Emanuel Alexandre Moreira Oliveira

A sintaxe espacial e o desenho do espaço público

Trabalho realizado sob orientação do

Professor Doutor Arquiteto Vítor Manuel Araújo de Oliveira

Julho 2020

Emanuel Oliveira **A sintaxe espacial e o desenho do espaço público**

ULP | 2020

www.ulp.pt

Emanuel Alexandre Moreira Oliveira

A sintaxe espacial e o desenho do espaço público

Dissertação de Mestrado em Arquitetura

Dissertação defendida em provas públicas na Universidade Lusófona do Porto no dia 18/11/2020, perante o júri seguinte:
Presidente: Prof. Doutor Arquiteto João Pedro Alves de Guimarães Serôdio
Arguente: Prof.ª Doutora Arquiteta Isabel Maria da Cruz Batista Matias
Orientador: Prof. Doutor Arquiteto Vítor Manuel Araújo de Oliveira

Julho 2020

É autorizada a reprodução integral desta tese/dissertação apenas para efeitos de investigação, mediante declaração escrita do interessado, que a tal se compromete.

Assinatura do Autor:

_____

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pela inabalável acreditação e confiança. Por isso e por muito mais, obrigado.

Às minhas irmãs, pelo incentivo, disponibilidade e carinho permanentes. Ao João Carlos, pela amizade e irmandade.

À minha sobrinha Leonor.

A todos os professores que conheci ao longo destes cinco anos.

Ao Professor Doutor Vítor Oliveira, orientador desta dissertação, pela atenção, valorização e inspiração que foram determinantes neste trabalho.

A todos os meus amigos.

RESUMO

As diferentes abordagens para o estudo da forma física da cidade distinguem-se pelas suas teorias, conceitos e metodologias.

A sintaxe espacial, como teoria do espaço e da sociedade, foi proposta na década de 1970 e tem vindo a desenvolver-se ao longo dos últimos anos. Representa uma nova teoria sobre a arquitetura e a cidade, com capacidade de olhar para o espaço, de modo autónomo, como uma ferramenta de análise morfológica.

O propósito deste estudo é analisar um espaço urbano, como elemento integrante de uma configuração espacial, com capacidade de ser analisado morfologicamente e compreendido, tendo em vista o desenvolvimento de um exercício de projeto.

Cada vez mais, as intervenções contemporâneas em espaços urbanos enfrentam vários desafios. A necessidade de suprimir riscos e responder às exigências atuais, tornam necessária a projetação de soluções eficazes baseadas na evidência. Este estudo demonstra a potencialidade da implementação de métodos analíticos na elaboração de um projeto urbano.

Procurando responder aos desafios de um projeto de intervenção urbana na cidade do Porto, a sintaxe espacial foi aplicada num contexto local e global da cidade, como uma ferramenta de apoio com base analítica. Nesse sentido, numa primeira parte será realizada uma apresentação à teoria e metodologia da sintaxe espacial. Numa segunda parte, serão enquadradas as metodologias da sintaxe espacial na cidade do Porto, num contexto global, e no Largo Actor Dias, num contexto local.

Palavras chave: morfologia urbana, sintaxe espacial, espaço público, movimento, projeto urbano, Porto.

ABSTRACT

The different approaches assessing the physical form of urban areas are distinguished by their theories, concepts and methodologies.

Space syntax, as a theory of space and society, was introduced in the end of the 1970s and has been developing throughout the recent years. It represents a new theory about architecture and cities, and it focuses on space itself, as a tool for analyzing and studying the urban form.

The purpose of this study is to analyze a specific urban space, as an element of a spatial configuration, in order to evaluate its morphology and to propose an urban design scheme.

Nowadays, contemporary urban design meets multiple challenges. The requirement to reduce the risks of failure and to answer to the current requirements of our time demand new solutions of urban design evidence based. This study shows the potential of an analytical approach on the making of an urban design project.

The study focuses on the city of Oporto, where space syntax was applied, in a local and global context, as an analytical method to study the city and a public space. Thus, space syntax theory and methodology will be present in the first part. In the second part, the methodology will be applied to the Oporto city, in a global context, and to small plaza named Largo Actor Dias, in a local context.

Keywords: urban morphology, space syntax, public space, movement, urban design, Porto.

ÍNDICE

RESUMO v
ABSTRACT vi
AGRADECIMENTOS iii
ÍNDICE DE FIGURAS ix
ÍNDICE DE TABELAS xi
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO 12
Enquadramento e justificação do tema 12
Estado da Arte 12
Objetivos 13
Considerações metodológicas 13
Estrutura de conteúdos 13
CAPÍTULO II - SINTAXE ESPACIAL 15
Origem e desenvolvimentos 16
A relação espaço – sociedade: teoria do movimento natural 17
Análise de configurações 19
Noção de raio 25
Inteligibilidade 27
Place Syntax 28
Visibility Graph Analysis 29
Sintaxe espacial 3D 31
CASOS DE ESTUDO – APLICAÇÕES DA METODOLOGIA 32
Trafalgar Square, Londres 32
Old Market Square, Nottingham 41
CAPÍTULO III – PORTO 47
Análise sintática da cidade do Porto 48
Síntese 58
CAPÍTULO IV – LARGO ACTOR DIAS 59
Análise do estado atual da área de estudo 67
Apresentação do projeto de intervenção 69
Análise do projeto de intervenção 72
CAPÍTULO V – CONSIDERAÇÕES FINAIS 75
Referências bibliográficas 77
Anexos 80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Configuração (C), Atração (A), Movimento (M). O movimento e atração podem-se influenciar entre si, mas as outras duas relações não se influenciam entre si, criando uma assimetria. Fonte: Heitor e Silva, (2015)..... 18
Figura 2 – Esquema ilustrativo do espaço convexo (a) e do espaço não convexo (b). a) qualquer individuo (ponto) dentro dos limites da área consegue ver outro individuo, sem que a sua linha de visibilidade intersete o limite da área. O mesmo não acontece em b. Fonte: Heitor e Silva (2015)..... 20
Figura 3 – Uma pequena alteração na configuração pode alterar o mapa axial. Fonte: Ratti (2004)..... 23
Figura 4 – Demonstração de uma isovista num espaço convexo com a sua respetiva área visível. Fonte: Turner (2001). 30
Figura 5 – Localização da Trafalgar Square com as principais ruas. Google Earth..... 33
Figura 6 – Trafalgar Square, pré-intervenção. Fonte desconhecida 33
Figura 7 – Movimento pedonal na Trafalgar Square, antes da intervenção. Pontos vermelhos: peões estacionários; linhas azuis: movimentos pedonais. Fonte: Space Syntax 34
Figura 8 – Mapa axial dos valores de acessibilidade da Trafalgar Square, antes da intervenção. Fonte: Space Syntax 35
Figura 9 – Isovist a partir do centro da Trafalgar Square. Hililer et al., 1998. 36
Figura 10 – Isovist a partir do centro da King Charles Island. Hililer et al., 1998. 36
Figura 11 – Esquema da problemática da praça. Fonte: Stonor (2013)..... 37
Figura 12 – Esquema da estratégia da proposta. Fonte: Stonor (2013) 37
Figura 13 - Mapa axial dos valores de acessibilidade da Trafalgar Square, depois da intervenção. Fonte: Space Syntax 38
Figura 14 - Movimento pedonal na Trafalgar Square, depois da intervenção. Pontos vermelhos: peões estacionários; linhas azuis: movimentos pedonais. Fonte: Space Syntax 38
Figura 15 – Trafalar Square antes do projeto de intervenção. Fonte: Space Syntax 40
Figura 16 – Trafalgar Square depois do projeto de intervenção. Fonte: Space Syntax . 40
Figura 17 – Localização da Old Market Square com os principais elementos atratores. Google Earth 41
Figura 18 – Old Market Square, pré-intervenção. Autor: Tony Waltham..... 42
Figura 19 - Mapa dos movimentos pedonais com foco nos movimentos diagonais. Azul: movimentos diagonais que atravessavam o interior da praça. Vermelho: movimentos diagonais que não atravessavam o interior da praça. Fonte: Space Syntax 43
Figura 20 - Mapa dos movimentos pedonais, mostrando maior uso do espaço em volta da praça. Azul: movimentos observados. Vermelho: área segregada. Fonte: Space Syntax 43
Figura 21 – Visability Graph Analsyis (VGA) indicando os níveis de acessibilidade. Vermelho: mais acessível; Verde: menos acessível. Fonte: Space Syntax..... 44

