento relativo aos usos e às vivências de cada território à informação fornecida pela cartografia (por exemplo, à cartografia relativa ao traçado das vias).

3.1. Identificação de unidades territoriais, fronteiras e barreiras

Estes agentes, reunidos em torno de cartografia e devidamente informados sobre o procedimento de aplicação da metodologia contribuem de forma ativa na delimitação de Unidades Territoriais a diferentes escalas. Através desta metodologia, é igualmente possível identificar as principais barreiras e fronteiras do território, assim como os usos dominantes do solo, nomeadamente a presença (ou ausência) de edificações (Carvalho e Pais, 2011).

A análise da cartografia (ou de outros suportes, como a fotografia aérea) é bastante pertinente na identificação de fronteiras e barreiras que delimitam um território e as partes que o compõem: muitas destas barreiras e fronteiras são físicas e como tal identificáveis apenas com recurso à visualização e interpretação de mapas.

Já a identificação de diferentes unidades territoriais, como as Unidades Territoriais de Base (UTB) referidas em 2.2, carece de uma articulação entre análise de cartografia, dados estatísticos e diálogo com os agentes conhecedores do território. A delimitação de UTB tem em conta tanto as características físicas (tais como elementos físicos que funcionem como barreira ou fronteira entre duas UTB ou a dimensão dos aglomerados) como as funções, as dinâmicas, as vivências e a própria identidade dos lugares. Tem igualmente em conta dados estatísticos, nomeadamente os relativos à população residente, dado que uma UTB deve abranger um mínimo de 1000 habitantes e um máximo de 5000 (Carvalho *et al.*, 2012).

Em termos de características físicas, a forma urbana de uma determinada área é um elemento determinante – facilmente identificável na cartografia – através do qual é possível fazer-se a delimitação e distinção entre duas UTB. Neste caso, a sistematização em torno de formas urbanas (a uma escala macro) desenvolvida por Carvalho (2003b) pode constituir importante contributo. O autor refere cinco diferentes formas urbanas encontradas em cidades europeias: i) orgânica, com edifícios em banda e ruas de traçado irregular; ii) clássica, com edifícios em banda e ruas de traçado regular; iii) jardim, com edifícios unifuncionais soltos e rodeados por espaço verde; iv) modernista, igualmente possuindo edifícios unifuncionais soltos, mas rodeados por espaço público; e, por fim, v) urbano-campestre, referente a territórios de ocupação dispersa e mistura cidade/campo. Os dados disponíveis no suporte cartográfico relativamente à tipologia (moradia/edifício coletivo), número de pisos e tipo de implantação dos edifícios (isolada, em banda ou formando quarteirão), assim como a informação relativa à dimensão do logradouro das parcelas e à tipologia da rede viária (reticulada, ortogonal ou orgânica) permitem, segundo Carvalho *et al.* (2012), distinguir de forma muito eficaz unidades territoriais com diferentes características.

No entanto, dadas as especificidades de cada território, e na ausência de barreiras e fronteiras bem definidas, o reconhecimento e limitação das unidades territoriais nem sempre é feito da forma mais clara e imediata, sendo por vezes necessário tomar decisões algo subjetivas. Aqui, as informações sobre as vivências daqueles que residem, visitam e/ou trabalham num determinado território que são fornecidas pelos agentes conhecedores do território são de vital importância para a correta delimitação das diferentes partes do território. Segundo Carvalho (2013), questões que podem ser abordadas junto dos conhecedores do território para “averiguar unidades territoriais distintas” incluem um retrato da população, dos seus modos de vida e da forma como se relacionam: “*as pessoas daqui, quando querem ir ao médico, quando querem ir a*

um comércio diário, quando vão à escola, vão onde?” ou “as pessoas daqui, sociologicamente, são ou não idênticas àquelas?” Juntam-se [no espaço público], são muito fechadas?”.

3.2. Identificação da rede de mobilidade

A rede de mobilidade é analisada não apenas em termos do conjunto de vias existentes, mas também em termos de padrões de circulação e da utilização que estas vias têm (Carvalho, 2013). Segundo o autor, o primeiro aspeto a averiguar é a forma como esta rede se relaciona com o exterior. Ou seja, a análise da rede viária é sempre efetuada do exterior para o interior: se as suas relações com o exterior pressupõem que a rede seja atravessada, marginada ou segregada da rede de circulação “mais importante” exterior à unidade territorial em análise. Mesmo que a rede seja segregada ou marginada, será certamente ligada ao exterior através de nós de ligação. A partir dessa rede que enquadra a unidade territorial são identificados os principais fluxos que a atravessam e de que tipo são – motorizados ou suaves.

A análise de cartografia mostra-nos que no território existem “vias que organizam as outras”, que “servem de suporte”, tanto devido à largura dos seus perfis transversal e longitudinal, como à sua continuidade ou à localização e existência de nós que ligam as diferentes vias, formando rede. É igualmente importante perceber a ocupação lateral das vias, pois esta influencia e tem impacto ao nível da circulação, polarizando deslocações. Por exemplo, segundo Carvalho (2013), uma via de atravessamento que contém concentrações de terciário poderá ter funções distintas duma via de atravessamento sem ocupação lateral, funcionando como uma espécie de “centralidade linear”, na qual as funções de vivência pedonal e de atravessamento de veículos entrem em conflito e se incompatibilizem e desqualifiquem a própria via. A informação retirada da análise cartográfica pode (e deve) ser reforçada por contagens de tráfego e, também, pelo discurso dos conhecedores do território, conhecedores dos usos, das dinâmicas e dos fluxos de tráfego pedonal e motorizado que são possíveis reconhecer para além da identificação através de cartografia ou fotografia aérea. Mais uma vez, qualquer informação recolhida através de outras fontes, como estudos prévios já efetuados, não deve ser descurada.

3.3. Identificação da estrutura ecológica

Os elementos estruturantes da estrutura ecológica ou *verde* podem ser subdivididos em dois níveis: principal (grandes superfícies verdes) e secundário (“*soluções de pormenor, ditas não perceptíveis à escala da cidade e sem grande expressão ao nível do seu planeamento global*” – Telles, 1997). Carvalho (2009) refere que o verde contido na cidade desempenha funções ecológicas, de conforto ambiental e enriquecimento estético, oferece espaços para recreio e lazer, prática de desporto, contacto com a natureza, para além de ter um potencial estruturante. Estes espaços beneficiam da proximidade de equipamentos e percursos urbanos, sendo importante a articulação com outras funções.

O desenho das cidades, sobretudo nas últimas décadas, teve pouco em conta conceitos relacionados com a estrutura ecológica, incluindo a relação com a água, o que se traduz em problemas relacionados com cheias (Carvalho, 2013). À escala da cidade, a identificação de elementos verdes estruturantes deve passar, no nível *principal*, pela identificação de linhas de água e grandes parques urbanos, muitas vezes associados às próprias linhas de água. A um nível *secundário*, encontram-se as áreas verdes pontuais, os maciços arbóreos e alguns espaços vazios (ainda agrícolas ou não) sem edificação, que, ainda segundo Carvalho, constituem potencialidades.

Ao nível da vivência, refere Carvalho (2013), os elementos mais importantes a identificar são os circuitos verdes em que haja expectativa de serem usados (como caminhos pedonais inseridos em áreas verdes ou vias arborizadas) e os circuitos de lazer (que, contudo, não implicam intensidade de uso). A articulação entre ambos é benéfica e potencia as duas funções (lazer e percursos quotidianos). Deve ser igualmente realçado que as estruturas verdes mais importantes do ponto de vista vivencial podem não o ser a nível ecológico.

3.4. Identificação de centralidades / pólos vivenciais

Carvalho (2013) define centralidades como pontos, ou zonas, onde exista uma “concentração de funções não-habitacionais”, excetuando funções mais “pesadas” como a indústria e o comércio grossista. Tal como as vias, as centralidades – ou *pólos vivenciais* – têm, inevitavelmente, uma hierarquia e uma especialização.

As centralidades consideradas mais importantes, com capacidade de atração a uma escala alargada, são aquelas onde ocorre mistura funcional. São locais nos quais se concentram muitas funções diferentes e que promovem o encontro entre pessoas diferentes, introduzindo ainda outra função, o lazer: “*as centralidades mais interessantes, normalmente, são aquelas que misturam muitas funções... porque (...) misturam muitos tipos de gente, e ao misturar muitos tipos de gente (...) começa a introduzir a capacidade atrativa, já não para usar mas para a terceira função, que é o lazer: eu vou lá ver se vejo pessoas, eu vou lá ver o que é que para, eu vou lá para ver as montras...*” (Carvalho, 2013). Para além da multiplicidade de funções essencial para

constituir uma centralidade, os espaços que as acolhem – tradicionalmente espaço público, como ruas ou praças – têm um papel determinante no reforço desta. O espaço deve ser “atractivo, ter a dimensão adequada, ser acolhedor e seguro” (Carvalho, 2013), permitindo que a centralidade se reforce e seja mais atrativa.

Para além das centralidades onde ocorre mistura funcional, existem centros mais especializados, tais como parques de lazer, um parque escolar, uma universidade, uma zona com um polo tecnológico ou uma concentração de serviços. À escala do bairro, podem existir, também – ainda que não em todos os bairros – pequenos centros, não especializados, que atraem os residentes da zona: pequenos serviços, pequenos equipamentos, pequenas zonas de convívio onde os locais se encontram. Deve ter-se em conta, também, outros pontos geradores de tráfego que, mesmo autónomos e sem capacidade para estruturar a cidade – pelo contrário, fragmentam-na, como o caso das áreas comerciais situadas na periferia das cidades – constituem igualmente centralidade.

Na Figura 2 está ilustrado um exemplo de rede estruturante de um concelho, a Póvoa de Varzim, desenhada no âmbito dum Plano de Urbanização. Nesta, encontra-se sintetizada a rede viária estruturante, a estrutura ecológica, as centralidades e as grandes áreas de equipamentos. No capítulo 5, o mesmo exercício será aplicado à unidade territorial em estudo nesta dissertação.

3.6. Síntese

Esta metodologia possui pontos de contacto e é frequentemente combinada com outros métodos de análise territorial, tais como a Identificação de Padrões de Paisagem sobre Fotografia Aérea (Bettencourt e Monteiro, 2010), que recorre a fotografia aérea para identificação de áreas morfologicamente homogéneas, ou a Utilização de Dados Estatísticos (dimensão, densidade, serviço de infraestruturas, características sociais da população), instrumento tido por Carvalho *et al.* (2012) como fundamental em exercícios de caracterização territorial. Contudo, a utilização de dados estatísticos deve ser especialmente cuidada, dada a necessidade de referenciar a informação disponível às áreas a analisar, sendo frequentes as discrepâncias entre “os limites das unidades estatísticas de recolha de dados e as unidades para as quais se pretende obter informação” (Carvalho *et al.*, 2012: 23).

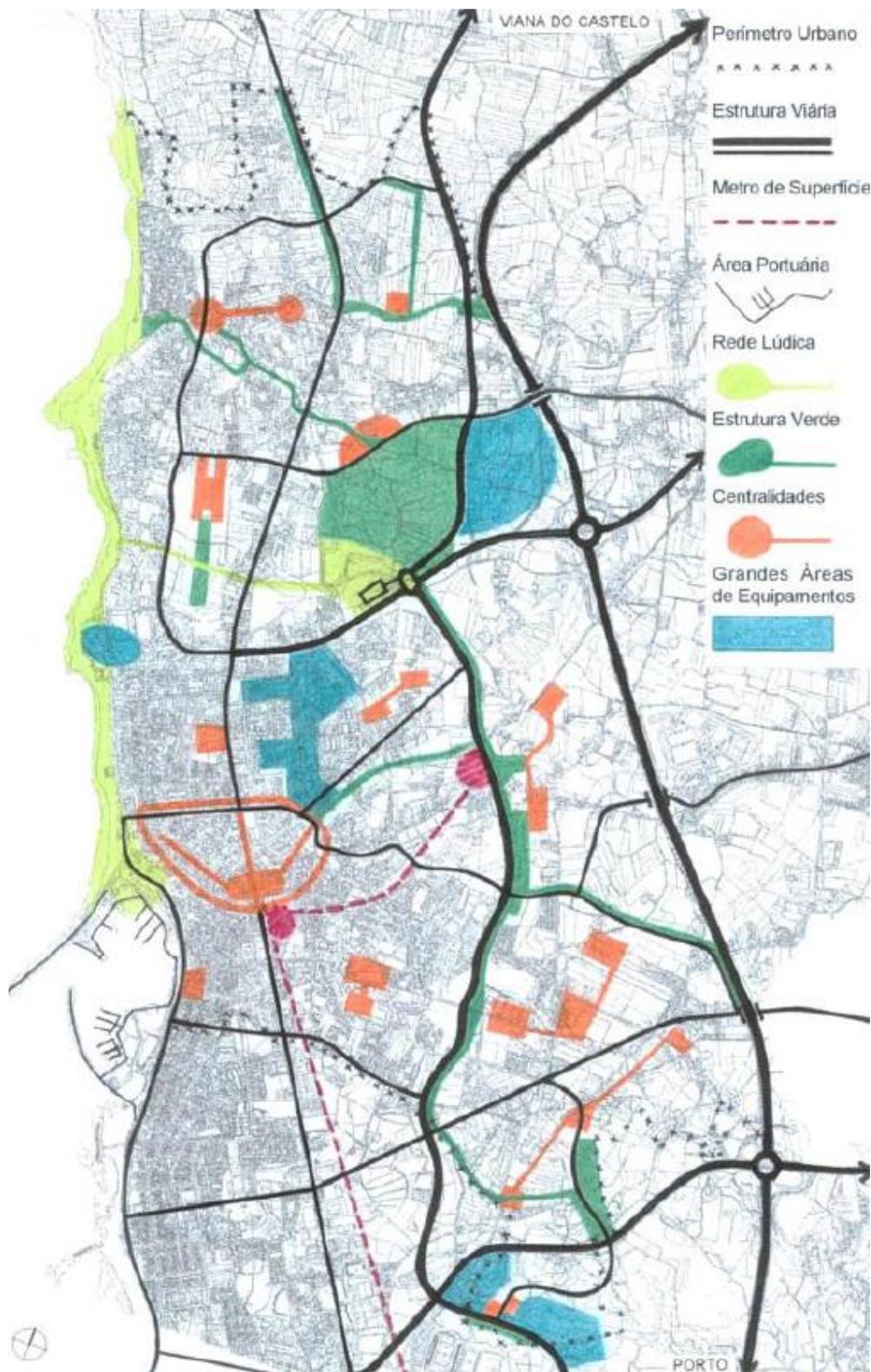


Figura 2. Plano de Urbanização da Póvoa de Varzim: Modelo de Ordenamento, Estrutura (Carvalho, 2009)

4. A SINTAXE ESPACIAL

4.1. Definição

A Sintaxe Espacial (*Space Syntax*) é definida por Bill Hillier, um dos seus autores e principais investigadores, como um conjunto de técnicas que contribuem para a “representação, quantificação e interpretação de configurações espaciais em edifícios e áreas urbanas” (Hillier *et al.*, 1987a: 363). Este conjunto de técnicas está intrinsecamente ligado a um conjunto de teorias, desenvolvidas desde a década de 70 do século XX, que, segundo Hillier e Vaughan (2007) têm como premissas:

- A interpretação do espaço não como pano de fundo da atividade humana mas como um aspeto essencial de toda a ação humana, desde o movimento (o Homem necessita de espaço para que se possa deslocar), à interação (os seres humanos interagem em espaços convexos, ou seja, espaços nos quais todos os pontos são visíveis entre si) até à simples observação daquilo que nos rodeia. Segundo Hillier (1996: 20) todas estas atividades “não só acontecem no espaço como constituem, elas próprias, padrões espaciais”;

- A ideia de configuração espacial – o espaço no qual o Homem interage não é definido apenas pelas propriedades dos espaços individuais (como o espaço existente dentro de uma sala ou dentro de um edifício) mas também pelas relações entre os vários espaços que fazem parte de uma rede de espaços (por exemplo, entre salas de um edifício, ou entre ruas de uma cidade). É através da configuração que o espaço adquire um significado social e tem influência na forma como o Homem socializa e interage com o meio que o rodeia, alterando e moldando dinâmicas.

A configuração espacial “não só parece, como é diferente” (Hillier e Vaughan, 2007: 3) consoante o ponto de vista do observador. Para ilustrar o impacto da configuração na perceção e utilização do espaço, apresenta-se o exemplo seguinte. A Figura 3 contém uma esquematização da planta de um edifício. Associados à planta estão dois grafos, que sintetizam as relações entre os diferentes compartimentos do edifício a partir de dois compartimentos diferentes (os círculos representam os compartimentos e as ligações representam as portas através das quais é possível aceder a compartimentos a partir de outros compartimentos). O compartimento a partir do qual se analisa o resto da rede está colocado na base do grafo a cor diferente, estando os outros compartimentos dispostos na vertical consoante o número de compartimentos que é necessário atravessar para chegar ao compartimento mais afastado da partida.

Os dois grafos são substancialmente diferentes, embora sejam relativos à mesma rede de espaços. No grafo da esquerda pode verificar-se que a partir do compartimento central do edifício (de cor mais escura) é possível aceder diretamente a quatro outros compartimentos e todos os outros se situam a três ou menos compartimentos de distância; o resultado é um grafo pouco

profundo, o que indica que o compartimento está bem *integrado* na rede. No grafo da direita, partindo do compartimento situado no canto inferior direito do esquema, verificamos que é necessário atravessar seis compartimentos diferentes para chegar ao compartimento mais afastado. Neste caso, a profundidade do grafo é bastante maior do que no caso anterior, indicando que o compartimento é mais *segregado* do que o compartimento a partir do qual o grafo da esquerda foi produzido. Analisando a integração/segregação de todos os espaços da mesma rede, e fazendo a média, é possível calcular o grau de integração ou segregação da rede.