Figura 22 – Mapa axial com valores de acessibilidade. Interior da praça com valores de conectividade menores do que a envolvente. Fonte: Karimi (2012). 44
Figura 23 – Old Market Square pré-intervenção 46
Figura 24 –Old Market Square atualmente. Autor: Dom Henry 46
Figura 25 – Mapa axial da cidade do Porto, 2005. Integração raio global (HH)..... 48
Figura 26 – Correlação entre integração global e local, sinergia. R2=0.322..... 49
Figura 27 – Correlação entre integração global e conectividade, inteligibilidade. R2=0.076..... 49
Figura 28 – Mapa de segmentos. Integração raio 400m/5min..... 51
Figura 29 – Mapa de segmentos. Escolha raio 400m/5min..... 51
Figura 30 – Mapa de segmentos. Integração raio 1200m/15min..... 52
Figura 31 – Mapa de segmentos. Escolha raio 1200m/15min..... 52
Figura 32 – Mapa de segmentos. Integração raio 2100m/25min..... 53
Figura 33 – Mapa de segmentos. Escolha raio 2100m/25min..... 53
Figura 34 – Mapa de segmentos. Integração raio 3000m/35min..... 54
Figura 35 – Mapa de segmentos. Escolha 3000m/35min..... 55
Figura 36 – Mapa de segmentos. Integração raio 3800m/45min..... 55
Figura 37 – Mapa de segmentos. Escolha raio 3800m/45min..... 55
Figura 38 – Mapa de segmentos. Integração raio 6000m/72min..... 57
Figura 39 – Mapa de segmentos. Escolha raio 6000m/72min..... 57
Figura 40 – Localização da área de estudo. Vermelho: limites da configuração Fonte: Google Earth..... 59
Figura 41 – Planta da zona das Fontaínhas, com o espaço público representado a preto e o edificado a branco, para acentuar o foco no espaço. Adaptado de Hillier (2007). 60
Figura 42 – Mapa dos espaços convexos com as suas respetivas isovistas. Adaptado de Hillier, (2007). 60
Figura 43 – **a)** Isovista com centro na Rua Augusto Rosa **b)** Isovista com centro no Largo Actor Dias 60
Figura 44 – a) Mapa axial do Porto Integração Global (HH). b) Mapa axial do Porto Integração Local (HHR3). Destaque da área de estudo..... 61
Figura 45 – Mapa de segmentos, valores de integração. 400m/5min..... 63
Figura 46 – Mapa de segmentos, valores de integração. 1200m/15min..... 63
Figura 47 – Mapa de segmentos, valores de integração. 2100m/25min..... 63
Figura 48 – Mapa de segmentos, valores de integração. Estado atual da área de estudo. 64
Figura 49 – Mapa de segmentos, valores de escolha. Estado atual da área de estudo... 64
Figura 50 – Visual Graphic Analysis (VGA), valores de integração global. Estado atual da área de estudo. 65
Figura 51 – Visual Graphic Analysis (VGA), valores de conectividade. Estado atual da área de estudo..... 65
Figura 52 – Inteligibilidade – Correlação entre os valores de conectividade (y) e integração global (x). R2=0.205 66

Figura 53 – Rua de Arnaldo Gama; ligação à Rua das Fontaínhas; degraus na plataforma baixa do largo; entrada do largo: relação das ruas contíguas ao interior largo. Fonte: Autor. 66
Figura 54 - Esquema representativo da intervenção 69
Figura 55 – Mapa de segmentos, valores de integração. Proposta de projeto. 70
Figura 56 – Mapa de segmentos, valores de escolha. Proposta de projeto. 70
Figura 57 – Visual Graphic Analysis (VGA), valores de integração. Proposta de projeto. 71
Figura 58 – Visual Graphic Analysis (VGA), valores de conectividade. Proposta de projeto. 71
Figura 59 – Inteligibilidade – Correlação entre os valores de conectividade (y) e integração global (x). R2=0.213 72
Figura 60 – Mapa de segmentos, valores de integração. Proposta de projeto com foco no Largo Ator Dias 73

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Valores de Integração Global e Local das três ruas mais integradas da cidade do Porto 49
Tabela 2 – Correspondência dos valores de tempo relativos à distância percorrida, velocidade média de 5km/h.. Baseado em Heitor e Silva, 2015. 50
Tabela 3 – Valores de integração global e local obtidos a partir do mapa axial da cidade do Porto 62

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

Enquadramento e justificação do tema

Os instrumentos de apoio à prática de projeto ou planeamento urbano são essenciais, tanto do ponto de vista metodológico, como dos resultados sobre a cidade. Tendo em conta que o estudo da forma urbana é importante no planeamento e projeto urbano, o que se pretende perceber é de que modo o estudo da forma física da cidade pode constituir-se como a base para uma intervenção nessa cidade. Para tal, esta dissertação centra-se numa abordagem analítica de estudo da forma urbana - a sintaxe espacial (*space syntax*).

A sintaxe espacial apresenta-se como uma teoria do espaço e da sociedade, que tem como base de análise o espaço público de uma cidade (ou espaço interior de um edifício, mas esta linha não será desenvolvida na presente dissertação). A relação entre a forma de uma cidade e a sua função pode ser compreendida a partir da relação entre o espaço e o movimento. Baseada em análises quantitativas e na computação de dados, a sintaxe espacial apresenta uma metodologia capaz de analisar configurações espaciais complexas.

Através desta dissertação, procura-se contribuir para a demonstração da aplicabilidade da sintaxe espacial no desenho da forma urbana.

Estado da Arte

Existe um vasto enquadramento bibliográfico, quer sobre a morfologia urbana, aprofundada de forma relevante por Oliveira (2016) e Kropf (2017), quer sobre o tema específico em estudo, sendo este suportado pelo crescente número de trabalhos realizados por uma comunidade de investigadores que se reúne bianualmente no *Simpósio Internacional da Space Syntax*, desde o final dos anos 90 (e do primeiro simpósio em Londres) que publica principalmente no *Journal of Space Syntax* (JOSS) e na *Environment and Planning B. Urban Analysis and City Science* (EPB). Assim, o capítulo II apresenta uma breve e seletiva revisão do estado da arte em sintaxe espacial.

Vários autores têm procurado relacionar o estudo da forma física da cidade com o desenho do espaço público, encarando a sintaxe espacial como método de análise. Desses autores importa referir Karimi (2012), com as publicações sobre a aplicabilidade de métodos analíticos no projeto urbano. Campos e Golka (2000) aprofundam a relação dos campos visuais nos espaços públicos e a importância destes na construção de espaços públicos. De salientar também, os trabalhos de Ventura *et al.* (2018), na análise sintática aprofundada de três praças históricas portuguesas. De referir também, os trabalhos de Rigo *et al.* (2020), sobre questões de mobilidade urbana, um tema relevante nos dias de hoje e explorado por uma equipa de investigadores do Instituto Superior Técnico. De realçar, os trabalhos de Pinho e Oliveira (2009) e Oliveira (2013), sobre a cidade do Porto

e a metodologia *Morpho*, uma abordagem mais abrangente para o estudo da forma urbana que incorpora alguns elementos da sintaxe espacial.

Objetivos

O que se pretende com este estudo é perceber de que modo uma abordagem analítica pode contribuir para a intervenção urbana, quer do ponto de vista do seu entendimento, quer do ponto de vista do auxílio no projeto urbano.

O primeiro objetivo desta dissertação é fazer um breve enquadramento teórico da sintaxe espacial, de modo a perceber o papel que esta pode ter no estudo da forma física da cidade. Deste modo, e num primeiro ponto, pretende-se perceber, de modo necessariamente breve, a história e evolução da sintaxe espacial no âmbito da morfologia urbana, assim como descrever as suas potencialidades, vulnerabilidades e o modo como se tem desenvolvido nos últimos anos.

Um outro objetivo é fazer a aplicação de métodos de análise da sintaxe espacial na cidade do Porto, de modo a estabelecer, num sentido prático, o estudo da forma urbana como um instrumento de suporte ao projeto urbano. Ao colocar em prática um modelo da sintaxe espacial, procura-se perceber a integridade desse modelo e a influência que pode ter numa intervenção da cidade do Porto.

Nesta medida, a finalidade última desta dissertação é determinar de que modo a sintaxe espacial pode auxiliar à execução de um projeto de requalificação urbana na zona das Fontaínhas e Largo Actor Dias.

Considerações metodológicas

Esta dissertação assenta numa abordagem teórica e metodológica à sintaxe espacial, através da revisão da obra de autores referenciados, dentro do quadro desta abordagem. Enquadram-se os modelos teóricos e metodológicos das leituras relacionadas com os temas da sintaxe espacial.

De seguida, enquadra-se o objeto a analisar – a cidade do Porto e o Largo Actor Dias. Neste ponto, a estrutura metodológica da sintaxe espacial é aplicada no caso de estudo. Tenciona-se assim, fazer uma análise a dois níveis, uma ao nível 'global' da cidade do Porto (uma leitura de todo o sistema) e outra ao nível 'local' da zona das Fontaínhas (uma leitura de apenas uma parte do sistema).

Estrutura de conteúdos

O presente trabalho é composto essencialmente por duas partes, uma primeira onde é realizada uma revisão da literatura e uma segunda parte que aprofunda a componente metodológica. A organização da estrutura deste trabalho sintetiza-se da seguinte forma:

- Capítulo II - Sintaxe Espacial

Neste capítulo faz-se um enquadramento da sintaxe espacial como teoria e método de análise da forma física das cidades com um enfoque no sistema de ruas.

- Capítulo III - Cidade do Porto

No terceiro capítulo é abordado o caso de estudo da cidade do Porto onde é desenvolvido uma componente prática com base na teoria descrita no capítulo anterior.

- Capítulo IV – Largo Actor Dias

No quinto capítulo é abordado o projeto de requalificação urbana desenvolvido na Unidade Curricular de Projeto V, com base no modelo da sintaxe espacial.

- Capítulo V – Considerações finais

Nas considerações finais estabelece-se uma ligação entre o modelo da sintaxe espacial e os resultados obtidos. Pretende-se demonstrar, como a sintaxe espacial se apresenta como uma ferramenta de suporte importante, tanto para o planeamento urbano, como para o projeto urbano.

CAPÍTULO II - SINTAXE ESPACIAL

A complexidade da forma física das cidades assenta sobretudo na relação entre as "partes" e o "todo". A morfologia urbana não é apenas o estudo da forma urbana, sendo importante fazer uma síntese da rede dos sistemas complexos que compõem a cidade, de modo a perceber como estes se formam e transformam (Kropf, 2017).

De um modo geral, as cidades são constituídas por tecidos hierarquizados, caracterizadas pelas relações entre as partes que constituem o todo, sendo essas diferentes relações entre os sistemas que fazem uma cidade e que geram diferentes tecidos urbanos com diferentes níveis de complexidade, originando cidades diferentes por todo o mundo (Oliveira, 2016).

A leitura de uma cidade levanta questões de permeabilidade, hierarquia e acessibilidade, mostrando uma complexidade inerente dos tecidos urbanos. Segundo Reis e Silva (2015), a morfologia urbana tem uma forte vertente interdisciplinar, que de certo modo se deve a essa complexidade inerente à própria forma urbana. A capacidade de se relacionar com diferentes disciplinas é evidente na morfologia urbana e tem vindo a ser explorada.