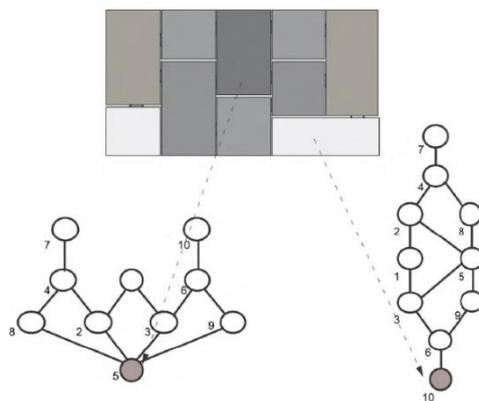


Figura 3. Esquematisação da planta dum edifício e grafos justificados (Hillier e Vaughan, 2007)

As aplicações da Sintaxe Espacial não se limitam ao campo da arquitetura. Estas técnicas foram aplicadas em áreas tão díspares como a arqueologia (e.g. Ferguson, 1996; Gondet e Benech, 2009), a antropologia (e.g. Kabo, 2005; Jeevendrampillai *et al.*, 2012), a psicologia (e.g. Tversky, 2003; Montello, 2007), a sociologia (e.g. Dawson, 2003; Cunha e Magalhães, 2005) e, claro, o planeamento, o desenho urbano e os transportes. A análise sintática não se limita ao edifício, aplicando-se também a nível macro, como um bairro, uma cidade ou um conjunto de cidades, pois também estas são constituídas por espaços abertos (ruas e avenidas, praças) delimitadas espacialmente por edifícios. Hillier *et al.* (1987b: 217) definem esses espaços abertos como “espaço urbano”, ou seja, a parte do tecido construído da cidade que é “definida pelos edifícios mas não contida por estes”. Defendem que a forma como este espaço é estruturado afeta o modo como a cidade é vivida, dado que a maioria do movimento humano nas cidades passa por ele (o simples ato de entrada ou saída de um edifício implica movimento através do espaço urbano) e a maioria da atividade pública tem lugar nesse espaço. Ao longo dos últimos anos, vários autores exploraram as potencialidades da análise sintática aplicando-a no estudo de vários aspetos da vivência urbana, desde a otimização de redes de transporte público (por exemplo, Kishimoto *et al.*, 2007) à análise da criminalidade (por exemplo, Hillier, 2004), enaltecendo relações entre diferentes tipo de crime e diferentes tipos de configuração do traçado das cidades.

4.2. Teoria do movimento natural

Hillier (1996b: 47) define movimento natural como “a proporção do movimento pedonal que é determinada pela própria estrutura da malha urbana e não pela presença de geradores de tráfego”. Este conceito é suportado pela teoria de que a configuração da malha urbana é o principal gerador de padrões de tráfego pedonal (Hillier *et al.*, 1993) e que os ditos geradores de tráfego (tais como escolas, centros comerciais ou estações de caminho-de-ferro) atuam como atenuantes do efeito causado pela configuração da malha (se situados em áreas mais segregadas do território) ou como multiplicadores deste efeito, caso estejam localizados em áreas mais integradas.

Partindo do princípio de que certas localizações têm maior potencial de serem atravessadas que outras, é natural que um gerador de tráfego se estabeleça com maior sucesso num desses locais, provocando um efeito multiplicador que faz com que esses pontos do território sejam ainda mais atrativos para o estabelecimento de novos negócios à sua volta. Muitas das vezes, “o efeito multiplicador provocado pelos geradores de tráfego é mais elevado que o efeito da configuração em si” (Hillier *et al.*, 1993: 31), mas, regra geral, a localização destes geradores de tráfego não é alheia à forma como a malha urbana está configurada, podendo a partir desse facto concluir-se que “a configuração gera atração” (Hillier, 2001: 2) e não o contrário.

4.3. Representação gráfica da Sintaxe Espacial

Para proceder à análise sintática de uma determinada malha urbana, torna-se necessário representá-la graficamente através de um tipo específico de mapa: o mapa axial. Esta representação é construída a partir de um mapa de espaços convexos (Figura 4, à esquerda) da malha. O mapa de espaços convexos permite “caracterizar as relações entre os espaços do sistema e os elementos construídos” (Heitor, 2001: 19). Estes espaços convexos são, então, atravessados por linhas axiais. A linha axial é a unidade básica da análise sintática e corresponde à “linha de maior comprimento capaz de cobrir todo o sistema de espaços abertos de um determinado perfil urbano” (Hillier e Hanson, 1984: 17). O “menor conjunto de linhas axiais que pode ser desenhado através dos espaços abertos da malha urbana de tal forma que toda a malha seja coberta [ou seja, de modo a que todos os elementos convexos da malha sejam atravessados por linhas axiais]” (Hillier e Hanson, 1984: 17), constitui o mapa axial, mapa esse que descreve “a estrutura configuracional do sistema e corresponde à imagem de continuidade física e visual experimentada por aqueles que se movem no sistema” (Heitor, 2001: 54).

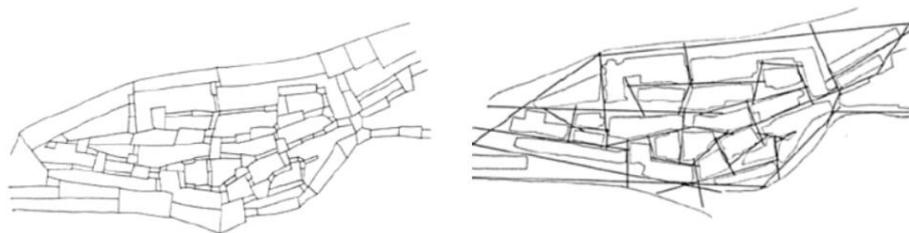


Figura 4. Mapa de espaços convexos (esquerda) e mapa axial (direita) de uma localidade. (Hillier e Hanson, 1984: 91)

A unidade fundamental de medida no mapa axial é a distância topológica, ou seja, a distância relativa de um elemento em relação a outro. Um ponto está topologicamente mais distante de outro quantas mais mudanças de direção seja necessário realizar para se chegar ao segundo ponto. Quanto mais regular for a malha de uma cidade, maior a discrepância entre a distância topológica e a distância métrica.

4.4. Principais medidas de análise

Entre as várias medidas de análise sintática encontram-se a *conectividade*, a *escolha* e a *integração* (global ou local). Estas serão as medidas utilizadas na dissertação para a identificação de eixos urbanos estruturantes.

A *conectividade* expressa a quantidade de linhas axiais que intersectam uma determinada linha, ou seja, quantas linhas axiais são diretamente acessíveis a partir dessa linha (Hillier, 1993). Uma linha axial com elevada conectividade será importante à escala local dado que, para além da acessibilidade direta a um número considerável de outras linhas, poderão através dessas permitir o acesso a um número ainda mais elevado de linhas axiais.

A *escolha* indica o quão provável é uma dada linha fazer parte do conjunto de caminhos topologicamente mais curtos a partir de cada linha para todas as outras linhas do sistema (Hillier, 1993). Ou seja, pensando à escala da cidade, a *escolha* mede a probabilidade de uma rua fazer parte do percurso topologicamente mais curto (isto é, com menos mudanças de direção) entre duas ruas da mesma cidade, constituindo um excelente indicador do movimento de atravessamento potencial.

Outra das medidas potencialmente mais importantes na identificação de eixos urbanos estruturantes será a *integração*, que pode ser medida a várias escalas. A *integração global* mede a distância (topológica) de uma linha do sistema em relação a todas as outras, ou seja, o “valor de integração de cada linha axial reflete a sua *profundidade* linear média a partir de todas as outras linhas do sistema” (Hillier, 1996a: 99). As linhas com maiores valores de integração (ou seja, as

menos *profundas*) são as mais integradas; as que têm valores mais baixos são as mais profundas (Hillier, 1993). A integração mede a probabilidade de uma determinada linha ser utilizada como destino devido à sua centralidade em relação às outras linhas do mesmo sistema. Aliando a esta medida a noção de movimento natural, podemos referir que o movimento existente em cada linha é influenciado pelo seu valor de integração.

Para além da integração global podemos também analisar a *integração local*. Será utilizada a integração de raio 3, ou seja, a distância média de uma linha em relação a todas as linhas que dela distem, no máximo, 3 mudanças de direção (Hillier, 1996a). A integração local é especialmente importante para prever fluxos pedonais (os peões tendem a “ler” a malha urbana de forma mais “localizada” – Hillier, 1996a), enquanto que a integração global é mais indicada para medir o movimento de condutores, já que os veículos motorizados, normalmente, percorrerão percursos mais extensos.

Recuperando novamente a noção de movimento natural – a proporção de movimento em cada linha axial que é determinada pela própria estrutura da malha e não pela presença de geradores de tráfego – apresentada no início do capítulo, é possível agora relacioná-la com as medidas de análise sintática, nomeadamente com a integração, para que melhor se exemplifique de que forma pode a Sintaxe Espacial contribuir para a identificação de elementos urbanos estruturantes, em especial os eixos viários.

Hillier (1996a) considera que a centralidade é um processo e não um estado, dado que as centralidades de uma cidade estão em constante mutação, mudando de tamanho, usos, circunscrição e localização ao longo do tempo. Para além disso, uma cidade não tem apenas um centro, é muitas vezes policêntrica (algo que variará, também, com o tamanho da própria cidade/conurbação) e entre eles existe uma “hierarquia de centros e sub-centros”, isto é, centros locais e globais, que variam em dimensões, níveis de atividade e tipos de uso e que não são estáticos. Hillier (1999: 14) define o “centro” de uma cidade como um “conjunto de pontos de interesse interdependentes”, interdependência essa que depende da interacessibilidade entre pontos: “deve ser possível ir de um ponto importante a outro sem sair do centro, através de um percurso curto e perceptível onde existam outros pontos de interesse”. Daí pode concluir-se que uma malha mais densa, com quarteirões mais pequenos, potencia a criação de centralidades, ao contrário do que acontece em zonas com quarteirões demasiado extensos, onde a distância entre pontos de interesse será obrigatoriamente maior.

O autor sustenta a ideia de que na formação de centralidades há sempre uma componente espacial em jogo; isto é, que existem determinados locais nas cidades nos quais é mais provável formar-se uma centralidade devido às suas especificidades espaciais. Estes locais correspondem às linhas axiais da malha com valores de integração mais elevados, onde, segundo a teoria do movimento natural, é mais provável que um gerador de tráfego ou um conjunto de

geradores de tráfego (como uma loja ou um conjunto de lojas) se estabeleçam devido ao volume de movimento que o lugar atrai devido à sua localização, causando posteriormente um efeito multiplicador que aumentará exponencialmente o movimento numa dada rua e nas ruas que lhe são adjacentes, dado que são necessárias para aceder às ruas com mais pontos de interesse. Hillier considera também que existem fatores económicos e/ou políticos que podem influenciar o desenvolvimento das cidades, tal como a existência de planos (no nosso caso, planos diretores municipais, planos de urbanização ou planos de pormenor) mas defende que mesmo esses fatores são limitados pelo facto de a centralidade ser um processo conduzido por motivos espaciais.

4.5. Críticas e avanços recentes na Sintaxe Espacial

A principal crítica à Sintaxe Espacial, feita, por exemplo, por Ratti (2004) é o facto de, na teoria original, a distância métrica entre pontos não ser considerada, em detrimento da distância topológica. Ratti usa o exemplo do traçado ortogonal da malha urbana de Manhattan (Figura 5) para dar o exemplo de uma inconsistência na teoria, argumentando que, embora a distância topológica entre os pontos 1 e 2 e entre os pontos 1 e 3 seja a mesma (duas mudanças de direção) a sua distância métrica é consideravelmente diferente, o que faz com a distância real que um peão tem de percorrer para se deslocar de 1 até 2 ou até 3 seja substancialmente diferente e que a teoria de que a sua estratégia de deslocação na cidade é baseada em distâncias topológicas e não métricas não seja, de todo, convincente.

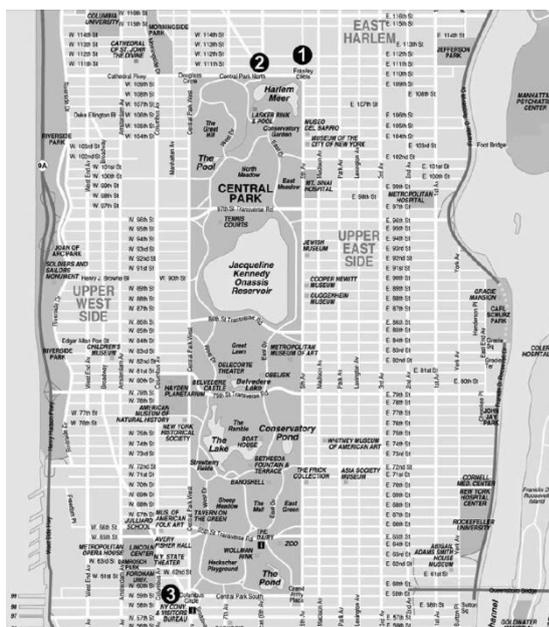


Figura 5. Manhattan, NY. (Ratti, 2004)

Outra das principais críticas é o facto de a construção de mapas axiais depender muito da qualidade da cartografia e, principalmente, da sua interpretação pelo “desenhador” do mapa axial. Como não existia um método padrão para a construção de mapas axiais, segundo Batty e Rana (2004), diferentes utilizadores poderiam gerar mapas axiais diferentes relativos ao mesmo território. Um dos principais avanços na teoria da Sintaxe Espacial, e uma forma de responder a esta última crítica, foi o desenvolvimento de um algoritmo que permite construir automaticamente mapas axiais, primeiro por Peponis *et al* (1998), depois por Batty e Rana (2004) e posteriormente por Turner *et al.* (2005). Turner *et al.* (2005) inscrevem o algoritmo num *software* específico de análise espacial - o *Depthmap* desenvolvido na University College London, que permite a transformação automática de um mapa de espaços convexos num mapa axial.

Mas a principal inovação no campo da representação gráfica e da própria análise sintática é a capacidade de construir um mapa de segmentos (um segmento corresponde à secção de uma linha axial que é limitada por dois pontos onde ocorrem cruzamentos com outras linhas) a partir dos eixos de via, algo que é facilmente obtido a partir de cartografia com a ajuda do *Depthmap* e que torna desnecessária a construção *a priori* de um mapa de espaços convexos. Mais uma vez, o algoritmo que torna isto possível foi desenvolvido por Turner (2007) e, para além de simplificar bastante a construção do mapa, lida com uma das principais críticas à Sintaxe Espacial, referida na página anterior, a ausência de medidas métricas, permitindo, segundo Hillier (2009) três possíveis interpretações da distância entre segmentos: i) a distância métrica (distância, em metros, entre o centro de um segmento e o centro de um segmento adjacente); ii) a distância topológica (atribuindo o valor 1 sempre que existe uma mudança de direção entre segmentos e o valor 0 caso não exista); e, por fim, iii) a distância geométrica, baseada na amplitude do ângulo verificado no ponto onde dois segmentos se cruzam (ou seja, assumindo que quando o ângulo é 0, os dois segmentos fazem parte da mesma linha). A partir destas três formas de medir distâncias é possível calcular a integração sintática, que mede a proximidade entre um segmento e todos os outros tendo em conta cada um dos três tipos de distância, respondendo assim à crítica de Ratti sobre a não consideração da distância métrica na análise sintática.

Turner (2004) ressalva, no entanto, que apesar de a análise de segmentos apresentar vantagens na análise da estrutura geral do mapa, é pouco interessante quando se pretende fazer análise sintática à escala local, dado que a transformação de linhas axiais em segmentos (como se subdividem, passa a haver um número mais elevado de segmentos) aumenta de modo irreal a integração local das linhas. Tendo em conta a extensão da unidade territorial a analisar no caso de estudo, optou-se por efetuar, neste caso, uma análise axial, ao invés da análise do mapa de segmentos.

4.6. A Sintaxe Espacial e a relação com outras abordagens

Como observado no ponto anterior, a Sintaxe Espacial possui algumas fragilidades e limitações. Um mapa axial ou de segmentos não possui – nem tem de possuir – informação relativa a todas as dimensões do território que se pretende analisar, sejam elas físicas, relativas aos padrões de ocupação ou às características da população. Contudo, diversos autores (como será possível aferir no subtópico 4.6.2) apontam para a pertinência da combinação da Sintaxe Espacial com outras abordagens e metodologias de modo a que seja possível efetuar uma análise territorial mais integrada e robusta.

4.6.1. A importância da padronização na análise morfológica

No campo da análise da forma urbana, a inexistência de uma terminologia única entendida de igual modo por teóricos e profissionais das diferentes áreas constitui, segundo Osmond (2010), um entrave à capacidade de disseminar a investigação desenvolvida entre disciplinas e escalas espaciais. Considerar que a investigação é feita a diferentes escalas, implicando diferentes níveis de resolução, será, segundo o autor, um ponto de partida lógico para o estabelecimento de um quadro conceptual transversal.

Kropf (1993) propõe um sistema de classificação – atribuindo nomes em latim aos diferentes níveis da hierarquia de forma a evitar ambiguidades terminológicas – no qual cada unidade é definida como uma componente de uma entidade de nível superior. O quadro 1 representa a hierarquia de Kropf.