Durante a segunda metade do séc. XX, os contributos do arquiteto italiano Saverio Muratori e do geógrafo M. R. G. Conzen constituíram duas abordagens que contribuem como teorias e metodologias fundamentais para o estudo da forma urbana. Mais tarde, no final da década de 70 e início da década de 80, surgiu outra abordagem proveniente do Reino Unido, desenvolvida por Bill Hillier, denominada *space syntax*.

Numa atitude diferente das outras abordagens, a sintaxe espacial apresenta-se como uma abordagem quantitativa e representa o estudo das propriedades do espaço formado pelo vazio contíguo de uma cidade. Nesta abordagem, o espaço é configuracional, isto é, existe uma relação recíproca entre um espaço e a rede de espaços a que este está conectado. Assim, os métodos de quantificação estão diretamente associados com a configuração espacial, que Hillier (2007) descreve como o entendimento da dinâmica das relações das partes e o modo como esses padrões de relacionamento revelam a complexidade do sistema urbano na sua globalidade. Nesta linha de pensamento, esta abordagem quantitativa oferece uma simplicidade capaz de descrever e explicar a complexidade dos tecidos urbanos. A simplicidade parte pela proximidade entre a quantificação e a demonstração de dados e os aspetos empíricos patentes nas cidades/ambiente construído.[1] Além disso, o próprio modo de representação e transmissão da mensagem da metodologia da sintaxe espacial tem-se revelado eficaz e inteligível.

É neste contexto de sintetização[2] que a sintaxe espacial estuda a relação entre a sociedade e a forma urbana, através de métodos quantitativos de análise. Debruça-se numa visão das cidades, como ambientes dinâmicos, onde a relação entre sociedade e

[1] "Another possible reason why formal exploration has missed theoretical insight has been the frequent lack of close enough relation between mathematical and empirical aspects of the problems posed by real buildings and cities" (Hillier, 2007, 70).
[2] "Simplicity as means to complexity" (Hillier, 2007, 69)

forma física urbana sintetiza a complexidade do tecido urbano, dando respostas para o estudo da forma física da cidade e para o entendimento do funcionamento das cidades (Hillier e Hanson, 1984).

Origem e desenvolvimentos

Desde o seu início – no final da década de 70 - a *Space Syntax* tem vindo a desenvolver um campo quantitativo no estudo da morfologia urbana. Em 1976, Hillier *et al*. publicam um artigo denominado *Space Syntax,* na revista *Environment and Planning B: Planning and Design*, dando nome a uma nova teoria do espaço e da sociedade (Heitor e Silva 2015).

Mais tarde, a teoria da sintaxe espacial é sintetizada em dois livros importantes: *The Social Logic of Space* (Hillier and Hanson, 1984) e *Space is the Machine* (Hillier, 1996). No primeiro livro é proposta a ideia de espaço como dimensão social, criando uma ligação entre a sociedade e o espaço. O segundo livro aprofunda as ideias do primeiro, dando enfase à dimensão analítica e configuracional da teoria (Pinho e Oliveira, 2019). Um terceiro livro importante, embora não para o âmbito desta dissertação, devido ao seu enfoque no espaço interior do edificado, é *Decoding homes and houses* (Hanson, 1998).

Tendo como marco fundamental o livro *The Social Logic of Space*, em 1984, a sintaxe espacial conta com quase quarenta anos de desenvolvimento na *Space Syntax Laboratory* na *University College London*, e com um número crescente de trabalhos de investigação publicados em diferentes revistas e nas reuniões bianuais do *Internacional Space Syntax Symposium* (Heitor e Silva. 2015; Pinho e Oliveira, 2009).

É possível identificar um paralelismo no desenvolvimento da sintaxe espacial com as reflexões teóricas desenvolvidas nos anos 60 a 80, nomeadamente nas críticas à arquitetura funcionalista do pós-guerra. A descaracterização das formas urbanas, criada por uma arquitetura funcionalista e determinista, contribuiu para a criação de uma visão da arquitetura descentralizada do Homem como ser biológico e social. Segundo Heitor e Silva, é nesta relação entre Homem e Ambiente Construído que a arquitetura contemporânea, onde a sintaxe espacial se insere, se debruça com uma evidente importância do aspeto social no espaço urbano (Heitor e Silva, 2015).

Do ponto de vista histórico, as cidades podem ser encaradas como artefactos complexos, construídos e aperfeiçoados pelo Homem ao longo da história. A influência do ambiente construído no Homem sempre foi de cariz importante tanto na arquitetura, como no urbanismo. Este aspeto esteve patente ao longo da história da arquitetura, no modo como a construção – ou espaço construído – pretendia exercer um papel na sociedade (Hillier, 2007).

No entanto do ponto de vista analítico, a cidade como um objeto físico e espacial tem-se mostrado um elemento complexo de análise. As cidades podem também ser encaradas como configurações espaciais compostas por diferentes espaços que formam uma rede de espaços interligados. A descrição desses espaços (partes) e da própria configuração do espaço (todo), sempre se revelou um processo complexo (Hillier, 2007). Assim sendo, a capacidade de modelação de uma cidade, como objeto físico e espacial

para ser analisada, sempre foi difícil devido à complexidade da relação dos elementos que a compõem e ao facto de estes estarem sujeitos a constantes processos de desenvolvimento.

A existência de modos de quantificação, capazes de analisar a interligação entre o ambiente construído e a sociedade, sempre foi escassa, devido à dificuldade das demonstrações de dados e à falta de proporção dessas demonstrações com os aspetos empíricos do urbanismo. Porém, a sintaxe espacial apresenta-se por Hillier (2007), com uma "técnica não discursiva", capaz de representar de forma clara e simplificada uma descrição do espaço através do próprio movimento das pessoas. A complexidade do espaço é fracionada em elementos mais simples – linhas – capazes de serem analisadas computacionalmente e de permitirem uma compreensão alargada de sistemas complexos.

A sintaxe espacial trouxe uma teoria capaz de descrever o espaço através da análise da sua relação com o movimento. É nesta linha de pensamento que Hillier e Hanson (1984) definem uma teoria da lógica social do espaço[3], ao mesmo tempo que é uma teoria sobre a lógica espacial da sociedade.

A relação espaço – sociedade: teoria do movimento natural

A sintaxe espacial afirma a singularidade do seu estudo na correlação entre o movimento e a configuração do espaço, tanto no sentido de o movimento ser determinado pela configuração do espaço, como no sentido do movimento determinar a configuração do espaço de uma cidade (Hillier *et al.,* 1993).

Essa relação foi descrita por Hillier e Hanson (1984), no conceito de cidades como "economias de movimento", que afirma que as cidades são produto da relação entre movimento e espaço, na medida em que são os efeitos mútuos do movimento e do espaço que caracterizam as cidades[4]. No fundo, há uma evidência do papel da configuração espacial como modelador da própria sociedade, através do movimento.

Num artigo de Hillier *et al.* (1993), intitulado "*Natural movement: or, configuration and attraction in urban pedestrian movement*", foi descrita a Teoria do Movimento Natural que serve de base para o estudo das configurações do espaço urbano. A Teoria do Movimento Natural partiu de uma teoria já existente criada por Bill Hillier na *University College London*, que se baseava na existência de métodos quantitativos de análise dos movimentos pedonais e rodoviários. Este tipo de análise é denominado de teoria dos atractores e consiste em perceber o peso gravitacional de atração dos elementos atractores nas configurações espaciais. A Teoria do Movimento Natural desenvolve essa ideia, adicionando a configuração do espaço ao esquema, e assim, afirma que existe uma relação entre configuração do espaço, movimento e atração.

[3] "The social logic of space" (Hillier e Hanson, 1984, 199)

[4] "Well functioning cities can therefore, it will be suggested, be thought of as `movement economies´. By this it is meant that the reciprocal effects of space and movement on each other (…), and the multiplier effects on both that arise from patterns of land use and building densities, which are themselves influenced by the space-movement relation (..)" (Hillier, 2007, 113)

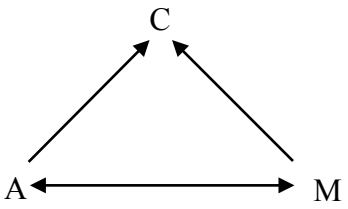


Figura 1 *– Configuração (C), Atração (A), Movimento (M). O movimento e atração podem-se influenciar entre si, mas as outras duas relações não se influenciam entre si, criando uma assimetria. Fonte: Heitor e Silva, (2015).*

Os três fatores estão relacionados, mas de modo diferente entre si, pois por um lado a configuração influencia o movimento e a atração, mas o contrário não acontece. No entanto, há uma correlação entre atração e movimento, o que provoca uma assimetria entre configuração, movimento e atração. A configuração apresenta-se como a componente mais estática das três, e por isso é a mais importante, pois sem o teu entendimento não é possível compreender o movimento[5], a atração e a própria forma da cidade (Hillier *et al.,* 1993; Heitor e Silva, 2015).

Naturalmente, as configurações distribuem privilégios, ao criarem uma hierarquia em termos de movimento, o que influência os usos do solo, que por sua vez reforça a atração de certos espaços em relação a outros (Heitor e Silva, 2015). Esta hierarquia provém do facto de elementos centrais de uma configuração (as ruas, no caso de cidades) serem mais acessíveis do que os outros elementos, pois estão em média mais próximos de todos os outros elementos da configuração. A Teoria do Movimento Natural afirma que os espaços melhor conectados serão mais utilizados, logo terão mais movimento. Assim, o movimento natural pode ser definido como a proporção de movimento determinado pela configuração do espaço. Através da Teoria do Movimento Natural percebe-se que a estrutura do sistema de ruas é um elemento determinante do movimento (Hillier *et al.,* 1993).