Nível	Correspondência	Exemplos/comentários do autor
<i>Materia</i>	Materiais de construção	Tijolo, viga, trave, laje...
<i>Statio</i>	Estrutura	Telhado, alicerces, paredes...
<i>Tectum</i>	Divisões	Salas, chaminés, elevadores, escadarias...
<i>Aedes</i>	Edifícios	Independentemente da tipologia/uso
<i>Fines</i>	Lotes	Pode ou não incluir um ou mais edifícios
<i>Sertum</i>	Conjuntos de lotes, quarteirões, ruas	Inclui partes de ruas, cruzamentos e praças
<i>Textus</i>	Tecidos urbanos, unidades de plano	Combinações de conjuntos de lotes, quarteirões ou ruas de forma semelhante
<i>Sedes</i>	Combinações de unidades de plano	Núcleos, <i>urban fringe belts</i>
<i>Complures</i>	Combinações de <i>Sedes</i>	-

Quadro 1. Hierarquia da forma construída por Karl Kropf (adaptado de Osmond, 2010)

Este sistema é a base da definição da Unidade Estrutural Urbana (*Urban Structural Unit* ou USU) que, segundo Böhm (1998) corresponde a áreas relativamente homogêneas em termos de

tipologia, densidade e disposição do edificado e dos espaços abertos. Ainda segundo o mesmo autor, o conceito de USU é baseado na premissa de que existem relações causais entre a estrutura física de uma área urbana e as suas funções ecológicas e sociais.

No entanto, a hierarquia de Kropf não contempla o espaço não construído. Osmond propõe uma hierarquia relativa aos espaços abertos da cidade, comparável e complementar ao sistema de classificação de Kropf, utilizável independentemente da escala de análise.

Nível	Correspondência	Exemplos/comentários do autor
4	Materiais de construção Espécies de vegetação	Betão, tijolo, madeira <i>Populus x canadensis</i> , <i>Pinus pinaster</i>
3	Pequenos elementos construídos Estruturas de vegetação	Bancos de jardim, papeleiras, postes de iluminação Árvores, arbustos, relvados
2	Superfícies pavimentadas Superfícies não pavimentadas Corpos de água	Ruas, caminhos, secções de ruas, praças, cruzamentos, estacionamento Parques, jardins, lotes vagos Canais, rios, lagos, piscinas
1	Espaço aberto urbano	Matriz de espaços abertos

Quadro 2. Hierarquia de espaços abertos proposta por Osmond (2010).

A matriz de espaços abertos, correspondente ao nível mais abrangente (menos detalhado) da hierarquia de Osmond, pode ser descrita pelos mapas de espaços convexos e mapas axiais utilizados na análise sintática. O autor refere ainda que o espaço convexo está associado à noção de “tecido básico” (*basic tissue*), correspondendo a uma secção de rua e ao conjunto de lotes adjacentes, definida por Caniggia e Maffei (2001).

Esta pequena amostra permite-nos verificar o que foi descrito como um problema no primeiro parágrafo deste ponto: a falta de um vocabulário transversal que permita a integração e a interação entre investigadores e profissionais, entre a investigação e a prática efetuada nas várias áreas do conhecimento que contribuem para uma mais pormenorizada e acertada análise do território. Serve também de ponto de partida para a secção seguinte da dissertação – a combinação entre a Sintaxe Espacial e outras metodologias de análise do território, algo que se mostra premente dadas as limitações da Sintaxe Espacial e a capacidade de esta poder contribuir para informar e reforçar outros tipos de análise.

4.6.2. Combinação de abordagens metodológicas

Exemplos de integração da análise sintática com outros tipos de análise morfológica e territorial incluem a *Place Syntax* (Stähle *et al*, 2005), na qual o mapa axial/de segmentos é combinado, em ambiente SIG, com informação referente aos lotes. A utilização da *Place Syntax* permite, a título de exemplo, identificar todos os lotes que se encontram a menos de x mudanças de direção de um determinado lugar no mapa e verificar quais os seus usos e densidades populacionais (dependendo da quantidade e qualidade da informação recolhida). A *Place Syntax* adiciona duas variáveis previamente não analisadas através da Sintaxe Espacial: densidade (populacional) e diversidade (de usos) - Marcus (2007).

A metodologia *Morpho* (Oliveira, 2013) adiciona às leituras da Sintaxe Espacial e da *Place Syntax* um conjunto de outros critérios centrados nos três elementos fundamentais da forma urbana – a rua, a parcela e o edifício. Esses critérios são a época de construção dos edifícios, a dimensão dos quarteirões, o alinhamento dos edifícios, a relação entre a altura dos edifícios e a largura da rua, e por fim, a função dos edifícios.

A combinação de Sintaxe Espacial com SIG tornou também possível a pesquisa de Law *et al.* (2012), que desenvolveram um modelo bimodal da cidade de Londres, adicionando à informação sobre a estrutura das ruas, a rede do metro londrino, concluindo que a integração da informação relativa aos dois modos de transporte permite avaliar com mais precisão as dinâmicas de deslocação numa metrópole, permitindo pesquisa adicional que permite a análise sintática de redes multimodais.

Barros *et al.* (2007) averiguaram de que forma a Sintaxe Espacial poderia contribuir para estudos de engenharia de tráfego comparando os resultados conseguidos através da análise de um mapa de segmentos com os obtidos pelo *software* de gestão de tráfego SATURN, concluindo que a Sintaxe Espacial pode ser de grande utilidade em fases preliminares de estudos de engenharia de tráfego, complementando a tradicional análise através do SATURN.

Outro exemplo da integração da Sintaxe com outros métodos de análise espacial parte da investigação feita por um grupo proveniente da Universidade de Delft, combinando a Sintaxe Espacial com novos métodos de medir densidade (Spacematrix) e mistura funcional (modelo MXI) (van Nes *et al.*, 2012). Os autores mostram que os três métodos se complementam e contribuem para uma melhor compreensão do papel do espaço nos processos socioeconómicos levados a cabo no território.

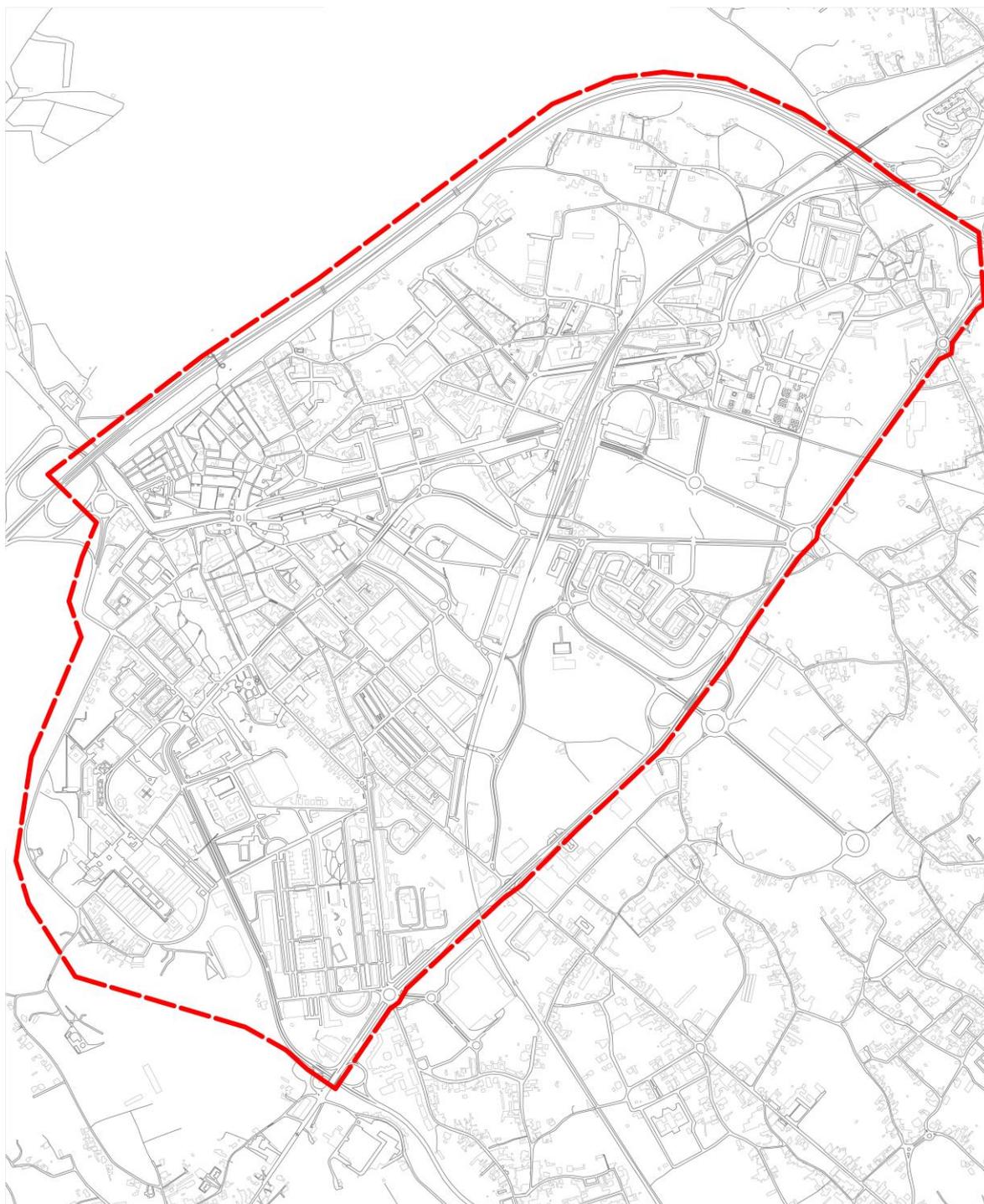
No próximo capítulo, mais importante do que comparar abordagens metodológicas com o intuito de avaliar qual a mais interessante, ou a que produz melhores resultados, interessa aferir como poderá a Sintaxe Espacial contribuir para uma adequada intervenção no território e para a sua qualificação, sendo utilizada de forma complementar à metodologia proposta por Carvalho (2009).

5. APLICAÇÃO A CASO DE ESTUDO: CIDADE CONSOLIDADA DE AVEIRO

Nesta dissertação pretende atestar-se a pertinência e as potencialidades de duas metodologias de análise territorial para a identificação de rede estruturante, de forma a contribuir para a definição da Matriz Estruturante do Território, apresentada no segundo capítulo. Segundo Carvalho (2009), a identificação dos elementos estruturantes do território constitui a primeira fase do percurso metodológico a adotar, imprescindível para que se possa identificar as insuficiências e potencialidades de cada elemento e, conseqüentemente, da rede na qual se inserem. Os elementos estruturantes do território incluem as unidades territoriais, as suas divisões e barreiras, a rede viária, a estrutura ecológica e os polos vivenciais.

De modo a avaliar as potencialidades e limitações da Análise Empírica sobre Cartografia e da Sintaxe Espacial como ferramentas para a identificação de elementos e rede estruturante, optou-se pela aplicação de ambas a um mesmo território. O centro da cidade de Aveiro foi escolhido como caso de estudo devido aos seus limites perfeitamente definidos, à relativa facilidade em congregar diversos agentes conhecedores do território, assim como informação e cartografia detalhada. No ponto 5.1 será efetuada uma Análise Empírica sobre Cartografia, no âmbito da qual serão identificadas as Unidades Territoriais de Base (UTB) do território em causa, as suas barreiras e fronteiras, a rede viária estruturante, a estrutura ecológica e as suas centralidades e pólos de vivência. De seguida (5.2) será aplicada a Space Syntax, que envolve a construção do mapa axial, a análise sintática propriamente dita e uma breve análise dos atributos gerais do mapa axial.

Tanto para a Análise Empírica sobre Cartografia como para a construção do mapa axial do centro da cidade de Aveiro, foi utilizada como base cartografia topográfica, em formato vetorial, à escala 1:10.000, disponibilizada pela Associação de Municípios da Ria de Aveiro (AMRia) e pelo Instituto Geográfico Português (IGP), baseada em cobertura aerofotográfica realizada em 1997/1998. Os limites utilizados na determinação da área a analisar no âmbito do presente trabalho foram a autoestrada A25 (a norte e noroeste), a estrada nacional 109 (este/sudeste) e a ria de Aveiro (limite sudoeste). A Figura 6 ilustra a delimitação da área a analisar.



aveiro centro: limites da unidade territorial
escala: 1:8000

legenda

--- limites unidade territorial



Figura 6. Delimitação da unidade territorial Aveiro Centro.

5.1. Análise Empírica sobre Cartografia

Como referido no capítulo sobre a Análise Empírica sobre Cartografia, esta metodologia envolve a consulta de múltiplos agentes conhecedores do território, assim como outros dados (tais como estatísticas e medições de tráfego) que permitam fazer um retrato mais fiel da realidade do território analisado. Assim sendo, também a análise efetuada neste capítulo envolve a consulta de trabalhos realizados por outros autores, sempre referenciados nas respetivas secções do texto.

Em primeiro lugar, deve ser efetuada a delimitação da unidade territorial em estudo, suas Partes de Cidade e UTB associadas a cada uma das partes de cidade. Dado que, neste estudo de caso, não foi considerada a totalidade da cidade alargada Aveiro-Ílhavo, como em Carvalho *et al.* (2012), mas apenas a parte correspondente ao centro da cidade de Aveiro, a unidade territorial em análise corresponde igualmente a uma das Partes de Cidade identificadas por estes, nomeadamente a Parte de Cidade “Aveiro Centro”.

Para delimitar unidades territoriais e suas partes, a metodologia de Carvalho *et al.* (2012) envolve duas fases: a delimitação empírica, sobre cartografia e com recurso a diversos agentes conhecedores do território e dos usos e vivências associados a este, e a compatibilização dessa delimitação com os limites das subsecções estatísticas (desnecessárias no âmbito desta dissertação) de modo a permitir o cruzamento de dados estatísticos.

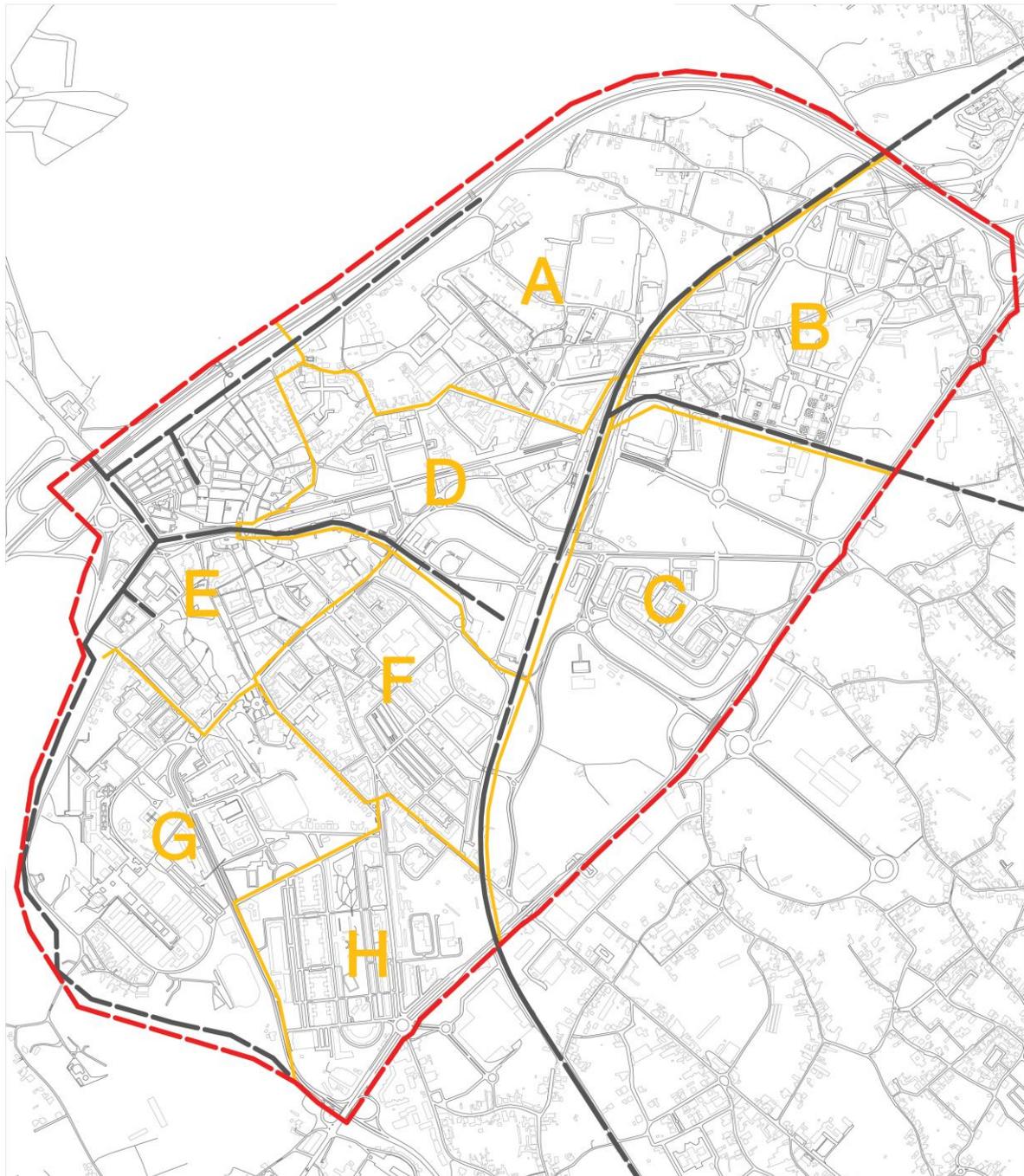
A unidade territorial a analisar corresponde ao núcleo urbano da cidade de Aveiro, delimitado por dois eixos viários pertencentes à rede supramunicipal: a Autoestrada A25, a Norte e a Poente, e a Estrada Nacional 109, a Nascente. A Poente e a Sul, a unidade territorial é também delimitada pelo Esteiro de São Pedro, um braço da Ria de Aveiro, que constitui uma barreira que impede construção e infraestruturação adicional na parte sudoeste da cidade.

Na Figura 7, para além das UTB, encontram-se assinaladas, também, as principais barreiras físicas situadas dentro dos limites da unidade territorial Aveiro Centro. As linhas de caminho-de-ferro constituem, para além de barreiras, autênticas fronteiras entre pedaços de território. A Linha do Norte marca a separação entre a parte mais consolidada da cidade (situada a poente da linha) e parte menos consolidada (freguesia de Esgueira, situada a Nordeste, e o bairro da Forca, a Este). Por sua vez, a Linha do Vouga divide Forca e Esgueira, coincidindo com a delimitação das respetivas UTB.

Constituem, também, barreiras da unidade territorial em causa os canais da Ria de Aveiro: o Canal de S. Roque (paralelo à A25), o Canal do Paraíso (a Poente, desaguando no Esteiro de São Pedro) e o Canal do Cojo, canal principal que atravessa o microcentro da cidade até desaguar no Cais da Fonte Nova, junto à linha de caminho-de-ferro.

Para além das fronteiras físicas facilmente identificáveis, e que não raras vezes constituem também limites entre partes distintas do território, a identificação das várias UTB tem

em conta uma série de outros critérios: as relações funcionais, os usos e vivências, o tecido urbano, o cadastro, o número de habitantes, a quantidade de edificado, as vias agregadoras, os limites administrativos e as subseções estatísticas. As UTB da unidade territorial “Aveiro Centro” foram já determinadas em Carvalho *et al.* (2012), motivo pelo qual foram igualmente consideradas neste trabalho, e encontram-se identificadas na Figura 7.



aveiro centro: unidades territoriais de base
escala: 1:8000

legenda

- limites UTB
- barreiras/fronteiras
- limites unidade territorial

- A - agras/barrocas
- B - esgueira
- C - força
- D - avenida
- E - centro
- F - liceu
- G - universidade
- H - santiago



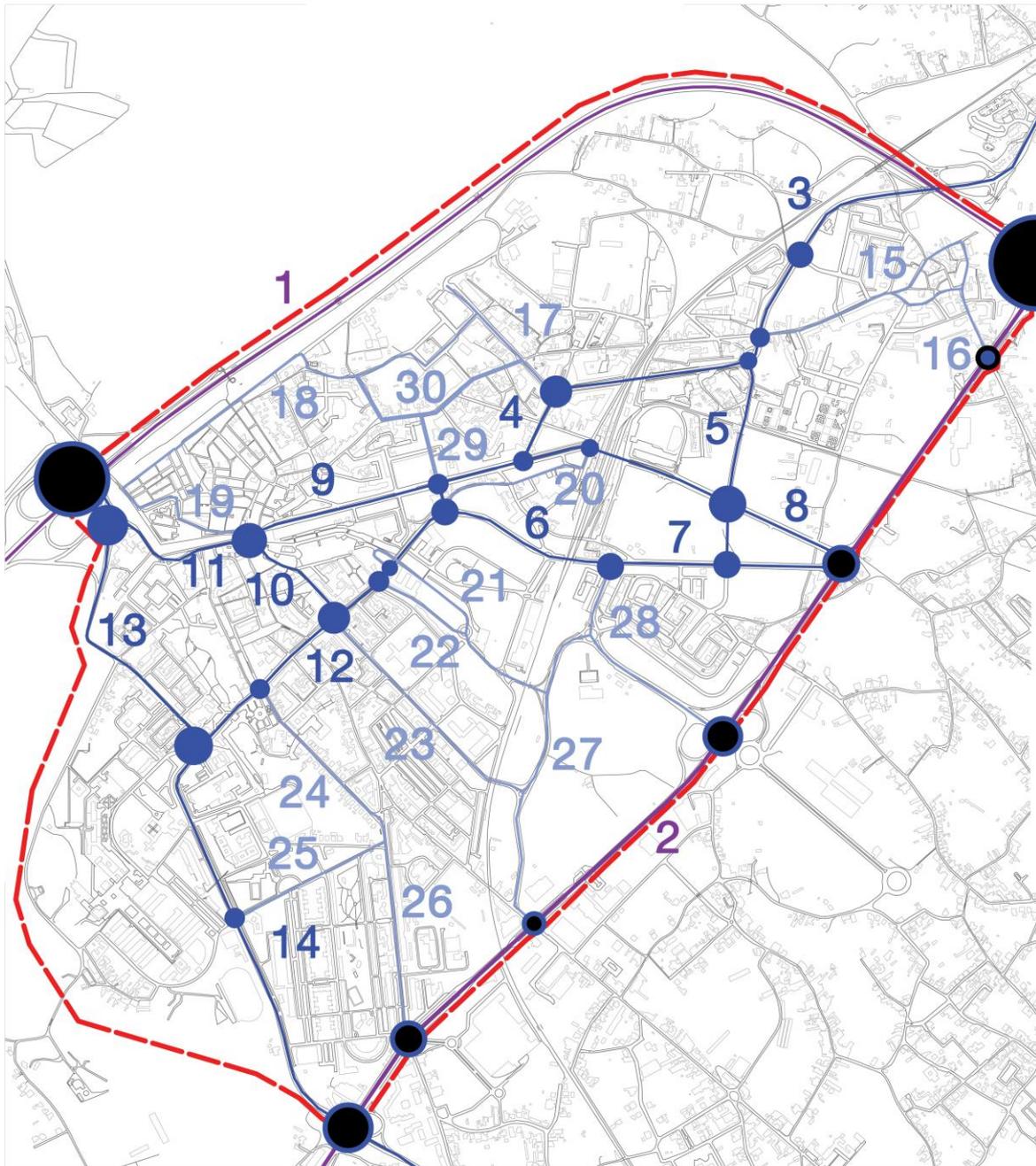
Figura 7. Barreiras/Fronteiras e delimitação das Unidades Territoriais de Base de Aveiro Centro.

Como já foi referido, as linhas de caminho-de-ferro surgem como limite natural entre UTBs, servindo de limite entre as UTB Esgueira e Forca e separando ambas do resto da cidade. Algumas das UTB correspondem a bairros (Liceu, Santiago) cuja delimitação é baseada não só na sua forma urbana mas também nas suas vivências. Outras correspondem a zonas de equipamentos (como a UTB Universidade, que agrega o território afeto ao *campus* universitário, o Hospital, o Parque Infante D. Pedro e outros equipamentos)). Algumas das vias estruturantes do território do Centro de Aveiro (indicadas e listadas no ponto seguinte) servem, também, de limite entre áreas. Por exemplo, a Rua de Calouste Gulbenkian e a Avenida Artur Ravara separam as UTB Centro e Universidade, a Avenida 5 de Outubro separa a UTB Centro da UTB Liceu e a Avenida Araújo e Silva separa a UTB Liceu da UTB Universidade. De seguida, importa identificar a rede viária estruturante. Esta identificação foi também efetuada no âmbito da realização do Plano Municipal de Mobilidade de Aveiro (2012) e será considerada, aqui, como ponto de partida, integrando também elementos da rede identificada noutros trabalhos, como o da proposta para a qualificação da Avenida Dr. Lourenço Peixinho (Carvalho *et al.*, 2013).

Para efetuar a categorização das vias estruturantes, foram estabelecidos três níveis hierárquicos, a atribuir consoante as características, vocação e importância relativa para a rede viária de cada uma das ruas:

- As vias estruturantes de 1º nível, de âmbito supramunicipal, com a função de ligar a cidade de Aveiro às redes nacional e regional de estradas;
- As vias estruturantes de 2º nível, vias arteriais que asseguram a ligação entre as vias de 1º nível e o interior da cidade;
- As vias estruturantes de 3º nível, responsáveis pela distribuição de fluxos de tráfego pelas diferentes partes da cidade.

A Figura 8 ilustra as vias estruturantes da unidade territorial Aveiro Centro, assim como os nós de ligação mais importantes, divididos por nós principais (pontos onde se faz a ligação entre as vias estruturantes de 1º nível e outras vias da restante rede estruturante) e nós secundários (ligações entre vias estruturantes de 2º nível ou entre vias estruturantes de 2º e 3º níveis). No quadro 3 estão listados os nomes das vias estruturantes correspondentes aos três níveis.



aveiro centro: nós e vias estruturantes
escala: 1:8000

legenda

--- limites unidade territorial

● nós principais

● nós secundários

— vias estruturantes, 1º nível

— vias estruturantes, 2º nível

— vias estruturantes, 3º nível

Figura 8. Nós de ligação e rede viária estruturante de Aveiro Centro.

Número de identificação	Nível	Rua/Avenida
1	1	A25
2	1	EN109
3	2	Estrada do Olho D'Água
4	2	Rua de Viseu
5	2	Rua Padre José Maria Taborda
6	2	Avenida dos Congressos da Oposição Democrática
7	2	Avenida da Granja
8	2	Avenida Dr. Vasco Branco
9	2	Avenida Dr. Lourenço Peixinho
10	2	Rua Batalhão de Caçadores 10
11	2	Rua do Clube dos Galitos/Rua do Alavário
12	2	Avenida 5 de Outubro/Avenida Santa Joana/Avenida Artur Ravara
13	2	Rua de Calouste Gulbenkian
14	2	Avenida da Universidade
15	3	Rua José Luciano de Castro/Rua Vicente de Almeida de Eça
16	3	Rua Dias Camarim/Rua General Costa Cascais
17	3	Avenida da Força Aérea Portuguesa
18	3	Rua do Campo/Rua do Carmo/Rua do Carril/Cais de S. Roque
19	3	Rua João Mendonça/Rua Dr. Barbosa de Magalhães/Rua João Afonso
20	3	Rua Comandante Rocha e Cunha
21	3	Rua Carlos Aleluia
22	3	Rua Padre Arménio Alves da Costa Júnior
23	3	Avenida 25 de Abril
24	3	Avenida Araújo e Silva
25	3	Rua da Associação Humanitária dos Bombeiros Voluntários de Aveiro
26	3	Rua Dr. Mário Sacramento
27	3	Avenida Dr. Sá Carneiro
28	3	Rua Engenheiro Amaro da Costa
29	3	Rua do Engenheiro Oudinot
30	3	Rua do Carmo

Quadro 3. Vias estruturantes da unidade territorial Aveiro Centro.

As vias estruturantes de 1º nível compreendem a A25 (1) e a EN109 (2), as duas únicas vias estruturantes da unidade territorial que pertencem à rede supramunicipal de estradas. A A25 serve a unidade territorial Aveiro Centro através de dois nós de ligação: um a poente (nó das *Pirâmides*) e outro a nascente (nó de Taboeira), estabelecendo ligação direta com a EN109. Esta Estrada Nacional tem seis outras ligações a vias estruturantes do centro de Aveiro, sendo os dois nós mais importantes aqueles que fazem a ligação com vias de 2º nível: o nó da rotunda da *Policlínica*, fazendo a ligação entre a EN109, a Avenida da Granja (7) e a Avenida Dr. Vasco Branco (8) e o nó de ligação com a Avenida da Universidade (14), avenida cujo prolongamento para Sul da unidade territorial constitui o início da EN235, que faz a ligação entre Aveiro e Coimbra. No centro da cidade, configuram-se dois eixos viários estruturantes principais, compostos por vias de 2º nível e distribuidores do tráfego proveniente dos nós de ligação entre a rede supramunicipal e o centro da cidade:

- um eixo central, que parte da Rotunda da *Policlínica*, atravessando a Avenida da Granja (7), Avenida Congressos da Oposição Democrática (6) e as Avenidas Artur Ravara, Santa Joana, 5 de Outubro (12). Este eixo conecta-se, no nó da Rotunda do Hospital, com a Avenida da Universidade (14) a Sul, fazendo a ligação de novo à EN109, e a Rua de Calouste Gulbenkian (13) a Norte, que permite a ligação à A25 no nó das *Pirâmides*.

- um outro eixo distribuidor, que parte do nó das *Pirâmides*, promovendo a ligação à Avenida Dr. Lourenço Peixinho (9) através da Rua do Clube dos Galitos e Rua do Alavário (11), estabelecendo ligação a Esgueira via Rua de Viseu (4) e a Cacia – zona já fora do núcleo urbano e da unidade territorial Aveiro Centro – através da Estrada do Olho D'Água (3). É feita, também, uma outra ligação à EN109, para lá do túnel subterrâneo sob a Estação da CP, através da Avenida Dr. Vasco Branco (8), terminando no nó da rotunda da *Policlínica*.

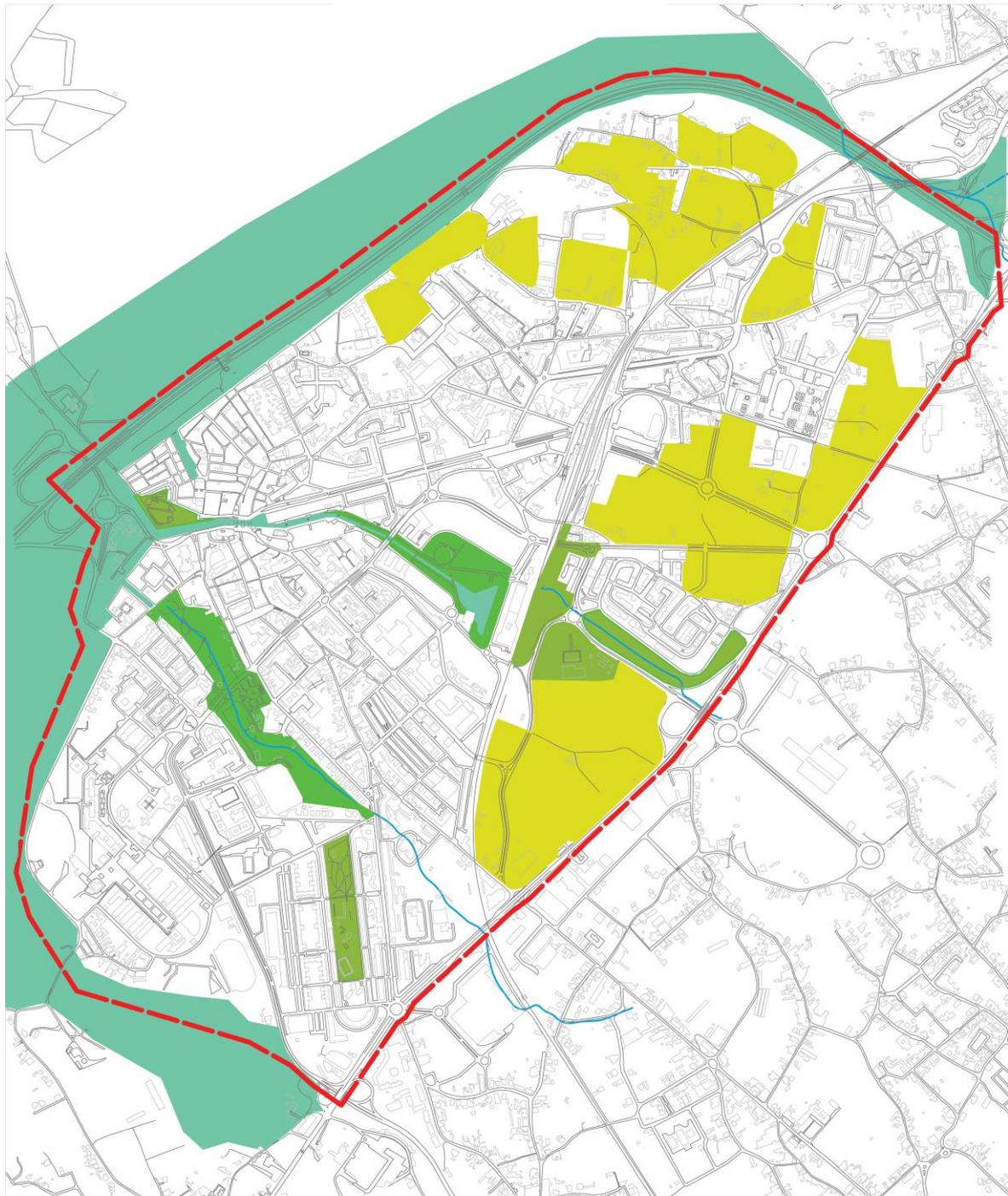
Entre as vias estruturantes de 3º nível encontram-se algumas das grandes avenidas da cidade que, embora, na sua maioria, não sejam exclusivamente vocacionadas para tráfego automóvel, funcionam como distribuidoras do tráfego proveniente das vias de 1º e 2º nível pelas diversas partes que constituem o centro da cidade. São, não raras vezes, estruturantes e de importância fulcral na distribuição de tráfego ao nível da Unidade Territorial de Base, casos da Avenida da Força Aérea Portuguesa (17) na UTB Agrad/Barrocas, do Cais de S. Roque (18) na UTB Centro, da Rua Dr. Mário Sacramento (26) na UTB Santiago, da Avenida 25 de Abril (23) na UTB Liceu, da Rua Engenheiro Amaro da Costa (28) na UTB Forca ou da Rua José Luciano de Castro na UTB Esgueira.