Por outro lado, de acordo com Heitor e Silva (2015) "o modo como percorremos uma cidade está intimamente relacionado com a perceção global cognitiva que temos da cidade." Sintetizando, a perceção visual do espaço por parte do utilizador é um facto determinante na forma como este se move no espaço. A capacidade preditiva de um deslocamento, leva a que modelos de deslocamentos mais fáceis de perceber tenham melhor desempenho na cidade. Desse modo, as representações da sintaxe espacial baseiam-se no modo cognitivo como percorremos o espaço – a linearidade. O utilizador do espaço, quando se movimenta numa determinada configuração do espaço, opta sempre pelo percurso mais curto e direto possível. Os modos de representação do espaço da sintaxe espacial têm em conta a perceção da forma geométrica do espaço por parte dos utilizadores do espaço. Num modelo origem-destino de deslocamento, existem vários percursos possíveis para alcançar o destino, mas segundo a teoria do movimento natural algumas rotas são mais inteligíveis do que outras, sendo as mais inteligíveis aquelas que

[5] A teoria do movimento natural afirma que a configuração é o elemento mais importante, no entanto podem existem casos em que os efeitos dos elementos atractores excedem o papel da configuração (Heitor e Silva, 2015; Hillier *et al*., 1993).

geram mais movimento. Nos ambientes urbanos, os espaços mais inteligíveis são aqueles que apresentam melhor leitura do espaço em relação à globalidade do espaço urbano, ao mesmo tempo que são espaços bem conectados com a sua envolvente próxima (Hillier, 2007).

A teoria do movimento natural mostra que o movimento é fundamentalmente uma questão da forma urbana, um produto funcional da relação intrínseca com a configuração urbana. Hillier (2007) defende que a questão do movimento e do uso do espaço não pode ser separada da configuração do espaço. A configuração do espaço também pode ser reflexo da cultura ou de ideologias da sociedade, refletindo as diferentes lógicas espaciais que podem ser traduzidas para lógicas sociais. Este autor analisa três cidades distintas no espaço e no tempo – Teotihuacan, Tikal e Brasília – e consegue traçar o perfil morfológico e social dessas cidades e da sociedade que as habitava. Os mapas mostram a disposição da acessibilidade, permitindo perceber quais as ruas com mais movimento numa cidade e as zonas mais integradas, possibilitando compreender o modo como as pessoas coabitavam e como a cidade funciona.

Seguindo esta articulação, a visão do espaço social confere à sintaxe espacial a capacidade de sintetizar o modo como os espaços se interligam entre si. Para isso, existe uma metodologia da sintaxe espacial assente nessa correlação entre o espaço e o movimento, capaz de analisar uma cidade e demonstrar os resultados de modo simples e conciso.

Análise de configurações

A teoria da sintaxe espacial é apoiada numa metodologia otimizada que relaciona a sua capacidade interpretativa com a sua "sintética e expressiva representação visual do espaço" (Heitor e Silva, 2015). Em cada representação são evidenciadas medidas sintáticas, representadas visualmente através da coloração de mapas, que colocam em destaque as potencialidades das configurações do espaço.

As representações da sintaxe espacial não têm como objetivo uma fidelidade geométrica ou métrica do espaço, uma vez que o objetivo é fazer uma representação da experiência do espaço. As representações retratam apenas o potencial visual de cada espaço do ponto de vista do utilizador e são delineações do espaço físico que refletem o espaço não construído (vazio) e não o espaço construído (cheio). Essas representações fazem a demonstração de como a configuração é experimentada pelo utilizador do espaço (Heitor e Silva, 2015).

Deste modo, o estudo da configuração do espaço urbano (numa fase inicial da sintaxe espacial) é focado na análise topológica, ao invés de uma análise geométrica. Uma análise topológica assenta no estudo das relações dos elementos de um conjunto e permite perceber a configuração do espaço na sua totalidade através das relações entre as partes que a compõem. As relações espaciais de determinada área urbana são representadas num mapa, que nos dá uma clara ideia da configuração da área de estudo ao conjugar as relações topológicas dos vários elementos que a compõem. Ao longo dos últimos anos, a sintaxe espacial tem vindo a desenvolver vários modos de representação do espaço, no entanto todos esses modos se baseiam nas relações entre as partes e o todo, podendo-se

descrever a sintaxe espacial como "o esforço para compreender o papel de determinado espaço no seu contexto" (Heitor e Silva, 2015).

As representações da sintaxe espacial fundamentam-se no espaço público, ou seja, na noção de espaço convexo. O espaço convexo é a "porção de espaço limitado, em acessibilidade e visibilidade, na qual todos os possíveis pares de pontos são inter-visiveis." (Heitor e Silva, 2015). Assim, em termos práticos, percebe-se que o espaço convexo representa o espaço visível de um grupo de indivíduos (pontos) quando estes se encontram num determinado espaço limitado, na qual todos os indivíduos (pontos) se conseguem ver. No caso de um estudo sobre uma cidade, o espaço convexo é o espaço público, como uma praça ou largo (Hillier, 2007).

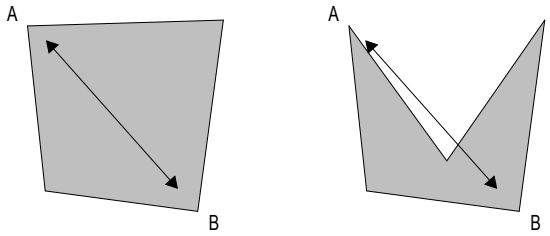


Figura 2 *– Esquema ilustrativo do espaço convexo (a) e do espaço não convexo (b). a) qualquer individuo (ponto) dentro dos limites da área consegue ver outro individuo, sem que a sua linha de visibilidade intersete o limite da área. O mesmo não acontece em b. Fonte: Heitor e Silva (2015).*

A sintaxe espacial realiza uma representação visual do espaço urbano através de mapas axiais. Esses mapas são compostos por linhas axiais que tentam simplificar a configuração do espaço, de modo a que esses elementos possam ser analisados matematicamente com uma demonstração de dados. Segundo Heitor e Silva (2015), as linhas axiais são "linhas retas que representam os limites longitudinais de visibilidade e acessibilidade" das quais é possível traçar um mapa axial, que é "o menor conjunto de linhas axiais necessário para representar um conjunto de espaços convexos" (Heitor e Silva, 2015).

A representação do espaço realiza-se através da produção de mapas (axiais e de segmentos) de modo a que a análise permita encontrar propriedades intrínsecas entre os elementos da configuração. Segundo Heitor e Silva (2015), um mapa axial é o "menor conjunto de linhas axiais necessárias para representar um conjunto de espaços convexos".

A linha é a base da sintaxe espacial, é através de linhas que a complexidade de uma cidade é quebrada em elementos simples que serão analisados computacionalmente.

Tal como foi referido anteriormente, a capacidade visual do Homem, está relacionada com a forma como percorremos o espaço, dessa maneira a sintaxe espacial utiliza as linhas axiais como elementos que correspondem ao modo como as pessoas experienciam e visualizam o espaço. A linha é assim, o modelo de representação unidimensional, que delimita o eixo visual do utilizador do espaço.

Na análise dos mapas, o algoritmo calcula todos os caminhos possíveis, utilizando a distância e a complexidade do percurso como variáveis. O facto de as análises da sintaxe espacial calcularem a complexidade do percurso, permitem aproximar o modelo de

análise ao modo como as pessoas se comportam no espaço. Este conceito de complexidade geométrica do percurso, assenta sobretudo na noção de que num deslocamento, a maioria das pessoas delimita sempre o percurso mais rápido e direto (menor custo angular).

Os mapas axiais podem ser produzidos manualmente, traçando-se linhas axiais pelas ruas, ou podem ser realizados automaticamente com o *software Depthmap*. A produção automática de mapas axiais através da definição de um algoritmo foi uma resposta ao problema da subjetividade na produção manual dos mapas axiais (ponto a ser desenvolvido mais à frente). A produção de mapas axiais através deste algoritmo ganhou relevância na *space syntax*, contudo uma boa parte dos utilizadores preferem a produção dos mapas de linhas em software CAD (*computer-aided design*) e a posterior análise no *software Depthmap*.

Os mapas axiais são a representação da estrutura contígua do espaço vazio de uma cidade. Através dos mapas axiais podem-se extrair as medidas sintáticas que captam diferentes propriedades da configuração do espaço. Essas propriedades proveem de algoritmos, que "analisam a posição relativa de cada elemento do mapa em relação a todos os outros elementos do mapa" (Heitor e Silva, 2015). Durante a análise, o caráter individual de cada elemento é sempre mantido, apenas se alteram as condições da sua posição no sistema. A coloração das linhas axiais dos mapas representa os índices de densidade de movimento de cada linha - assim o mapa axial representa uma forma simples de demonstração de dados relativos ao movimento da configuração. No entanto, além da coloração, cada linha axial tem um valor numérico que lhe é atribuído (de acordo com cada tipo de análise) e com o qual se podem aprofundar as análises das configurações (Desyllas e Duxbury, 2001; Hillier, 2007; Heitor e Silva, 2015).

Uma das formas de perceber essa relação de cada elemento com os demais elementos da configuração é através da construção de grafos. Um grafo é a representação do conjunto de elementos e das relações existentes entre eles. Nos grafos dos mapas axiais, "cada linha axial representa um vértice do grafo e cada interseção das linhas axiais representa a adjacência entre os elementos do grafo". Os grafos utilizados na sintaxe espacial são planares, pois, cada interseção das linhas axiais é representada como um nó do grafo, contudo em sistemas urbanos onde sejam representados viadutos/pontes/túneis, é necessário recorrer a grafos não planares[6] (Heitor e Silva, 2015).