O passo seguinte compreende a identificação dos elementos que constituem a Estrutura Ecológica Urbana (EEU) de Aveiro Centro: elementos “essencialmente biofísicos, com destaque para linhas de água, mas também acidentes topográficos, coberto arbóreo ou áreas de aptidão agrícola” (Carvalho, 2009: 13). Também neste caso foi feita uma divisão consoante os tipos de elementos estruturantes da cidade: *linhas*, *conjuntos* e *pontos*. Às *linhas* correspondem as linhas de água e os percursos ribeirinhos (no caso específico de Aveiro, a Ria e os seus canais). Os *conjuntos* incluem áreas de aptidão agrícola, assim como espaços verdes de grandes dimensões, sendo os espaços verdes pontuais, de pequena dimensão, considerados *pontos*.

A Figura 9 ilustra a EEU. A Ria de Aveiro e os seus canais constituem os principais elementos estruturantes da unidade territorial de Aveiro Centro, constituindo uma barreira natural, acompanhando a via estruturante A25 a Norte e limitando a unidade territorial a Nascente (Esteiro de S. Pedro). A linha de água associada ao Canal do Cojo, que transpõe a zona central da cidade, prolonga-se até ao extremo Este da unidade territorial (limitado pela EN109), atravessando espaços verdes pontuais como o Jardim do Rossio ou a área verde a sul do bairro da Forca, assim como um espaço verde público de generosas dimensões associado ao Cais da Fonte Nova. Outra linha de água importante da unidade territorial em estudo é a que parte do Canal do Paraíso (zona

Poente) e atravessa a grande mancha verde do centro da cidade, composta pelo Parque de Santo António e pelo Parque Infante D. Pedro, prolongando-se para Sudeste pela área afeta ao cemitério da freguesia da Glória e para fora dos limites da unidade territorial. É possível verificar, também, que as UTB Agrad/Barrocas, Esgueira e Forca possuem vastas áreas de aptidão agrícola e/ou terrenos expectantes, zonas na imediata periferia do microcentro da cidade que poderão ser alvo de futura consolidação.

Resta a identificação de centralidades – concentrações de terciário e zonas de equipamentos capazes de atrair fluxos – que constitui o derradeiro exercício na identificação da rede estruturante na metodologia de Carvalho. Efetuando uma análise ao nível da unidade territorial Aveiro Centro, achou-se pertinente identificar não só os principais centros locais mas também os principais potenciais geradores de tráfego, ilustrados na Figura 10 e sintetizados no quadro 4.



aveiro centro: estrutura ecológica urbana
escala: 1:8000

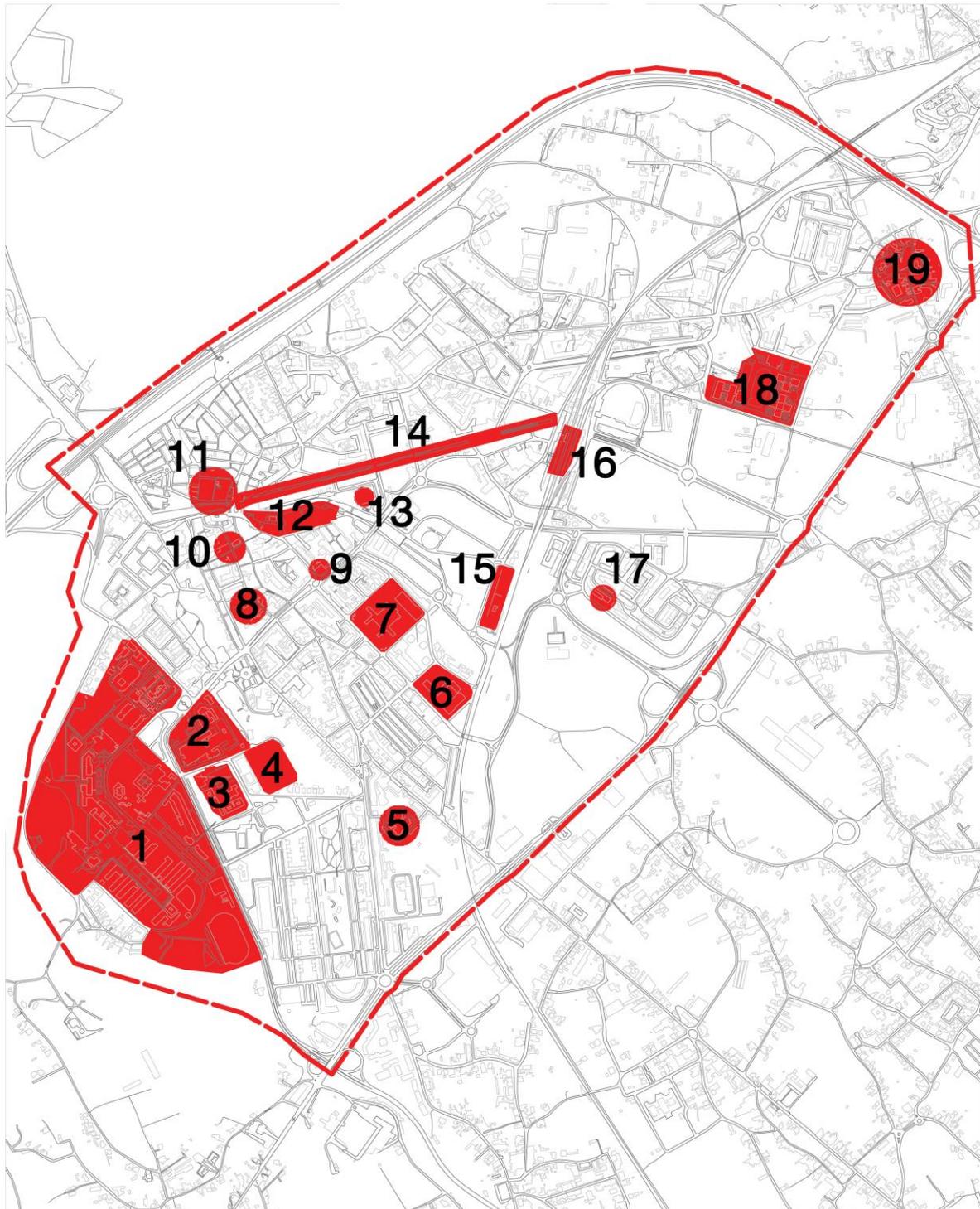
legenda

--- limites unidade territorial
— linha de água

ria
verde público de grandes dimensões
espaços verdes pontuais
área agrícola



Figura 9. Estrutura Ecológica Urbana de Aveiro Centro.



aveiro centro: centralidades
escala: 1:8000



legenda

- limites unidade territorial
- centralidade

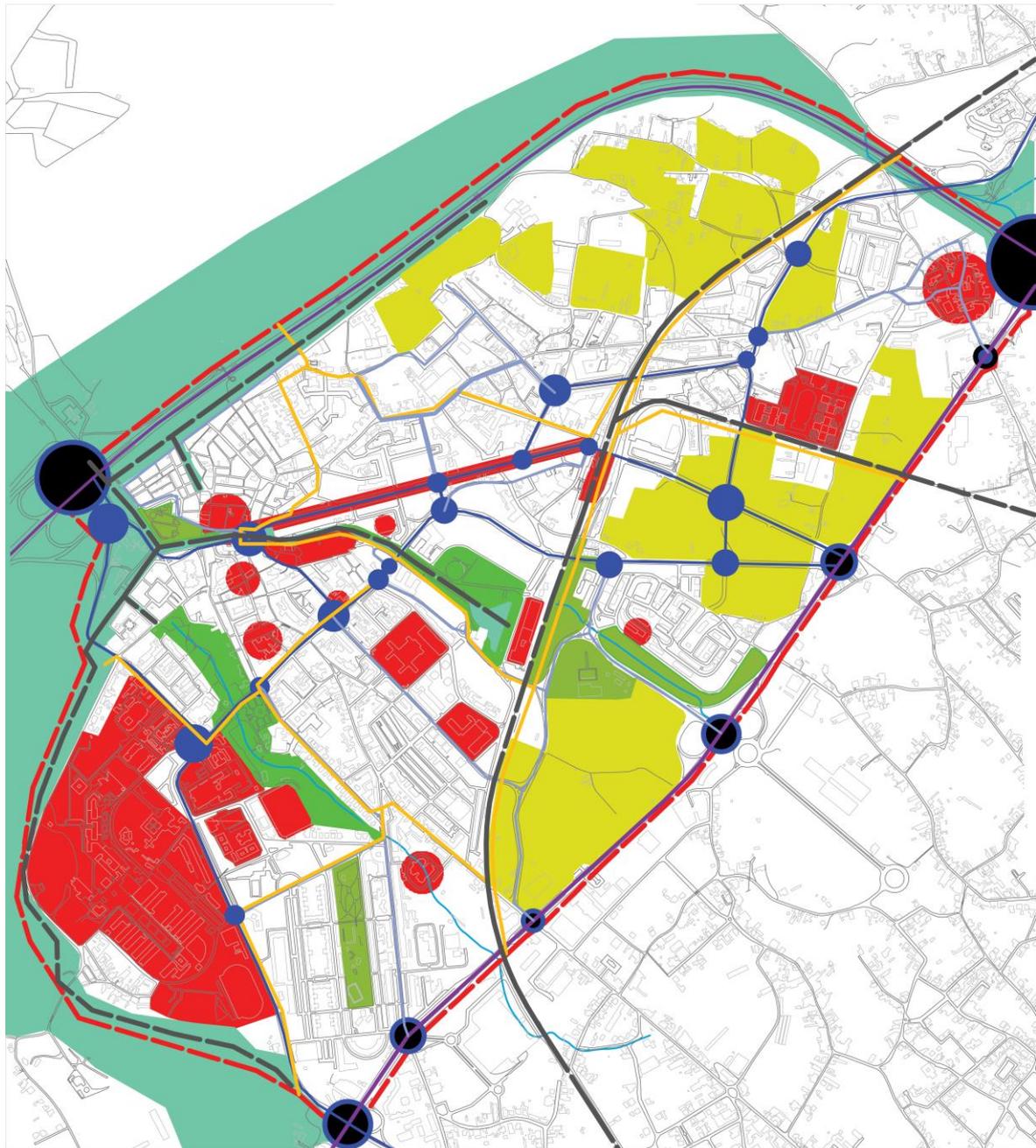
Figura 10. Centralidades da unidade territorial Aveiro Centro.

Número de identificação	Centralidade
1	Universidade de Aveiro
2	Hospital Infante D. Pedro
3	Escola EB2/3 José Afonso
4	Estádio Mário Duarte
5	Centro de Saúde de Aveiro
6	Escola Secundária Dr. Mário Sacramento
7	Escola Secundária José Estêvão
8	Praça Marquês de Pombal (Governo Civil, Tribunal, CTT)
9	Sé
10	Teatro Aveirense, Escola Secundária Homem Cristo, Câmara Municipal
11	Praça Dr. Joaquim Melo Freitas, Praça do Peixe, Capitania, Ponte Praça
12	Fórum Aveiro
13	Mercado Manuel Firmino
14	Avenida Dr. Lourenço Peixinho
15	Centro Cultural e de Congressos
16	Estação CP
17	Loja do Cidadão, Serviços Municipalizados de Aveiro
18	Escola Secundária Dr. Jaime Magalhães Lima
19	Centro de Esgueira

Quadro 4. Centralidades da unidade territorial Aveiro Centro

Por fim, a Figura 11 sintetiza os vários elementos da rede estruturante da unidade territorial de Aveiro Centro. Em síntese, da análise do mapa da rede estruturante é possível inferir que a grande maioria das centralidades identificadas se situa num local diretamente acessível a partir de pelo menos uma via estruturante, exceção feita à Loja do Cidadão (centralidade nº 17), ao Estádio Mário Duarte (centralidade 4), ao Teatro Aveirense, à Escola Secundária Homem Cristo, à Câmara Municipal (assinalados com o nº 10), ao Centro Cultural e de Congressos (15) e ao Mercado Manuel Firmino (13). Ainda assim, e à exceção das centralidades assinaladas com o número 10, todas as restantes se situam junto a elementos da Estrutura Ecológica Urbana. Esta é marcada fortemente pela presença da ria, e a quase totalidade das suas componentes é acompanhada de linhas de água, à exceção do espaço verde afeto ao Bairro de Santiago, na zona Sul da cidade, e das áreas agrícolas/não consolidadas das UTB Agras/Barrocas, Esgueira e Forca.

As referidas alterações à rede viária estruturante, promovidas pela futura abertura da ligação Norte-Sul entre Esgueira e a Forca, a Nascente da Linha do Norte, já contempladas nesta análise, contribuirão para ligar em mais um ponto do território os dois principais eixos viários estruturantes do centro da cidade, promover a ligação – que não existia senão por intermédio da EN109 – entre as UTB Esgueira e Forca e limitar o tráfego de atravessamento registado na Avenida Dr. Lourenço Peixinho, que, embora emergja como via arterial do centro de Aveiro, constitui ela própria uma *centralidade*, quer-se essencialmente pedonal e com menos presença automóvel (Carvalho *et al.*, 2013).



aveiro centro: rede estruturante
escala: 1:8000

legenda

- limites unidade territorial
- limites UTB
- barreiras/fronteiras
- via estruturante, 1º nível
- via estruturante, 2º nível
- via estruturante, 3º nível

- nó principal
- nó secundário
- centralidade
- ria
- verde público de grandes dimensões
- espaço verde pontual
- área agrícola
- linha de água



Figura 11. Rede estruturante da unidade territorial Aveiro Centro.

Importa referir, também, a partir do confronto entre a rede viária estruturante e a delimitação de UTBs, que apenas as UTB Santiago e Forca não estão diretamente ligadas por rede viária estruturante de 2º e 3º nível, estando ligadas, contudo, nos seus limites, pela EN109.

Estando identificados os elementos estruturantes do território em estudo através da Análise Empírica sobre Cartografia, tentar-se-á, no próximo ponto, proceder ao mesmo exercício através do método da Sintaxe Espacial, utilizando um mapa axial, de forma a aferir as potencialidades e limitações da metodologia na identificação de rede estruturante.

5.2. Sintaxe Espacial

5.2.1. Construção do mapa axial

Para desenvolver a análise sintática, o primeiro passo prende-se com a construção do mapa axial do território a estudar. Tornou-se necessário, em primeiro lugar, proceder à “limpeza” do ficheiro *dwg* relativo à cartografia, eliminando toda a informação desnecessária à sua definição automática. Devido à reduzida precisão das linhas que delineavam o mapa de vias na cartografia original, tornou-se necessário fazer uma revisão intensiva do ficheiro no *software* AutoCAD para posterior exportação para o UCL Depthmap. Foi necessário eliminar linhas que se encontravam duplicadas, conectar linhas que não estavam perfeitamente ligadas entre si e transformar círculos e arcos em poli-linhas para ultrapassar os problemas que surgiram nas sucessivas tentativas de geração do mapa axial. A Figura 12 ilustra o mapa de vias do centro de Aveiro obtido após o tratamento no AutoCAD.

Após exportar a versão final do mapa de vias para o Depthmap, procedeu-se à geração automática do mapa axial – *all-line map* e posterior redução ao *fewest-line map*. A partir desse mapa, foram ainda desenhadas manualmente algumas linhas axiais que foram perdidas na redução do *all-line map* e realizados os *unlinks* em túneis e pontes. Para além disso, foram incluídas no mapa, linhas axiais correspondentes a vias que não constavam na cartografia mas que se revelam estruturantes na rede de mobilidade pedonal da cidade segundo o Relatório de Caracterização e Diagnóstico do Plano Municipal de Mobilidade de Aveiro / PMMA (Way2Go, 2012), incluindo vias do domínio privado, tais como aquelas afetadas ao Fórum Aveiro, assim como vias que, devido às suas reduzidas dimensões, foram ignoradas aquando da criação do mapa axial inicial. Optou-se, também, por integrar ligações entre vias, que, embora não estejam construídas no presente momento, estão contempladas no PMMA e que serão em breve alvo de intervenção (caso da conclusão das obras da construção da via nascente do túnel subterrâneo sob a Estação da CP, paralela à linha de caminho-de-ferro).

As Figuras 13, 14, 15 e 16 mostram o mapa axial definitivo que foi utilizado para a realização da análise sintática. As figuras ilustram quatro medidas de análise: integração global,

integração local, conectividade e escolha. Na análise sintática, para uma identificação mais intuitiva das ruas, os nomes destas aparecerão associados à numeração das vias estruturantes identificadas na Análise Empírica sobre Cartografia (Figura 8) e listadas no Quadro 3.