Com recurso aos grafos axiais é possível perceber algumas das medidas sintáticas. A primeira medida, que serve de base a todas as outras medidas sintáticas, é a conectividade (*connectivity*), e representa o número de ligações que determinado elemento do mapa tem com outros elementos. Isto é, uma determinada linha do mapa pode intersetar uma ou mais linhas do mapa, estando mais ou menos conectada com a sua envolvente. Num grafo, a conectividade é denominada de grau, sendo que o grau de um determinado vértice é calculado pelo número de vértices adjacentes a esse vértice. A conectividade representa o número de elementos adjacentes a cada vértice do grafo – quanto maior o número de vértices adjacentes a um ponto, maior será a sua conectividade (Heitor e Silva, 2015).

[6] Neste estudo serão apenas abordados grafos planares.

Outra medida sintática importante é a profundidade (*depth*), que representa o custo topológico ou angular (mapa de segmentos) entre dois elementos do mapa. A medida sintática de profundidade permite perceber as assimetrias das configurações. Como foi referido anteriormente, são as assimetrias que geram a hierarquia de uma configuração, visível em todas as cidades, como refere Kropf (2017). A hierarquia torna-se, assim, o palco central das outras medidas sintáticas. Segundo Heitor e Silva (2015), o cálculo da profundidade média permite perceber as assimetrias da configuração, pois é "a média das profundidades de cada espaço em relação a todos os outros espaços".

Outra medida sintática relevante, que está relacionada com a profundidade média, é a integração (*closeness*), trata-se de uma medida de proximidade e representa o quanto um espaço está, em média, próximo de todos os outros espaços da configuração. Esta medida permite identificar, ao nível urbano, quais os espaços mais significativos – ruas principais – através do nível de proximidade (quanto maior profundidade, menos integrado). Assim, a medida sintática de integração é o inverso da profundidade média (Heitor e Silva, 2015).

A integração apresenta-se como a medida sintática mais importante, pois consegue prever os padrões de movimento de configuração do espaço. Tal como todas as medidas sintáticas, a integração pode ser calculada local ou globalmente. A integração local, por exemplo com um raio topológico 3 (HHR3), "calcula o quão próximo cada linha do mapa está em relação às três linhas que se podem alcançar num limite de três mudanças de direção". Segundo Hillier (2007), a integração local é a medida sintática mais indicada para analisar movimentos pedonais, pois representam os movimentos tendencialmente mais localizados na cidade. Em contrapartida, a integração global (HH), que calcula o quão próxima cada linha do mapa está com todas as linhas do mapa, é utilizada para análises globais da cidade e representa os movimentos menos localizados. A relação entre integração global e local, permite perceber a interferência existente entre um movimento mais local e o movimento global, permitindo assim relacionar a "parte" da cidade, com o "todo" da cidade (Heitor e Silva, 2015; Hillier, 2007).

Durante algum tempo, o mapa axial foi o modelo principal de análise das configurações na sintaxe espacial. Este tipo de análises são de base topológica, isto é, as análises comparam os elementos do mapa de acordo com a posição topológica dos restantes elementos da configuração. Se, por um lado, os mapas axiais demonstram bons resultados nas análises de conectividade e integração, por outro lado quando se tem como objetivo alcançar novas medias sintáticas, os mapas axiais revelam alguns desajustes da realidade. Nos mapas e grafos axiais apenas está explícita informação acerca das conexões de cada linha com todas as linhas do mapa, sendo que não existe informação sobre o modo como as linhas se distribuem na configuração (Heitor e Silva, 2015).

Consequentemente, a noção de profundidade topológica evoluiu para uma noção de profundidade angular, através da análise angular de segmentos (*Angular segment analysis* – ASA). Se, através de um mapa axial é possível verificar a profundidade topológica, através de um mapa de segmentos é possível verificar a profundidade angular. O cálculo da profundidade em termos angulares baseia-se no custo de passagem de um segmento para outro segmento em termos angulares (quanto maior o ângulo, maior será o custo). Como foi referido anteriormente, os mapas de segmentos permitem ter em conta

a complexidade do percurso, fundamentada pelo facto das pessoas se moverem segundo percursos com o menor custo angular, ou seja, mais rápido e direto possível (Turner, 2007).

O segmento é a porção de uma linha axial e o mapa de segmentos, semelhante ao mapa axial, é o "menor conjunto de segmentos necessários para representar um conjunto de espaços convexos" (Heitor e Silva, 2015; Turner, 2007).

O facto de a linha axial ser quebrada em segmentos permite obter uma representação mais detalhada, e por isso mais verdadeira, do espaço urbano. Uma das críticas de Ratti (2004), era precisamente o facto de uma linha axial poder transformar-se numa ou mais linhas axiais para responder, por exemplo, a uma curvatura no sistema de ruas. Do ponto de vista topológico, a informação adicional acerca dessa mudança de direção não existe, sendo que para efeitos de análise era equiparado a, por exemplo, uma mudança de direção de um cruzamento. No entanto, tratam-se de duas mudanças de direção distintas que eram tomadas como semelhantes na análise algorítmica. Outro erro que a profundidade topológica pode induzir nas análises, é a necessidade de uma distância métrica mensurável, capaz de diferenciar uma mudança de direção entre ruas com distâncias métricas menores de ruas, com distâncias métricas maiores. Traduzindo o exemplo de Ratti (2004) para a cidade do Porto: do ponto de vista topológico, um deslocamento com início na Rua de Guerra Junqueiro e com destino no fim da Avenida da Boavista na zona do Castelo do Queijo, tem o custo topológico associado a uma mudança de direção. O mesmo custo topológico é associado a um deslocamento com a mesma origem na Rua Guerra Junqueiro e com destino na Praça Mouzinho Albuquerque. Em ambos os casos, existe apenas uma mudança de direção, mas no primeiro caso, a distância percorrida ao longo da Avenida da Boavista é maior do que no segundo caso (Ratti, 2004).

Os mapas axiais também possuem problemas de representação do espaço. Tal como foi mencionado acima, uma linha axial pode atravessar vários quarteirões, levando a que na análise não exista informação acerca do modo como as linhas se cruzam. No entanto, Ratti (2004) demonstrou que existem casos em que uma linha axial possa ter que se transformar em várias linhas axiais, ao ter de responder a pequenas alterações nos espaços convexos. Desta forma, o mapa axial deixa de representar a realidade do espaço urbano em virtude de uma pequena alteração natural.

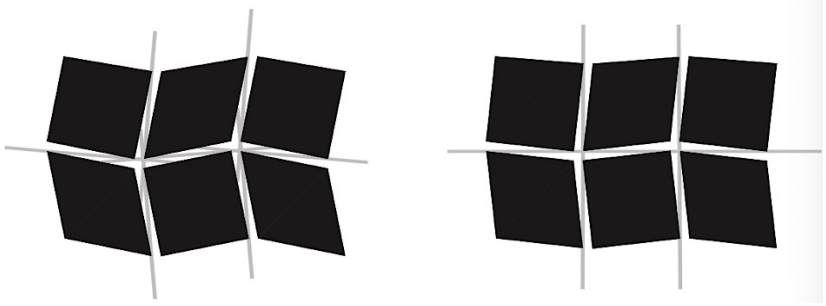


Figura 3 *– Uma pequena alteração na configuração pode alterar o mapa axial. Fonte: Ratti (2004)*

Ora, o espaço convexo que compõe a cidade é complexo e com alterações, pelo que os mapas axiais ficam sujeitos a ter de responder a essas alterações de forma equívoca. Em termos topológicos, uma alteração de direção subtil tem o mesmo efeito de uma alteração de direção mais pronunciada, pelo que o modo como as linhas axiais se distribuem no plano não é analisado nos mapas axiais (Heitor e Silva, 2015; Ratti, 2004).

Outra crítica, relacionada com a anterior, é relativa à produção manual dos mapas axiais que levanta problemas de subjetividade nos resultados das análises. Uma produção manual dos mapas axiais requer um desenho prévio das linhas axiais, feitas manualmente num software CAD (*computer-aided design*). Contudo, Ratti (2004) questiona se o processo de desenho do menor número de linhas axiais possível é arbitrário o suficiente para colocar os resultados das análises em causa. Em resposta a essa falta de rigor dos mapas axiais, Turner *et al.* (2005) propõem um algoritmo que permite a criação de mapas axiais automáticos a partir de uma planta do espaço a analisar. Atualmente, os mapas axiais podem ser desenvolvidos manualmente ou automaticamente.

Um segmento é uma porção de uma linha axial, assim sendo, um mapa de segmentos é produzido a partir de um mapa axial (ou de um mapa de eixos de via), com recurso ao software *Depthmap* e de forma automática. Um mapa de segmentos é "o menor conjunto de segmentos necessário para representar um conjunto de espaços convexos" (Heitor e Silva, 2015).

Em relação às medidas sintáticas, as medidas de maior relevância nas análises de segmentos são a escolha (*choice*) ou *betweenness* na teoria dos grafos e a integração (*closeness*). A escolha, tal como o nome indica, é uma medida de potencial movimento de passagem nos deslocamentos realizados entre todos os possíveis pares origem/destino da configuração. De cada vez que um vértice (nó) do grafo é atravessado, o valor de escolha aumenta, sendo que vértices mais frequentemente atravessados são os que têm mais valor de escolha (Heitor e Silva, 2015; Turner, 2007).

A medida de escolha é calculada através do custo - angular (segmentos) ou de mudança de direção (axiais) – dos percursos no mapa, fazendo com que os elementos do mapa que pertençam a percursos de menor custo tenham maior valor de escolha. A medida escolha pode ser 'ponderada'[7], ao ter em conta o comprimento de cada segmento. Turner (2007) argumenta que os segmentos mais compridos serão geralmente mais ocupados, pelo simples facto de que mais sistemas origem-destino se podem encaixar dentro desses segmentos, que por sua vez têm mais potencial para gerar mais movimento (Heitor e Silva, 2015; Turner, 2007).