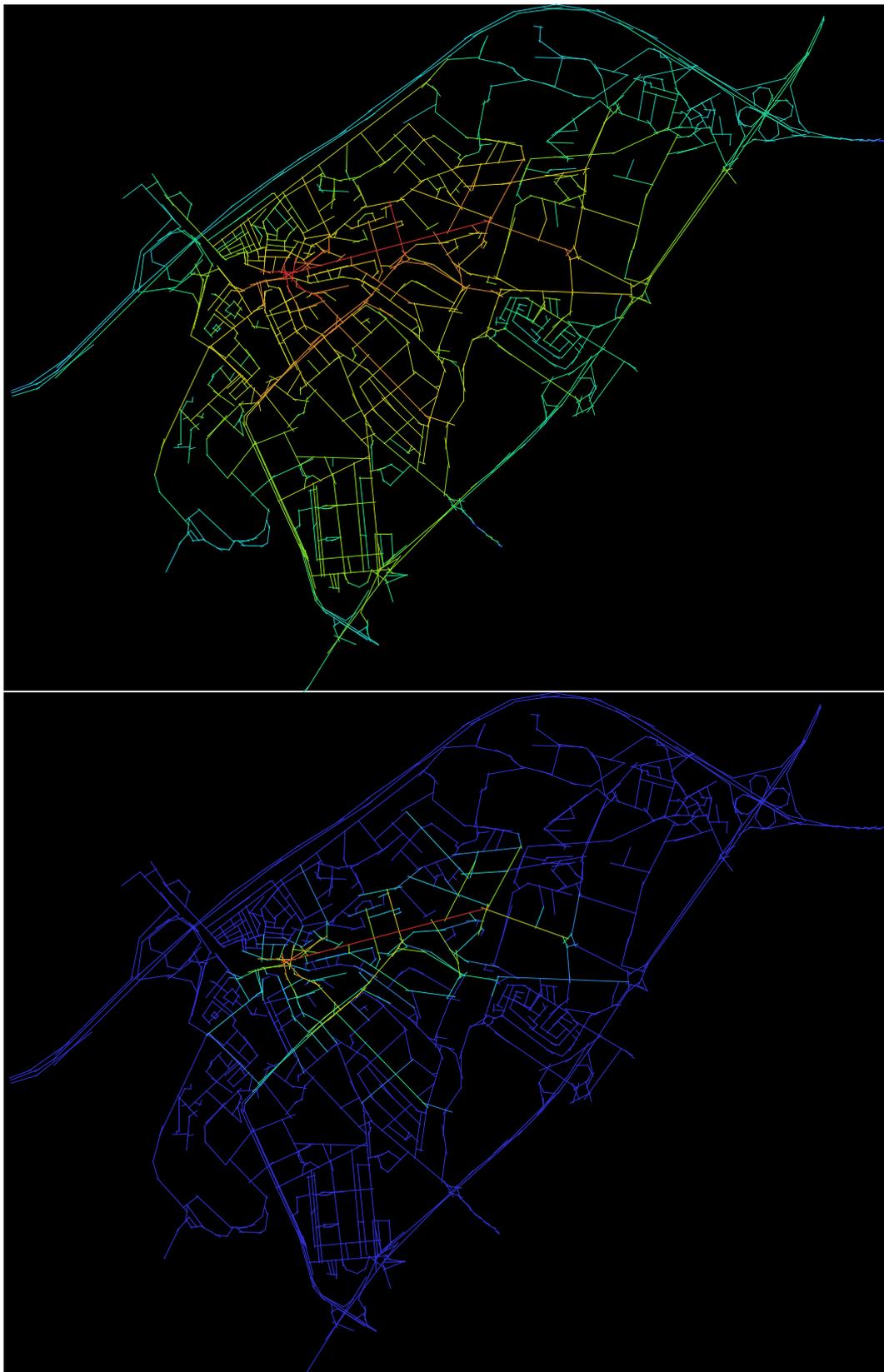


Figura 12. Mapa de vias do centro de Aveiro.

5.2.2. Análise sintática

O mapa da integração global (Figuras 13a e 13b²) identifica a Avenida Dr. Lourenço Peixinho (9) como eixo mais integrado da unidade territorial analisada, com um valor de integração de 1.193, superior à média das linhas que compõem o mapa axial da cidade (0.747). Este valor ilustra a importância da avenida para o sistema de mobilidade da cidade de Aveiro. É o eixo mais facilmente acessível a partir de qualquer ponto do território, o que lhe confere centralidade, assim como às vias que o rodeiam, especialmente na secção poente, no nó da Ponte Praça. Emergem do mapa da integração global duas estruturas principais:

² Para melhor leitura, o mapa da Figura 13b foi otimizado para que sobressaíam as linhas com valores de integração global (IG) mais altos (apenas as linhas axiais com valores de IG acima de 0.90 são de cor diferente).



Figuras 13a e 13b. Mapa axial do centro de Aveiro (*medida ilustrada: integração global*)

- Uma centrada na Avenida Dr. Lourenço Peixinho (9), prolongada a Poente pela Rua João Mendonça (19) e pela Rua do Clube dos Galitos (11), a Nascente pela Avenida Dr. Vasco Branco (8) e a Norte pela Rua de Viseu (4) e pela Rua João de Moura (perpendicular a esta);

- Uma outra, mais a Sul, compreendida pelas Avenidas Artur Ravara, Santa Joana e 5 de Outubro (12) e pela Avenida dos Congressos da Oposição Democrática (6), que se estende a Sul através da Avenida 25 de Abril (23) e se interliga com a outra estrutura principal em vários pontos, emergindo entre eles o nó do *Oita* (valor de integração de 1.105) e a Rua do Batalhão de Caçadores 10 (10) (cujos valores de integração das linhas axiais que a compõem variam entre os 1.083 e os 1.157).

O mapa da integração global apenas apresenta as estruturas que sobressaem ao nível da unidade territorial considerada como um todo. Para aferir quais os eixos melhor integrados em diferentes partes da cidade, foi analisado o mapa axial referente à *integração local* (raio 3) (Figuras 14a e 14b³), cuja medida indica a distância de uma linha em relação a todas as linhas axiais situadas até um máximo de três mudanças de direção. Este mapa revela os eixos mais importantes à escala local. As três linhas axiais com valores de integração local mais elevados são as linhas relativas à Rua de Ovar, no extremo sul da UTB Santiago, à Rua Dr. Mário Sacramento (26), assim como à Avenida Dr. Lourenço Peixinho (9), seguidas de outras ruas importantes como é o caso da Rua de Calouste Gulbenkian (13), da Avenida Artur Ravara (12), da Avenida de Oita (no Bairro do Liceu), do Cais de S. Roque (18) e as ruas que, tal como duas das mais integradas, limitam ou integram o Bairro de Santiago, na parte Sul da cidade: Rua da Associação Humanitária dos Bombeiros Voluntários de Aveiro (25), Rua de S. João da Madeira e Rua de Espinho.

Neste mapa, para além das vias assinaladas no mapa da integração global, emergem outras situadas em zonas mais afastadas do centro da cidade. No caso da zona de Esgueira, sobressai o acesso ao centro da localidade feito através da Rua de José Luciano de Castro (15), assim como a Rua do General Costa Cascais (16), que faz a ligação entre Esgueira e a EN109.

Na parte Poente/Sul da cidade, e ao contrário do mapa da integração global, sobressai a Rua de Calouste Gulbenkian (13) e a Avenida da Universidade (14), para além da segunda estrutura identificada aquando da análise do mapa da integração global, que corresponde às Avenidas Artur Ravara, Santa Joana, 5 de Outubro (12) e Congressos da Oposição Democrática (6), emergindo também com mais força do que no mapa da integração global a Avenida da Granja, que promove a ligação com a N109. Esta estrutura assemelha-se a um dos eixos estruturantes identificados na rede viária estruturante da Análise Empírica sobre Cartografia.

³ Tal como no mapa da integração global, o mapa da integração local (IL) ilustrado na Figura 14b foi otimizado para que sobressaíssem as linhas axiais com valores de IL mais elevados (apenas as linhas axiais com valores de IL acima de 1.60 estão assinalados a cor diferente).



Figuras 14a e 14b. Mapa axial do centro de Aveiro (*medida ilustrada: integração local, $r=3$*)

As vias consideradas estruturantes na Análise Empírica sobre Cartografia na parte Sul da cidade que contavam com baixos valores de integração global (Rua Dr. Mário Sacramento (26), Rua da Associação Humanitária dos Bombeiros Voluntários de Aveiro (25), Avenida Araújo e Silva (24)) têm elevados valores de integração local, especialmente a primeira. No entanto, é a Rua de Ovar, não identificada como estruturante no primeiro método, que possui o valor de integração local mais elevado, não só da zona da cidade, como da totalidade do mapa (3.450). De resto, dadas as características do bairro (ruas extensas e lineares, geralmente ligadas a várias outras ruas) a malha urbana do Bairro de Santiago possui várias outras ruas com valores de integração local bastante elevados.

É importante realçar que as vias afetas à rede supramunicipal, apesar de registarem os maiores fluxos de tráfego de todas as vias da unidade territorial (comprovado através de contagens em Way2Go, 2012), não veem o seu papel refletir-se nas medidas da integração global e local. Este facto explica-se, em parte, pela existência de poucos nós de ligação entre estas vias e as restantes: a A25 (1) apenas possui, nesta unidade territorial, dois nós de ligação, enquanto a N109 (2) se liga à restante rede viária em oito pontos.

Veja-se agora o mapa relativo à medida *escolha* (Figura 15). Esta medida possibilita aferir a probabilidade de uma linha axial fazer parte do percurso mais curto entre quaisquer duas outras linhas do mapa, o que permite estimar a potencial importância de cada eixo na rede de mobilidade da cidade, dado que a probabilidade de estas vias receberem tráfego de atravessamento é mais elevada, partindo do princípio que os automobilistas (assim como os peões e os ciclistas), racionalmente, pretendam percorrer o caminho mais curto entre o ponto de partida e o ponto de chegada.

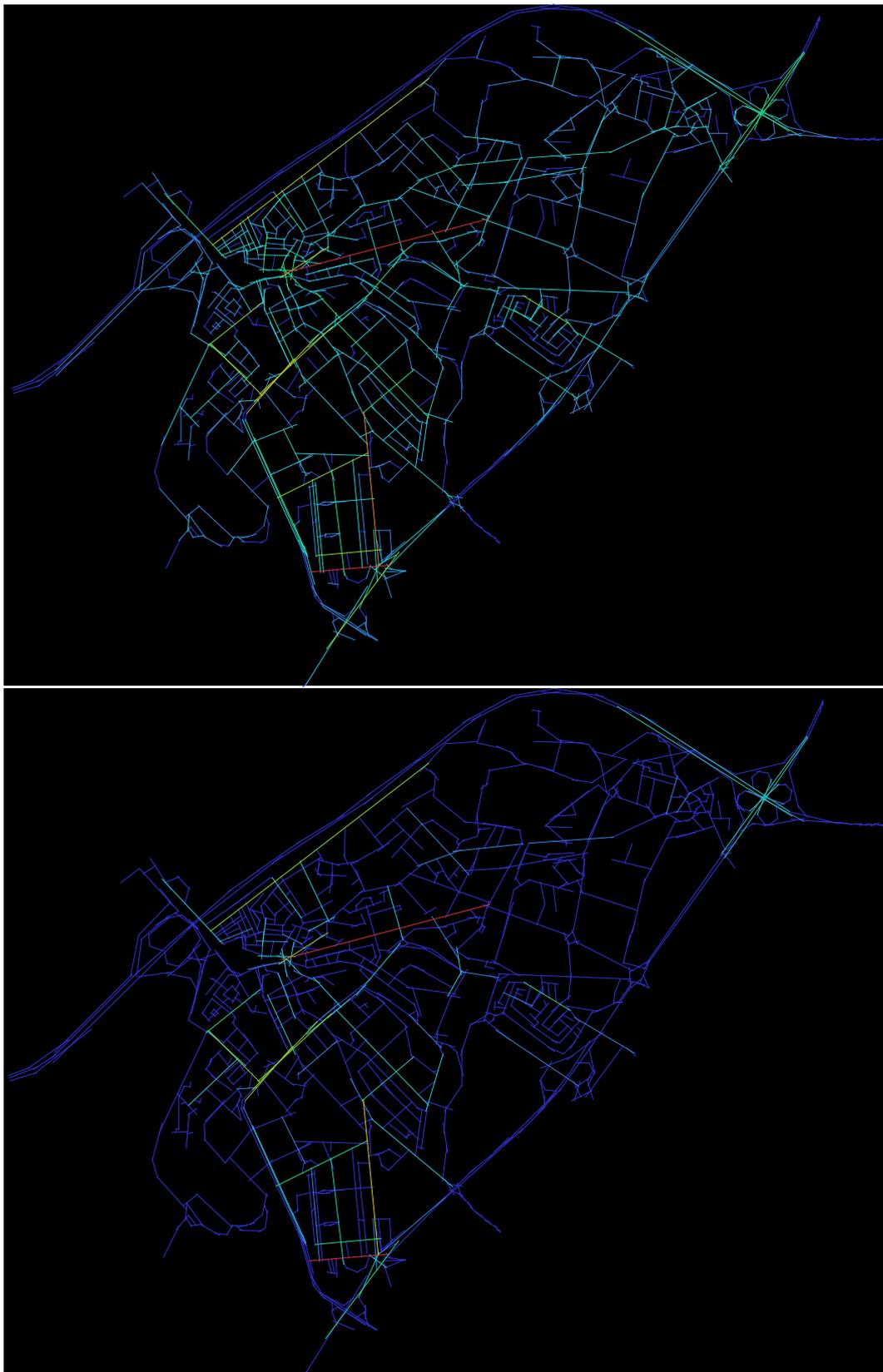
A linha correspondente à Avenida Dr. Lourenço Peixinho (9) emerge como a mais provável de pertencer ao menor percurso entre quaisquer duas linhas axiais do mapa. Possui um valor de 304.036, face aos 160.770 do segundo eixo com valor de escolha mais elevado, a Avenida 25 de Abril (23), sendo 9.300 o valor médio de todas as linhas do mapa. Emergem também aqui as duas estruturas principais encontradas na análise dos mapas de integração, uma centrada na Avenida Dr. Lourenço Peixinho (9) e outra nas Avenidas Artur Ravara, Santa Joana, 5 de Outubro (12) e se prolonga para Nascente através da Avenida Congressos da Oposição Democrática (6) e da Avenida da Granja (7), prolongando-se igualmente para Sul pela Avenida 25 de Abril (23) e pela Rua Dr. Mário Sacramento (26), onde se conecta com um dos nós de acesso à EN109 (2).



Figura 15. Mapa axial do centro de Aveiro (*medida ilustrada: escolha*)

Na análise da medida sintática da *conectividade* (que ilustra, nas Figuras 16a e 16b⁴, a quantidade de linhas axiais diretamente acessíveis a partir de cada linha) sobressaem igualmente as duas estruturas identificadas no mapa da integração global: a composta pela Avenida Dr. Lourenço Peixinho (9) e a que engloba as Avenidas Artur Ravara, Santa Joana e 5 de Outubro (12), assim como os seus prolongamentos a Norte (Rua de Calouste Gulbenkian (13)) e a Sul (Avenida da Universidade (14)). Emerge igualmente o Cais de S. Roque (18), cuja longa extensão, ao longo de um canal da Ria, permite a ligação com um total de 14 vias. Na área sul da cidade, fruto da forma urbana do Bairro de Santiago, que possui malha ortogonal e, portanto, inclui diversos cruzamentos entre vias, sobressaem a Rua Dr. Mário Sacramento (26), a Rua da Associação Humanitária dos Bombeiros Voluntários de Aveiro (25) e a Rua de Ovar.

⁴ Para melhor visualização, o mapa da conectividade da Figura 16b foi otimizado para relevar, a cor diferente, apenas as linhas que estão ligadas a mais de cinco outras linhas.



Figuras 16a e 16b. Mapa axial do centro de Aveiro (*medida ilustrada: conectividade*)

Os elevados valores de conectividade e integração local da Rua de Ovar, perpendicular à Rua Dr. Mário Sacramento (26), que não emerge nas medidas sintáticas mais globais (integração global e escolha), devem-se à configuração da malha do Bairro de Santiago e não à sua importância no sistema viário da cidade. Ao contrário da Rua da Associação Humanitária dos Bombeiros Voluntários de Aveiro (25), considerada estruturante, a Rua de Ovar não possui ligação com as quatro vias principais da Avenida da Universidade (14). Apesar da linha axial correspondente à Rua de Ovar intersectar um total de 20 outras linhas axiais, a sua insuficiente ligação com uma importante via arterial como a Avenida da Universidade, assim como o seu carácter local, de “bairro”, retiram-lhe importância em termos globais no sistema de mobilidade na cidade.

5.2.3. Análise dos atributos gerais do mapa axial

Para além da identificação de elementos da rede estruturante, foi também feita uma análise aos atributos do mapa axial (conectividade, integração local e integração global) medidos na análise sintática, assim como às correlações entre atributos, de forma a comparar o mapa axial do centro da cidade de Aveiro com mapas de outras cidades. A síntese dos valores está indicada no quadro 5. Na avaliação da intensidade da correlação entre variáveis, foi adotada a escala de Cohen (Hopkins, 2002) explicitada no quadro 6.

Atributo	Aveiro Centro	Porto (Pinho e Oliveira, 2009)	Média Portugal (Medeiros e Holanda, 2007) ^a	Média 13 Cidades UK (Hillier, 2001)	Média 15 Cidades Europa (Hillier, 2001)
Conectividade	3.614	3.599	3.60	3.713	4.609
Integração global	0.747	0.744	0.88	0.720	0.918
Integração local (r=3)	1.640	1.725	---	2.148	2.254
Inteligibilidade global	0.22 (pequena)	0.076	0.28	0.232	0.266
Inteligibilidade local	0.648 (grande)	0.510	---	---	---
Sinergia	0.442 (moderada)	0.322	0.59	---	---

Quadro 5. Atributos do mapa axial do centro de Aveiro.

^a. Foram considerados os mapas axiais das seguintes cidades: Braga, Coimbra, Évora, Faro, Fátima, Funchal, Lisboa, Óbidos, Ourém e Porto.