A medida integração nos mapas de segmentos[8] é semelhante à medida integração nos mapas axiais. No caso da integração nos mapas de segmentos, a profundidade é calculada em termos angulares. Tal como na medida escolha, a medida integração também pode ser ponderada, tendo em conta o comprimento do segmento (Turner, 2007; Heitor e Silva, 2015).

Tanto a integração, como a escolha podem ser calculadas numa análise global da configuração e numa análise mais local. Assim, e porque na análise sintática mais do que

[7] *Weighted choice measure.*
[8] O termo em inglês é *angular closeness* (Turner, 2007).

noutras analises morfológicas o limite do objeto de estudo é uma questão importante, também a noção de raio das análises dos mapas é um aspeto chave nos estudos de configuracionais. No caso da análise angular de segmentos, a limitação da configuração é feita através de raios métricos e não de raios topológicos como nos mapas axiais (Heitor e Silva, 2015; Turner, 2007).

O mapa de segmentos é hoje considerado como o modo de análise de configurações do espaço mais eficaz, permitindo aprofundar as questões do raio de análise, ter em conta a complexidade dos deslocamentos, assim como obter novas e sofisticadas medidas sintáticas. Desse modo, as análises efetuadas neste estudo baseiam-se, sobretudo, em mapas de segmentos.

Noção de raio

De acordo com vários autores, as análises das configurações do espaço exploraram a relação entre cada elemento da configuração, com todos os outros elementos da configuração, tratando-se assim de uma análise global da configuração. No entanto, é também importante fazer uma análise de carácter local das configurações. Uma cidade tem vários limites que criam diferentes áreas urbanas consoante as escalas de análise. Serra e Pinho (2011) realizaram uma análise da configuração da Área Metropolitana do Porto a três escalas – macro, meso e micro – apontando um conjunto de raios métricos adequados. Heitor e Silva (2015), dividem uma análise espacial de uma cidade em três áreas de estudo: 'supra área de estudo', 'área de estudo' e 'intra área de estudo'. Tendo em conta os diferentes níveis de escala, a noção de raio é essencial nas análises das configurações urbanas (Heitor e Silva, 2015; Gil, 2015).

A função do raio nas análises de configurações é de eliminar o efeito limite (*edge effect*). Nas análises das configurações (mapas convexos, axiais ou segmentos), estamos a analisar o papel que cada elemento tem em relação a todos os outros elementos do mapa e para isso pressupõem-se que todos os elementos estejam representados no mapa. Isto é possível numa análise de um modelo fechado (escala de bairro ou micro escala), mas quando se analisa um modelo aberto, como uma cidade ou uma região (macro escala), torna-se essencial impor um perímetro de análise. Contudo, este perímetro será sempre artificial e poderá ter impacto nos resultados da análise da configuração. Porém, a solução maioritariamente aceite na sintaxe espacial continua a ser a extensão dos mapas além do limite da área de estudo, de modo a impor um perímetro artificial (*buffer area*) (Heitor e Silva, 2015; Turner, 2007).

Estas propostas, apesar de serem relativamente consensuais, não são encaradas como absolutamente eficazes. No entanto, não existe alternativa a não ser que não se calcule a integração global (*Global Closeness*) ou que se aceite que o seu valor não é absolutamente objetivo. Mesmo assim, alguns investigadores, têm estudado a forma como diferentes configurações respondem ao efeito que o raio exerce nas medidas sintáticas (Gil, 2015).

Num estudo da configuração da cidade de Amesterdão (Gil, 2015), através de mapas de segmentos, foi explorada a influência do efeito limite nos resultados através das medidas sintáticas de integração e escolha. As conclusões permitiram confirmar a

fidelidade do método de expansão do raio de análise para além da área de estudo, criando uma *buffer area*. No entanto, o estudo revela que diferentes métodos de criação da *buffer area*, podem ter impacto nos resultados. As propostas que visam criar uma limitação artificial num dado sistema necessitam de uma base de sustentação para a escolha dessa mesma área. A delimitação do raio de análise pode, por exemplo, ser baseada em limites naturais, que revelam ser mais viáveis do que a delimitação de perímetros artificiais.

Turner (2007), também demonstrou que a utilização de raios métricos dos mapas de segmentos representa uma vantagem em relação aos raios topológicos, pois permitem delinear o limite métrico, para que estes não se aproximem dos limites do mapa, e assim não interferirem nos resultados. A análise de Gil (2015), também demonstrou o modo como os mesmos limites afetam as diferentes medidas sintáticas. No estudo foram utilizadas a integração (*closeness*) e escolha (*betweenness*). O efeito perímetro, no caso da escolha, está relacionado com a hierarquia dos segmentos. Os segmentos que conectam com o exterior ficam afetados pelo efeito limite, pois passam a ter necessariamente menor valor de escolha. Contudo, os segmentos que se encontrem apenas no interior da área de estudo não sofrem alterações nos seus valores de escolha. No caso dos valores de integração, se numa configuração em que a área de estudo estiver próxima do limite e tiver algum tipo de continuidade com o exterior, os valores de integração dessa área serão automaticamente mais baixos e penalizados pelo *edge effect* (Gil, 2015).

A análise dos valores de escolha, leva à conclusão que esta medida sintática é menos sensível do que a integração ao efeito limite, pois a escolha é apenas sensível á dimensão do modelo imposto e o *edge-effect* pode afetar em particular os vértices (*nodes*) com maior escolha. Por outro lado, esta medida sintática é pouco suscetível a alterações de dimensão, forma e posicionamento do limite. A medida sintática de integração é mais sensível a alterações de dimensão e posição no limite imposto, em especial a posição pode afetar as áreas de estudo que sejam adjacentes ao perímetro, manipulando os valores de integração dos mesmos. No caso dessas análises, com focos de integração dispersos pelo mapa de segmentos, a delimitação do raio de análise deve ser cuidadosa de modo a não interferir nos valores de integração (Gil, 2015).

Inteligibilidade

O modo como nos movimentamos numa cidade está relacionado com a maneira como a interpretamos. Segundo o conceito da *deformed grid* de Hillier *et al.* (1993), a cidade pode ser descrita como uma série de deformações do espaço, originando os espaços convexos que estão interligados entre si e formam uma estrutura primária do espaço urbano. Quanto maiores forem essas deformações, maior será a complexidade dos espaços urbanos, e por consequente mais complexa será a deslocação nesses espaços.

A malha deformada (*deformed grid*), que ocorre por deformações de dois tipos: deformações axiais e convexas. A deformação axial é baseada no facto dos eixos visuais de um utilizador do espaço serem bloqueados pelo edificado. A deformação convexa é sustentada pelo facto de os espaços urbanos sofrerem alterações bi-dimensionais, tornando-os mais ou menos estreitos. Numa perspetiva cognitiva, como foi referido atrás, a linha é o elemento geométrico que corresponde ao eixo de visão do utilizador. Esta prolonga-se sempre pelo espaço convexo, sendo bloqueada pelo edificado. (Heitor e Silva, 2015; Hillier *et al.*, 1993; Hillier, 2007)

A inteligibilidade de uma área urbana está relacionada com o modo como conseguimos perceber o sistema urbano na íntegra, através das suas partes. Uma das caraterísticas do espaço urbano, é que este não pode ser compreendido e experienciado todo de uma só vez, sendo necessário que o utilizador percorra o sistema urbano parte a parte, de modo a perceber a totalidade da configuração (Hillier, 2007).

Segundo Heitor e Silva (2015), as investigações sobre a orientação espacial em meios urbanos tentam explicar como o ser humano supera a necessidade do conhecimento da globalidade do espaço urbano para se deslocar em ambientes locais. Segundo os mesmos autores, e de acordo com Passini (1984), a navegação pedonal implica deduções por parte do utilizador, que podem ser entre o conhecimento local e global. Ou seja, é importante perceber quais as partes do sistema urbano que conferem ao utilizador do espaço informações acerca da sua globalidade.

Uma vez que a sintaxe espacial analisa o sistema urbano em diferentes escalas, a inteligibilidade é calculada através da relação entre conectividade e integração. A conectividade é tida como a medida local, tratando-se de uma propriedade percetível em cada espaço, isto é, quando o utilizador está num determinado espaço urbano, este consegue perceber quantos mais espaços se conectam a esse espaço (HHr1)[9]. A integração é a medida global, pois retrata a profundidade de um espaço urbano em relação a todos os outros espaços do sistema, que não são percetíveis da parte do utilizador do espaço (HH). Deste modo, a inteligibilidade de um sistema urbano mede-se pelo grau de correlação entre conectividade e integração. A inteligibilidade é medida a partir de mapas axiais e não de mapas de segmentos, e geralmente é utlizada em zonas intra área de estudo, nomeadamente em áreas locais e contíguas de uma cidade, como por exemplo, um bairro (Heitor e Silva, 2015).

[9] Tal como a integração é uma medida de profundidade topológica até 3 elementos do mapa (HHr3), de modo semelhante a conectividade é uma medida de profundidade topológica até 1 elemento do mapa (HHr1).

Pode-se dizer que, um espaço inteligível é um espaço bem conectado ao mesmo tempo que é bem integrado, ou seja, a informação que o utilizador obtém através das conexões próximas é compatível com o sistema urbano na sua totalidade. Assim, a inteligibilidade também pode ser descrita como a relação entre aquilo que conseguimos ver dos espaços próximos (conectividade) e que nos fornece informação para aquilo que não conseguimos ver (integração). É precisamente este o equilíbrio que um sistema urbano deve de alcançar para ser inteligível. (Hillier, 2007).

A inteligibilidade de uma área urbana é um aspeto importante para perceber de que modo determinado espaço urbano é percecionado pelas pessoas, uma vez que é a relação entre aquilo que o utilizador consegue observar e aquilo que não se consegue observar. Deste modo, a inteligibilidade também permite compreender a noção de escala humana no espaço urbano. (Heitor e Silva, 2015; Hillier, 2007).