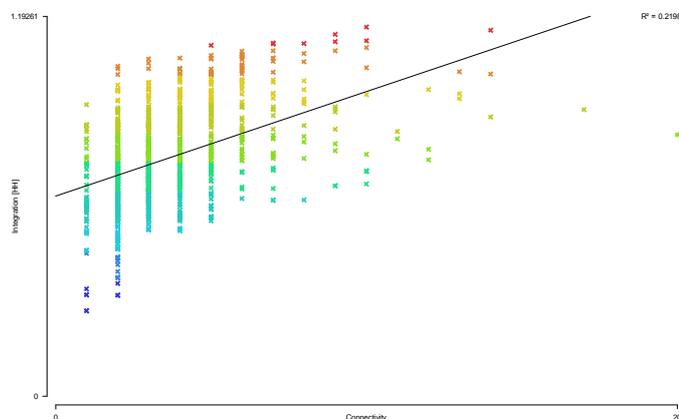
A análise axial indica-nos que existe uma correlação de intensidade moderada entre integração local e global ($r^2 = 0.442$), uma correlação pequena entre conectividade e integração global ($r^2 = 0.22$) e uma correlação grande entre conectividade e integração local ($r^2 = 0.648$) – o que é natural, dado que se tratam de medidas locais.

Categoria	Correlação
Inexistente	0 – 0.09
Pequena	0.1 – 0.29
Moderada	0.3 – 0.49
Grande	0.5 – 0.69
Muito Grande	0.7 – 0.89
Quase Perfeita	0.9 – 0.99
Perfeita	1

Quadro 6. Escala de Cohen (Hopkins, 2002).

Verificamos que os valores médios da conectividade e da integração global do mapa axial do centro da cidade de Aveiro se encontram em linha com os verificados na cidade do Porto (mapa de Pinho e Oliveira, 2009), nas 10 localidades portuguesas cujos mapas axiais foram considerados no estudo de Medeiros e Holanda (2007) e nas 13 cidades do Reino Unido analisadas em Hillier (2001), sendo os valores médios de integração local das cidades portuguesas substancialmente inferiores aos das cidades britânicas, mas, ainda assim, mais próximos destes do que das 15 cidades europeias estudadas por Hillier.

Quanto à inteligibilidade global (ou seja, a relação entre conectividade e integração global; Figura 17) o valor do r^2 do mapa do centro de Aveiro é apenas ligeiramente inferior ao das cidades britânicas, sendo a intensidade da correlação *pequena* segundo a escala de Cohen, mas muito superior à verificada no mapa axial da cidade do Porto (algo que se pode atribuir, de certa forma, à reduzida dimensão da cidade de Aveiro – 961 linhas axiais – em relação ao Porto – 4287 linhas axiais) mas inferior à média das cidades portuguesas consideradas. O valor do r^2 que mede a inteligibilidade local (relação entre conectividade e integração local; Figura 18) é de 0.648, o que indica uma correlação *grande*, superior, mais uma vez, à registada na cidade do Porto. O mesmo se passa no indicador sinergia (grau de correlação entre integração local e global; Figura 19), registando-se uma correlação *moderada* (0.442).

Figura 17. Correlação entre conectividade e integração (*inteligibilidade global*) ($r^2 = 0.22$).

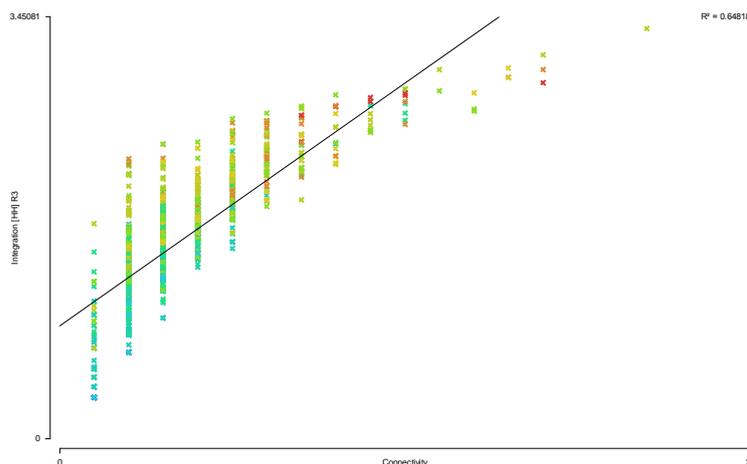


Figura 18. Correlação entre conectividade e integração local (*inteligibilidade local*) ($r^2 = 0.648$).

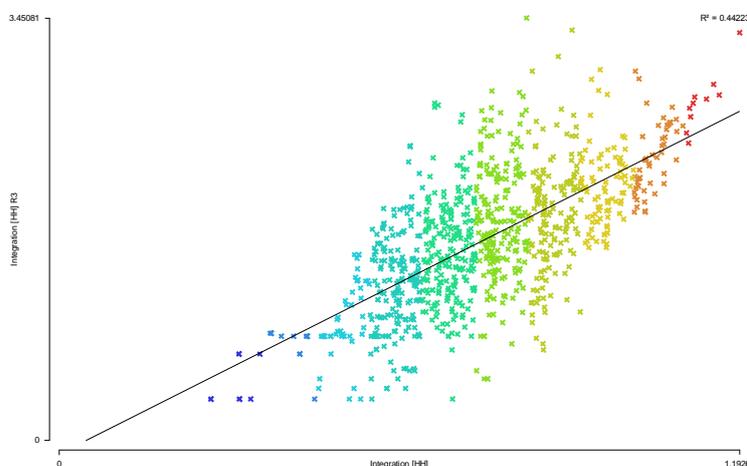


Figura 19. Correlação entre integração local e global (*sinergia*). ($r^2 = 0.442$).

No capítulo seguinte, serão comparados os resultados obtidos através das duas metodologias e discutidas discutir-se-ão as principais diferenças entre estas, assim como as potencialidades e limitações de ambas para a identificação de elementos da rede estruturante. Serão também exploradas possíveis formas de integração entre as duas metodologias, de forma a contribuírem para processos que conduzam a intervenções mais informadas sobre o território.

6. COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS

, As duas metodologias possuem claramente vocações diferentes. Enquanto a Análise Empírica sobre Cartografia é especialmente indicada para delimitar unidades territoriais e identificar rede estruturante e suas componentes, o alcance da *Space Syntax* na identificação de todas estas – sem recorrer ao cruzamento com outras metodologias, como o cruzamento com SIG – era desconhecido à partida para esta investigação. Como se esperava, a Sintaxe Espacial mostrou-se essencialmente útil na identificação da rede viária estruturante (tanto das vias como dos nós de ligação entre estas) permitindo também, no caso dos polos vivenciais, identificar centralidades, tanto locais como ao nível da unidade territorial, com recurso à medida da integração (local e global).

O mapa axial, por si só, possui limitações que, à partida, excluiriam a possibilidade de identificação da estrutura ecológica do território: as linhas de água, de extrema importância no delinear de uma estrutura ecológica, não são contempladas no mapa e, mesmo que se contemplassem os canais da Ria como parte do mapa de espaços abertos do território, não existiria forma de os distinguir da rede viária sem recorrer ao cruzamento com outras ferramentas.

O mesmo acontece nas fronteiras e barreiras: as linhas axiais não contêm qualquer tipo de informação sobre se as vias constituem ou não barreiras no território em causa, e a sua identificação com base no traçado das vias teria de ser bastante voluntariosa. No caso dos pólos vivenciais, e apesar de ser possível, através da medida da integração, identificar centros a diversas escalas, a identificação de equipamentos e monumentos passíveis de gerar tráfego é limitada. Embora Hillier (1996b) sustente, à luz da teoria do movimento natural, que é a forma como a malha urbana está estruturada que gera movimento e não a presença ou ausência de geradores de tráfego, e que estes se instalam no território seguindo esta lógica – junto das vias mais integradas – provocando um efeito multiplicador, a verdade é que há equipamentos que são instalados e centralidades que são desenvolvidas contrariando a teoria do movimento natural, seja por motivos económicos, devido a opções de planos, por motivos fundiários, ou até porque a relação da centralidade/equipamento/serviço gerador de tráfego é feita com outro elemento da rede estruturante do território. Um exemplo no caso estudado é o do Centro Cultural e de Congressos. Localizado no Cais da Fonte Nova, está perfeitamente integrado com a estrutura ecológica urbana identificada na Análise Empírica sobre Cartografia. No entanto, não possui qualquer ligação com qualquer elemento da rede viária estruturante.

No que concerne à unidade territorial Aveiro Centro, exemplos de geradores de tráfego em localizações pouco integradas do ponto de vista viário incluem também:

- a Universidade de Aveiro, situada na periférica zona sudoeste da cidade, uma área menos consolidada junto à ria;

- o centro comercial Glicínias, situado já a poente da EN109 e, portanto, fora dos limites da unidade territorial;

- a Loja do Cidadão, caso paradigmático de um gerador de tráfego cuja localização contraria a lógica do movimento natural. Localizada no Bairro da Forca, de cariz predominantemente residencial e que possui maioritariamente vias com valores de integração local baixos (pormenor do bairro na Figura 20), sendo rodeado de território por consolidar (Figura 21).



Figura 20. Pormenor (Bairro da Forca) do mapa de integração local ($r=3$), com a localização do edifício da Loja do Cidadão assinalado a vermelho.

A ausência de tecido consolidado na periferia do bairro confere-lhe um certo isolamento, algo que se torna ainda mais visível no mapa da integração global (Figura 22): apesar de nele estar localizado um forte gerador de tráfego, o efeito de periferia faz com que as vias correspondentes a este bairro tenham valores de integração muito mais baixos do que os dos restantes bairros da cidade (Liceu, Beira Mar, Santiago, Sá Barrocas, Alboi), mesmo que a sua malha seja mais densa do que a da maioria dos bairros mencionados.



Figura 21. Bairro da Forca (assinalado a vermelho), rodeado por espaço por consolidar.

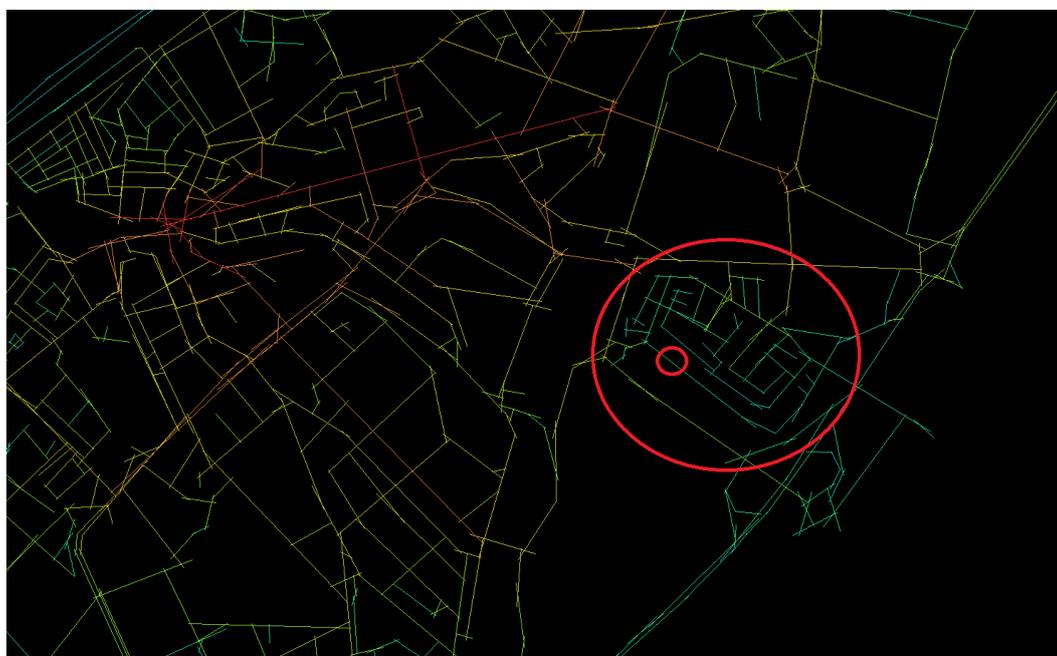


Figura 22. Pormenor do mapa de integração global, com as localizações do Bairro da Forca e da Loja do Cidadão assinaladas a vermelho.

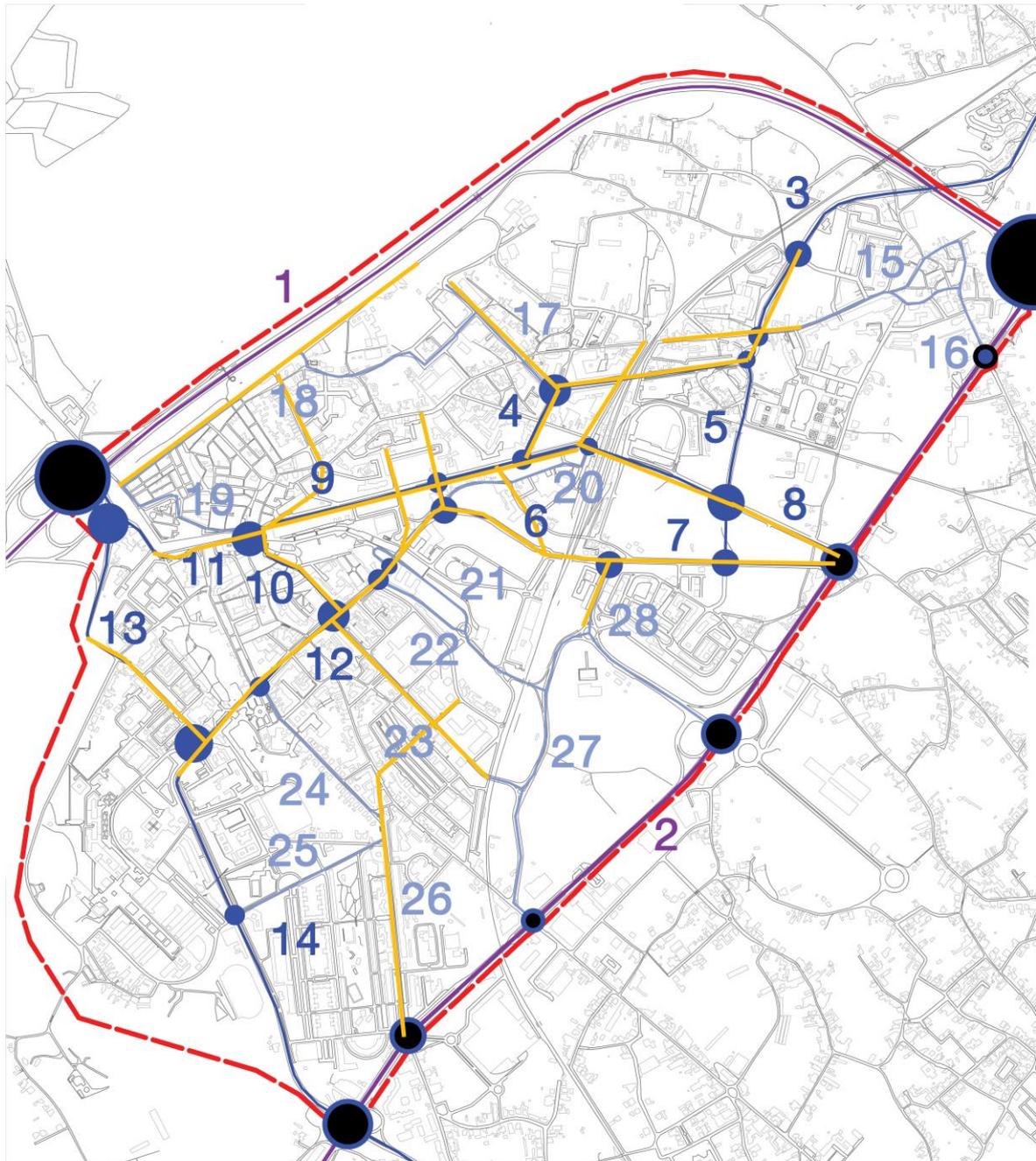
No que diz respeito à rede viária estruturante, através da Sintaxe Espacial foi possível identificar os dois eixos principais identificados através da Análise Empírica sobre Cartografia: um centrado na Avenida Dr. Lourenço Peixinho (9) e no seu prolongamento para Poente (8), onde intersecta com a EN109 (2), e outro que percorre a Avenida Artur Ravara, Avenida de Santa Joana, Avenida 5 de Outubro (12), Avenida dos Congressos da Oposição Democrática (6) e Avenida da Granja (7). Na Figura 23 encontra-se a rede viária estruturante identificada através das medidas globais da Sintaxe Espacial (integração global e escolha) sobreposta sobre o mapa da rede viária estruturante da Análise Empírica sobre Cartografia. Parte do esqueleto da rede viária estruturante identificada através do método da Análise Empírica sobre Cartografia possui valores

de escolha elevados comparativamente ao resto das vias do mapa, o que parece indicar que muitas das vias que foram identificadas como pertencentes à rede viária estruturante terão, de facto, vocação para serem atravessadas por fluxos de tráfego consideráveis – facto também comprovado através de contagens (Way2Go, 2012)

As limitações da Sintaxe Espacial no contexto da identificação dos diversos tipos de elementos estruturantes, para além da rede viária, não implicam que a análise sintática seja uma técnica de análise territorial desadequada nem *superior* à Análise Empírica sobre Cartografia. Pelo contrário, uma das vantagens da *Space Syntax* é a sua natureza objetiva. Enquanto a Análise Empírica sobre Cartografia depende, não raras vezes, de um certo voluntarismo, tornando a identificação de rede estruturante, de certa forma, subjetiva, a Sintaxe Espacial calcula objetivamente as medidas associadas a cada linha axial, tais como a conectividade ou a integração.