Place Syntax

A *place syntax* é uma proposta de relação da sintaxe espacial com outras vertentes, de modo a originar uma teoria analítica mais robusta.

A *space syntax* aborda o sistema de ruas/espaço público, analisando esse espaço em termos de acessibilidade, mas deixando de parte o espaço construído. Em contrapartida, a *place syntax* permite relacionar atributos espaciais (provenientes da *space syntax*) com atributos não espaciais, com base em sistemas de informação geográfica (SIG). Os atributos não espaciais, utilizados pela *place syntax*, são os que refletem a utilização do solo, normalmente utilizados nas análises de atratividade (Marcus, 2010).

Para esses atributos não espaciais, a *place syntax* propõe adicionar duas variáveis às análises da sintaxe espacial, de modo a aprofundar o estudo da forma urbana: diversidade e densidade. A *place syntax* utiliza os mapas da *space syntax* como medidores da acessibilidade a essas variáveis. As variáveis, densidade e diversidade, são correlacionadas com os valores de integração global da área de estudo (Marcus, 2010).

A *place syntax* apresenta-se como um instrumento capaz de medir um valor de acessibilidade específico, enquanto que nas análises da *space syntax* apenas se mede a acessibilidade geral do espaço, ou seja, a acessibilidade para o espaço urbano em si. Por outro lado, com a *place syntax* é possível medir a acessibilidade para diferentes conteúdos do espaço (comércio, áreas residenciais, estações de metro, etc) (Marcus, 2010).

Os valores de diversidade e densidade são relacionados com a integração global ou local. Para a medição da diversidade espacial, é necessário ter em consideração a parcela urbana e o facto de cada parcela urbana ter um "peso gravitacional", que influencia o modo como as funções urbanas são distribuídas na cidade. Com a *place syntax* é possível medir a acessibilidade a diferentes parcelas. O mapa axial permite calcular as parcelas que são acessíveis a uma distância topológica pré-definida (três medidas topológicas ou HHr3), dentro de um limite concentrado raio métrico (por exemplo de 500m). Os valores da acessibilidade são correlacionados, com os valores de integração e é atribuído um valor que varia entre 0 (menor diversidade) e 1 (maior diversidade). De forma semelhante, o cálculo da densidade é feito através da correlação

dos valores de integração com os valores de densidade que variam de 0 (baixa correlação) e 1 (alta correlação). (Oliveira, 2013) (Marcus, 2010)

No estudo de uma área de Estocolmo, Marcus (2010) correlacionou a medida sintática de integração global, com a densidade do edificado e com a diversidade económica e social (tipos de atividade/negócio e faixas etárias). As correlações das diferentes medidas permitiram alargar a capacidade da *space syntax* no estudo da forma urbana. É precisamente este campo que a *place syntax* tenta expandir.

Com a *place syntax,* Marcus (2010) desenvolve a ideia de capital espacial, isto é, o valor do espaço. Este valor pode ser calculado, por exemplo, relacionando a integração global e local com a densidade populacional/edificado ou com valores de diversidade populacional/ edificado. Dependendo do tipo de diversidade ou densidade que se relacione pode-se chegar a conclusões do foro urbano, económico, social ou cultural (Marcus, 2010) (Saboya et al., 2017).

Esta ideia de metodologia mais abrangente, capaz de relacionar vários tipos de elementos morfológicos também é explorada na metodologia *Morpho*. Trata-se de uma metodologia que incluí os elementos principais da forma urbana – as ruas, parcelas e edifícios – e que oferece um maior potencial para o estudo da forma urbana (Oliveira, 2013; Oliveira e Silva, 2013).

Visibility Graph Analysis

O método *Visual Graph Analysis* (VGA), representa um outro método de representação e análise da configuração do espaço. A técnica de *Visibility Graph Analysis*, analisa a relação entre cada ponto com todos os outros pontos do sistema. De forma semelhante aos mapas axiais, as relações entre cada ponto são calculadas de acordo com o custo topológico. Quando um ponto não é diretamente visível a outro ponto, calcula-se quantos pontos são necessários para se chegar a esse ponto (Desyllas e Duxbury, 2001).

Um conceito importante e próximo da técnica VGA é a construção de grafos de isovistas. Uma isovista é o conjunto de todos os pontos visíveis que convergem num certo ponto do espaço, tendo em consideração o espaço envolvente. De outro modo, a isovista é um conceito que ajuda a perceber o espaço envolvente do ponto de vista do utilizador, no modo como este interage, se move e visualiza o espaço. Uma isovista de um espaço convexo (espaço público) delimita uma área formada por polígonos que mostra o que o observador (*generating location*) consegue observar (Turner *et al*., 2001).

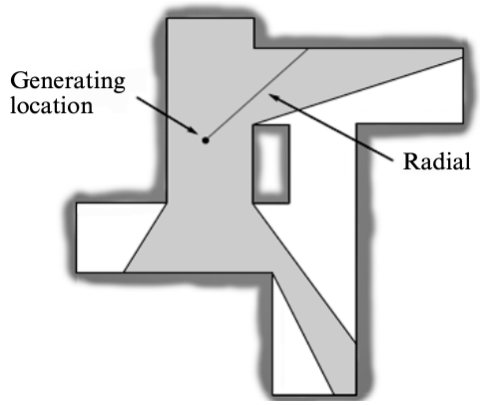


Figura 4 *– Demonstração de uma isovista num espaço convexo com a sua respetiva área visível. Fonte: Turner (2001).*

Assim, o modelo VGA baseia-se na aglomeração das propriedades de várias isovistas, criando um grafo de isovistas que relaciona as relações visuais de cada isovista. A partir do modelo VGA é possível obter duas medidas de análise, uma global e outra local. O *clustering coefficient* é uma medida de caráter local e é definida como "o número de todos os vértices visíveis dentro do campo de visão divididos pelo número total de possíveis conexões dentro do espaço" (Turner *et al*., 2001). Esta medida encontra a relação entre o isovista central e todos os isovistas que são visíveis a partir dele. Permite, ainda perceber quais são as áreas mais privadas (valor de *clustering coefficient* mais alto) e as áreas mais públicas (valor de *clustering coefficient* mais baixo) (Turner *et al*., 2001).

A medida de *mean shortest path length*, é uma medida de caráter global e representa a média do caminho mais curto possível entre um vértice de um grafo e todos os outros vértices. Os valores de *mean shortest path length* estão relacionados com a ideia de acessibilidade visual, isto é, quanto menor o custo de passagem de um espaço para o outro maior será a acessibilidade visual. Assim, é possível perceber quais os espaços que podem ter mais movimento num determinado sistema (Turner *et al*., 2001).

Em alguns casos, a técnica de VGA apresenta-se como uma representação mais viável do que os mapas axiais ou de segmentos, uma vez que quando utilizados, os mapas de VGA geralmente apresentam melhor correlação com os movimentos reais observados. No entanto, este método é mais suscetível ao efeito limite, do que os mapas de segmentos. Desse modo, é mais utilizado em espaços fechados, como no caso de estudo da *Tate Gallery*, em Londres, onde permitiu obter uma correlação entre a conectividade e a visibilidade das galerias do museu.

As análises de espaços públicos a partir do método VGA, permitiram estudar questões de permeabilidade do espaço e perceber as relações visuais dentro do espaço. Assim, estes métodos permitem perceber as relações entre as várias isovistas de um espaço público, de modo a determinar o potencial de utilização do espaço e o potencial de interação das pessoas. Segundo alguns autores, as técnicas de isovistas e de VGA, podem, por exemplo, ser encaradas como métodos de análise da distribuição de peões estacionários num determinado espaço público.

Sintaxe espacial 3D

A evolução da sintaxe espacial nos últimos anos tem sido acompanhada por uma crescente evolução das capacidades analíticas dos seus algoritmos, através de sistemas computacionais. Contudo, nos últimos tempos verificou-se a necessidade de uma ferramenta complementar de análise quantitativa que dê resposta a problemas de altimetria. A investigação de Viana (2015), sobre a cidade de Maputo, através dos métodos bidimensionais da sintaxe espacial, não conseguia dar resposta ao problema da altimetria na cidade de Maputo. Nesse sentido, tem havido uma pesquisa por parte de uma equipa de investigadores portugueses, sobre as questões relacionam sobre o impacto da altimetria nas análises sintáticas (Morais *et al.,* 2017).

Como foi referido, uma das críticas da sintaxe espacial era o facto de a análise das configurações dos espaços urbanos não terem em conta a tridimensionalidade do espaço, tanto da topografia, como da altura dos edifícios. Embora, o consenso seja que a altimetria não deve ter impacto na análise sintática, pois o foco da sintaxe espacial é perceber o impacto da configuração do espaço no movimento, existe o argumento de que algumas altimetrias, nomeadamente altura dos edifícios, têm impacto no movimento pedonal na medida em que podem funcionar como atractores (Ratti, 2004; Morais *et al.,* 2017)

Neste sentido desenvolveu-se uma nova ferramenta digital – *DepthSpace3D* – que adiciona uma interface tridimensional para as análises de configurações (Morais *et al.*, 2017). Este software apresenta-se como uma solução que pode ser utilizada em paralelo com a *space syntax*, no estudo da forma urbana.

A sintaxe espacial 3D divide o espaço em três categorias: espaço observado, espaço observável, espaço de obstáculo. A principal diferença, entre a sintaxe espacial bidimensional e tridimensional, assenta no facto de o espaço observado e observável ser o mesmo na primeira, enquanto que na última, é tido em consideração que o espaço observável pode ser intercetado por altimetrias, que o torna não observado. Além disso, este método, permite ter em conta as superfícies observáveis, assim como as opacidades e transparências das mesmas (Morais *et al.*, 2017).