Outro ponto positivo da *Space Syntax* em relação à Análise Empírica sobre Cartografia é o facto de ser necessária muito menos informação para o procedimento seja posto em prática. Para se efetuar a análise sintática de um determinado território, basta obter uma base cartográfica, podendo o mapa axial ser construído com o recurso a fotografia aérea facilmente disponível e analisado sem requerer, sequer, uma visita ao território em causa. No caso da Análise Empírica sobre Cartografia, é necessário ter um conhecimento prévio do território, informação fiável (tal como o acesso a planos, contagens de tráfego, cartografia, informação estatística, conhecimento sobre as relações, as vivências e a história dos lugares) pressupondo a reunião com agentes conhecedores do território. É um processo moroso e potencialmente mais oneroso, que, no entanto, resulta em informação mais completa e detalhada sobre a rede estruturante de um território nas suas diversas vertentes.

Com vista à sua integração, as duas metodologias possuem alguns pontos de contacto. Tanto a Análise Empírica sobre Cartografia como a Sintaxe Espacial possuem valências que podem servir para informar-se mutuamente. A Análise Empírica sobre Cartografia é uma metodologia claramente vocacionada para a delimitação de unidades territoriais, tendo um enorme potencial na identificação de barreiras e fronteiras, que poderão servir como limites do mapa axial a construir para que seja possível efetuar uma análise sintática. De facto, foi utilizada Análise Empírica sobre Cartografia para delimitar o território para o qual seria construído o mapa axial utilizado no estudo de caso da unidade territorial Aveiro Centro, tendo sido feita a identificação de três claras barreiras físicas (Esteiro de S. Pedro, EN109 e A25) para o efeito.



aveiro centro: nós e vias estruturantes
 escala: 1:8000



legenda

- - - limites unidade territorial
- nós principais
- nós secundários

- vias estruturantes, SS
- vias estruturantes, 1º nível
- vias estruturantes, 2º nível
- vias estruturantes, 3º nível

Figura 23. Rede viária estruturante Aveiro Centro: *Space Syntax* (medidas: escolha e integração global) e Análise Empírica sobre Cartografia.

Da mesma forma, os resultados da análise sintática, nomeadamente no que concerne aos eixos viários estruturantes, poderiam também servir para informar uma Análise Empírica sobre Cartografia, identificando automaticamente algumas das vias estruturantes do território, evitando o recurso a contagens de tráfego ou cruzando informação com estas, de forma a que se validem mutuamente. O elevado potencial de integração com outras metodologias que a Sintaxe Espacial possui foi já explorado no ponto 4.6.2, sendo a Place Syntax (Stähle *et al*, 2005) um exemplo paradigmático duma metodologia que permite combinar análise sintática e informação estatística associada a lotes (como os seus usos e densidades), com potencial para contribuir para uma leitura mais rigorosa e informada do território. Carvalho *et al.* (2012) referem igualmente que a Análise Empírica sobre Cartografia, na identificação e análise de unidades territoriais, pode ser complementada por procedimentos como a “Utilização de Dados Estatísticos” ou pela “Identificação de Padrões de Paisagem sobre Fotografia Aérea”, reforçando a ideia de que este é uma metodologia que, também ela, beneficia do cruzamento entre saberes e da simbiose entre diversas abordagens e formas de olhar para o território.

Em síntese, o quadro 7 confronta as principais vantagens e potencialidades de cada uma das duas metodologias em relação à sua congénere.

<i>Vantagens/Potencialidades</i>	<i>Análise Empírica sobre Cartografia</i>	<i>Sintaxe Espacial</i>
<i>Informação mais detalhada</i>	X	
<i>Identificação de mais tipos de elementos da rede estruturante</i>	X	
<i>Análise mais objetiva</i>		X
<i>Necessidade de menor informação de base</i>		X
<i>Integração com outras metodologias</i>	X	X

Quadro 7. Potencialidades/vantagens da utilização da Análise Empírica sobre Cartografia e da Sintaxe Espacial para a identificação de elementos da rede estruturante.

7. CONCLUSÕES

Esta dissertação teve como objetivo explorar a utilização comparada de duas metodologias de análise territorial: a Análise Empírica sobre Cartografia e a Sintaxe Espacial, elucidando qual o papel destas na identificação de elementos da rede viária estruturante de um território, de forma a informar o desenho da Matriz Estruturante do Território. Esta matriz que pode “constituir elemento fundamental de um Plano de Ordenamento” e é “aplicável a várias escalas” (Carvalho, 2009: 12), com vista ao bom ordenamento do território.

Da aplicação prática das duas metodologias à Cidade Consolidada de Aveiro, concluiu-se que a análise sintática consegue, com recurso a muito menos informação sobre o território e de forma mais objetiva, enaltecer grande parte das vias assinaladas como pertencentes à rede viária estruturante de acordo com a Análise Empírica sobre Cartografia. No entanto, a sua capacidade para identificar elementos estruturantes que não pertençam à rede viária é bastante limitada e restringida a uma razoável identificação de centralidades, não sendo possível identificar unidades territoriais, barreiras e fronteiras, estrutura ecológica, monumentos ou geradores de tráfego.

Concluiu-se que a integração entre as metodologias é não só possível como desejável, podendo a Análise Empírica sobre Cartografia, por exemplo, ser utilizada para delimitar uma unidade territorial para construção de um mapa axial para posterior análise sintática. Por outro lado, os resultados duma análise sintática podem ser integrados numa Análise Empírica sobre Cartografia, contribuindo para a identificação da rede viária estruturante do território.

A aplicação da Sintaxe Espacial num território onde a dispersão ocorreu tão marcadamente como na cidade alargada Aveiro-Ílhavo constituiria um interessante exercício em investigação futura. Seria igualmente relevante verificar de que forma outros tipos de dados, como informação relativa aos usos dos lotes poderiam complementar aquelas que foram analisadas neste trabalho.

Em suma, mostrou-se que as duas metodologias, apesar das óbvias diferenças entre ambas, podem contribuir para identificar elementos pertencentes à rede estruturante e informar decisões e planos com vista à melhor estruturação e ordenamento do território.

BIBLIOGRAFIA

- Alves, T. (2009). *A estrutura ecológica urbana no modelo da rede estruturante da cidade*. Tese de Mestrado, Universidade de Aveiro.
- Barata Sagueiro, T. (1998). Cidade Pós-Moderna. Espaço Fragmentado. *Inforgo*, 12/13, 225-235.
- Barros, A., Silva, P., Holanda, F., Medeiros, V. e Fortes, J. A. (2007). Exploratory study of Space Syntax as a traffic assignment tool. *Proceedings of the 6th International Space Syntax Symposium*. Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey.
- Batty, M. e Rana, S. (2004). The automatic definition and generation of axial lines and axial maps. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 31, 615-640.
- Bettencourt, H. e Monteiro, F. (2010). Edificação Dispersa nos Padrões de Ocupação do Solo: Metodologia de Delimitação. In: Carvalho, J. e Cancela d'Abreu, A. (Coords.) *A Ocupação Dispersa no quadro dos PROT e dos PDM*. DGOTDU, Lisboa.
- Böhm, P. (1998). Urban structural units as a key indicator for monitoring and optimizing the urban environment. In: Breuste, J. et al (eds.) *Urban Ecology*. Springer, Berlin.
- Borja, J. (2003). *La Ciudad Conquistada*. Alianza Ensayo, Madrid.
- Bruno Soares, L. J. (2005). Área Metropolitana de Lisboa – a procura de um novo paradigma urbano: Estratégia, Planeamento e Gestão nos Territórios Urbanos Dispersos. *Sociedade e Território*, 39, 11-23.
- Campos, V. (2011). Apresentação. In: Carvalho, J. e Cancela d'Abreu, A. (coords.) *A Ocupação Dispersa no quadro dos PROT e dos PDM*. DGOTDU, Lisboa.
- Carvalho, J. (2003a). *Ordenar a Cidade*. Quarteto Editora, Coimbra.
- Carvalho, J. (2003b). *Formas Urbanas*. Minerva, Coimbra.
- Carvalho, J. (2009). Matriz para a estruturação do território. In: 1º Congresso de Desenvolvimento Regional de Cabo Verde/15º Congresso da APDR, Praia, Cabo Verde.
- Carvalho, J. e Pais, C. (2011). A Ocupação Dispersa, à escala local, nas Cidades de Aveiro-Ílhavo e Évora: Identificação e Caracterização. *7º Congresso Cidades e Territórios Virtuais*, Lisboa, Portugal.
- Carvalho, J., Cancela d'Abreu, A., Pais, C. e Gomes, P. (2012). *Ocupação Dispersa: Custos e Benefícios, à Escala Local*. No prelo.

Carvalho, J., Moura e Sá, F., Bruno Soares, L., Bruno Soares, H., Póvoa, H., Cunha, Â., Marinheiro, P., Pontes, J., Tavares, M. J., Matos, F., Borrego, C., Amorim, J., Pimentel, C. e Valente, J. (2013) Proposta para a qualificação da Avenida Doutor Lourenço Peixinho. Câmara Municipal de Aveiro, Aveiro.

Clifton, K., Ewing, R., Knaap, G., Song, Y. (2008). Qualitative analysis of urban form: a multidisciplinary review. *Journal of Urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability*, 1, 17-45.

Cunha, V. e Magalhães, F. (2005). Domesticity and middle class in Rio de Janeiro. *Proceedings of the 5th International Space Syntax Symposium*. Delft, Netherlands.

Dawson, P. C. (2003). Analysing the effects of spatial configuration on human movement and social interaction in Canadian Arctic communities. *Proceedings of the 4th International Space Syntax Symposium*. London, UK.

DGOTDU. (2007a). *Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território*, DGOTDU, Lisboa.

DGOTDU. (2007b). *Proposta do PNPO – Sumário*, DGOTDU, Lisboa.

Domingues, Â. (2008). Urbanização Extensiva - uma nova escala para o planeamento. In: Pinho, P. e Oliveira, V. (eds.) *Proceedings of CITTA 1st Annual Conference on Planning Research: Evaluation in planning*, FEUP Edições, Porto.

Ferguson, T. J. (1996). *Historic Zuni Architecture and Society. An Archaeological Application of Space Syntax*. University of Arizona Press. Tucson, AZ.

Gondet, S. e Benech, C. (2009). Application of the Space Syntax to the study of city planning from Syrian Late Bronze Age circular cities. *ArchéoSciences*, 33 (suppl.), 217-219.

Griffiths, S., Jones, C. E., Vaughan, L. e Haklay, M. (2010). The persistence of suburban centres in Greater London: combining Conzenian and Space Syntax approaches. *Urban Morphology*, 14, 85-99.

Heitor, T. (2001). *A vulnerabilidade do espaço em Chelas: uma abordagem sintáctica*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.

Hillier, B. (1996a). *Space is the machine: a configurational theory of architecture*. UCL Press, London.

Hillier, B. (1996b). Cities as movement economies. In: Droege, P. (ed.) *Spatial Aspect of the Information Revolution*. Intelligent Environments: North Holland.

Hillier, B. (2001). A theory of the city as object: or, how spatial laws mediate the social construction of urban space. In: Peponis, J. et al (eds.) *Proceedings of the 3rd International Space Syntax Symposium*. Atlanta, Georgia, USA.

Hillier, B. (2004). Can streets be made safe? *Urban Design International*, 9, 31-45.

Hillier, B. (2009). Spatial Sustainability in Cities: Organic Patterns and Sustainable Forms. In: Koch, D. et al (eds.) *Proceedings of the 7th International Space Syntax Symposium*. KTH, Stockholm, Sweden.

Hillier, B. e Hanson, J. (1984). *The Social Logic of Space*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Hillier, B., Hanson, J. e Graham, H. (1987a). Ideas are in things: an application of the Space Syntax method to discovering house genotypes. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 14, 363-385.

Hillier, B., Hanson, J. e Peponis, J. (1987b). Syntactic analysis of settlements. *Architecture et Comportement / Architecture and Behaviour*, 3, 217-231.

Hillier, B., Penn, A., Hanson, J., Grajewski, T. e Xu, J. (1993). Natural movement – or, configuration and attraction in urban pedestrian movement. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 20, 29-66.

Hillier, B. e Vaughan, L. (2007). The city as one thing. *Progress in Planning*, 67, 205-230.

Hopkins, W. G. (2002). A new view of statistics. Disponível em: <http://sportsci.org/resource/stats/effectmag.html>, acessado a 6 de julho de 2013.

IMTT (2011). *Guião Orientador - Acessibilidades, Mobilidade e Transportes nos Planos Municipais de Ordenamento do Território*. Conferência Território, Acessibilidade e Gestão de Mobilidade, Lisboa.

Jeevendrampillai D., Dhanani A., Griffiths S., Buchli V. e Vaughan L. (2012). The Application of Space Syntax Methodologies in Researching the Contemporary Urban Past: Embedding 'Configurational Ethnography' the Case of South Norwood. *9th European Social Science History Conference*, Glasgow.

Kabo, F. (2005). The evolution of the heart/kitchen: a look at traditional and contemporary Kenyan families. *Proceedings of the 5th International Space Syntax Symposium*. Delft, Netherlands.

Kishimoto, T., Kawasaki, S., Nagata, N. e Tanaka, R. (2007). Optimal Location of Route and Stops of Public Transportation. *Proceedings of the 6th International Space Syntax Symposium*. Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey.

- Kropf, K. (1993). *An enquiry into the definition of built form in urban morphology*. Tese de doutoramento não publicada, University of Birmingham, Birmingham.
- Kropf, K. (2009). Aspects of urban form. *Urban Morphology*, 13, 105-120.
- Law, S., Chiaradia, A. e Schwander, C. (2012). Towards a multi-modal Space Syntax analysis. A case study of the London street and underground network. *Proceedings of the 8th International Space Syntax Symposium*. Santiago, Chile.
- Litman, T. (2012). *Evaluating Accessibility for Transportation Planning: Measuring People's Ability To Reach Desired Goods and Activities*. Disponível em <http://www.vtpi.org/access.pdf>.
- Lynch, K. (1960). *A Imagem da Cidade*. Edições 70, Lisboa.
- Marcus, L. (2007) Spatial capital and how to measure it: an outline of an analytical theory of the social performativity of urban form. *Proceedings of the 6th International Space Syntax Symposium*. Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey.
- Mashoodi, B. e Berghauer Pont, M. (2011). Studying land-use distribution and mixed-use patterns in relation to density, accessibility and urban form. *Proceedings of the 18th International Seminar on Urban Form*. Montréal, Canada.
- Medeiros, V. e Holanda, F. (2007). Structure and size: Brazilian Cities in an Urban Configurational World Scenario. In: *Proceedings of the 6th International Space Syntax Symposium*. Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey.
- Montello, D. R. (2007). "The contribution of Space Syntax to a comprehensive theory of environmental psychology". *Proceedings of the 6th International Space Syntax Symposium*. Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey.
- Moura e Sá, F. (2012). "A infraestrutura e a qualificação da urbanização extensiva – a valorização dos suportes". In: *Encontro Anual da Ad Urbem 2012 – A Programação na Gestão Territorial*, Lisboa.
- Oliveira, V. (2013). *Morpho: a methodology for assessing urban form*. *Urban Morphology*, 17, 21-32.
- Osmond, P. (2010). The urban structural unit: towards a descriptive framework to support urban analysis and planning. *Urban Morphology*, 14, 5-20.
- Penn, A. (2001). Space Syntax and Spatial Cognition: or, why the axial line? In: Peponis, J. et al (eds.) *Proceedings of the 3rd International Space Syntax Symposium*. Atlanta, Georgia, USA.
- Pinho, P. e Oliveira, V. (2009). Different approaches in the study of urban form. *Journal of Urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability*, 2, 103-125.

Ratti, C. (2004). Urban texture and Space Syntax: some inconsistencies. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 31, 487-499.

Silva, P. (2010). *Área Metropolitana de Lisboa: descontinuidades, desenho e planeamento*. Tese de doutoramento, Universidade de Aveiro.

Ståhle, A., Marcus, L. e Karlström, A. (2005). Place Syntax – A Space Syntax approach to accessibility. *Proceedings of the 5th International Space Syntax Symposium*. Delft, Netherlands.

Telles, R. (1997). *Plano Verde de Lisboa*. Edições Colibri, Lisboa.

Turner, A. (2001). Depthmap: a program to perform visibility graph analysis In: Peponis, J. et al (eds.) *Proceedings of the 3rd International Space Syntax Symposium*. Atlanta, Georgia, USA.

Turner, A. (2004). *Depthmap 4: a researcher's handbook*. UCL Bartlett School, London, UK.

Turner, A., Penn, A. e Hillier, B. (2005). An algorithmic definition of the axial map. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 32, 425-444.

Turner, A. (2007). From axial to road-centre lines: a new representation for Space Syntax and a new model of route choice for transport network analysis. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 34, 539-555.

Tversky, B. (2003). Embodied spatial cognition. *Proceedings of the 4th International Space Syntax Symposium*. London, UK.

van Nes, A., Berghauser Pont, M. e Mashhoodi, B. (2012). Combination of Space Syntax with Spacematrix and the Mixed Use Index. The Rotterdam South test case. *Proceedings of the 8th International Space Syntax Symposium*. Santiago, Chile.

Way2Go Consultores Associados (2012). *Plano Municipal de Mobilidade de Aveiro – Relatório de Caracterização e Diagnóstico*.