Apesar de ainda estar numa fase de experimentação e testagem, este método foi aplicado num caso de estudo na Casa da Música, no Porto, onde foi analisada a relação visual do equipamento cultural com a sua envolvente (Morais *et al.*, 2017).

CASOS DE ESTUDO – APLICAÇÕES DA METODOLOGIA

Entre 1980 e 1990, enquanto a sintaxe espacial via a sua teoria desenvolver-se na *University College London* (UCL), começou a desencadear-se o interesse por este tipo de abordagem nos projetos de intervenção em espaços urbanos. Os projetos iniciais de intervenção nos espaços urbanos, suportados pela *Space Syntax Laboratory*, começaram a demonstrar o potencial da teoria e a sua aplicabilidade nas intervenções urbanas. Uma das vantagens da abordagem da sintaxe espacial é tornar as decisões de projeto fundamentadas, por meio das análises quantitativas, permitindo defender os projetos de um modo mais objetivo e menos arbitrário. A metodologia da sintaxe espacial tem sido utilizada de forma extensiva, tanto em projetos de intervenções urbanas, como em edificações, em grande parte devido à capacidade de uma análise a várias escalas e com capacidade de comunicação com várias disciplinas – interdisciplinidade e capacidade de multi-escala.

Ao longo dos últimos anos vários projetos contaram com o auxílio da sintaxe espacial, através da *Space Syntax Laboratory* da UCL. Esses projetos vão desde da pequena escala, como intervenções em espaços urbanos, até a planeamento urbano ou planos estratégicos regionais. Não sendo possível descrever a totalidade desses projetos, foram selecionados dois projetos de intervenções urbanas, pela sua importância dentro da *space syntax* e da aproximação com o tema em estudo nesta dissertação.

Trafalgar Square, Londres

A *Trafalgar Square* situa-se no distrito de Westminster, na cidade de Londres, a Norte do *Palace of Westminster*. A reabilitação da praça fez parte de uma série de intervenções em espaços públicos em Londres e decorreu entre 1998 e 2000. Trata-se de um caso de estudo importante da aplicação de sintaxe espacial num projeto de reabilitação urbana, uma vez que teve grande destaque pelos resultados obtidos que estiveram em sintonia com os objetivos pretendidos e previstos pelas análises da sintaxe espacial.

A praça é conectada por artérias importantes da cidade como *The Mall, The Strand, Whitehall* e *Northumberland Avenue*. Adjacente à praça encontram-se dois pontos importantes: a *King Charles Island*, uma praceta na contiguidade da praça e num ponto central das ruas que ladeiam a praça a Sul; a *National Gallery*, um museu de arte, a Norte da *Trafalgar Square*. O projeto baseou-se na análise da *Trafalgar Square* por parte equipa da *Space Syntax Laboratory* em parceria com os arquitetos Foster and Partners.

A principal problemática da praça assentava no facto de estar rodeada por uma grande densidade de tráfego automóvel, o que levava as pessoas a não se deslocarem para o seu interior, tornando o espaço da praça não integrado na área envolvente.

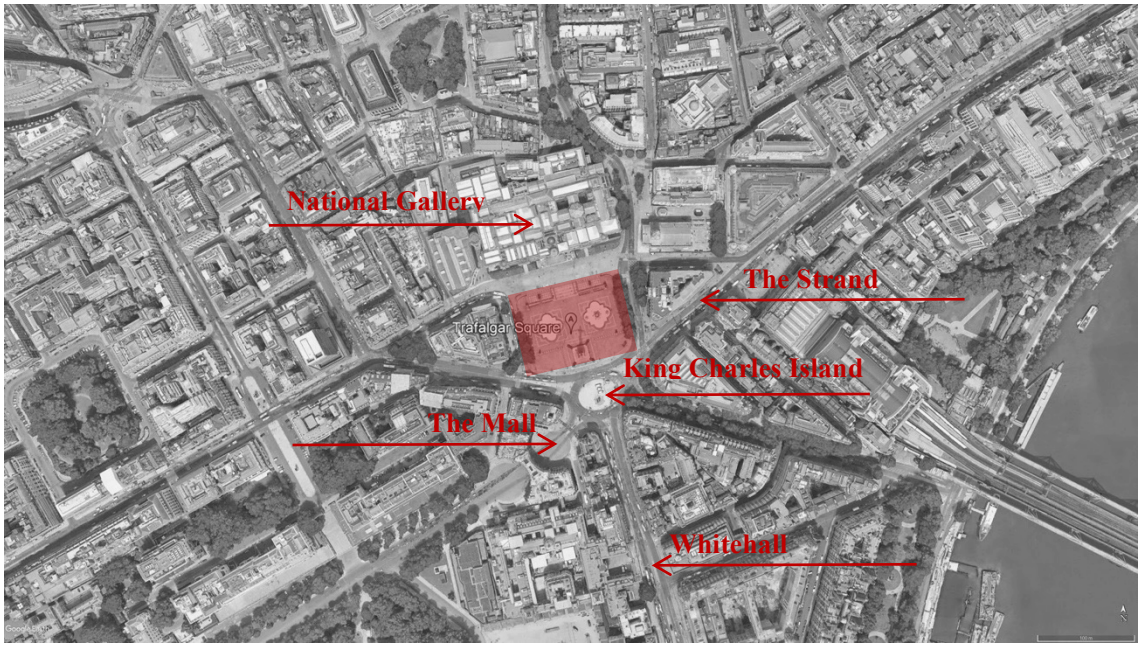


Figura 5 *– Localização da Trafalgar Square com as principais ruas. Google Earth*



Figura 6 *– Trafalgar Square, pré-intervenção. Fonte desconhecida*

O método da sintaxe espacial, na *Trafalgar Square*, baseou-se em quatro pontos base, na seguinte ordem: observação do estado da praça, entendimento e análise, realização de propostas com base nas análises e realização do projeto final.

As observações efetuadas comprovaram que o maior problema da *Trafalgar Square*, assentava no facto de existir pouco movimento no seu espaço interior, devido ao modo como respondia aos fluxos pedonais da zona.

Segundo Hillier *et al*., (1998), o principal objetivo da intervenção na *Trafalgar Square* baseava-se no aumento da acessibilidade e inteligibilidade, para residentes e turistas.

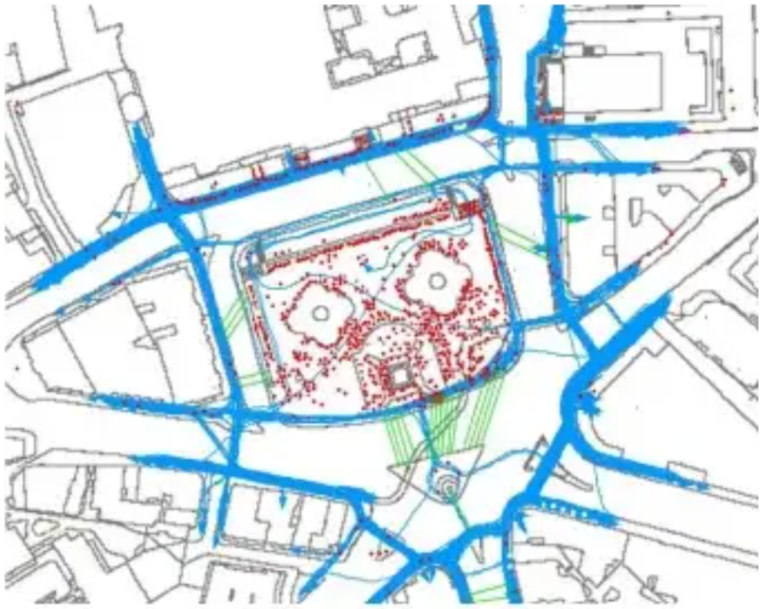


***Figura 7** – Movimento pedonal na Trafalgar Square, antes da intervenção. Pontos vermelhos: peões estacionários; linhas azuis: movimentos pedonais. Fonte: Space Syntax*

As observações *in loco,* por parte da equipa da *Space Syntax Laboratory,* focaram-se nos movimentos dentro e fora da praça, em diferentes localizações do espaço público, assim como em diferentes horas e épocas do ano. Na Figura 7 estão representadas as observações, que demonstram que as pessoas tendencialmente se deslocavam ao longo do perímetro da praça deixando o seu interior para os movimentos mais estacionários. As observações também permitiram perceber que os peões estacionários, que ocupavam o interior da praça, representavam os visitantes da *National Gallery*, não existindo uma grande ocupação desse espaço pelos londrinos. Em contrapartida, as linhas a azul da Figura 7, que representam os movimentos mais quotidianos dos residentes de Londres, comprovam que estes se deslocavam à volta da praça, evitando o seu interior. Em cerca de 300 movimentos observados, apenas dois londrinos atravessaram o interior da praça, como demonstrado na Figura 7. Esta dicotomia dos movimentos observados na *Trafalgar Square*, estava relacionada com a configuração do espaço, uma vez que as pessoas seguiam os trajetos mais acessíveis como indicado na Figura 8 (Hillier *et al*., 1998).

O mapa axial mostra que os percursos em volta da praça estavam melhor conectados e por isso existia mais movimento nesses trajetos. Rapidamente se percebeu

que o sistema de passadeiras existente promovia, nos movimentos provenientes da zona Sul da praça, um deslocamento periférico seguindo os eixos das passadeiras. Na Figura 8, percebe-se que para os peões oriundos das ruas *The Mall, The Strand, Whitehall* e *Northumberland Avenue* não existiam ligações diretas para o centro da *Trafalgar Square*. Em contrapartida, para os visitantes do *National Gallery*, o acesso ao interior da *Trafalgar Square* era mais frequente, mesmo tendo em conta que a rua em frente ao museu tinha um elevado tráfego automóvel e que o acesso ao interior da *Trafalgar* era feito exclusivamente pelas duas escadas localizadas nos cantos Noroeste e Nordeste (Figura 6).

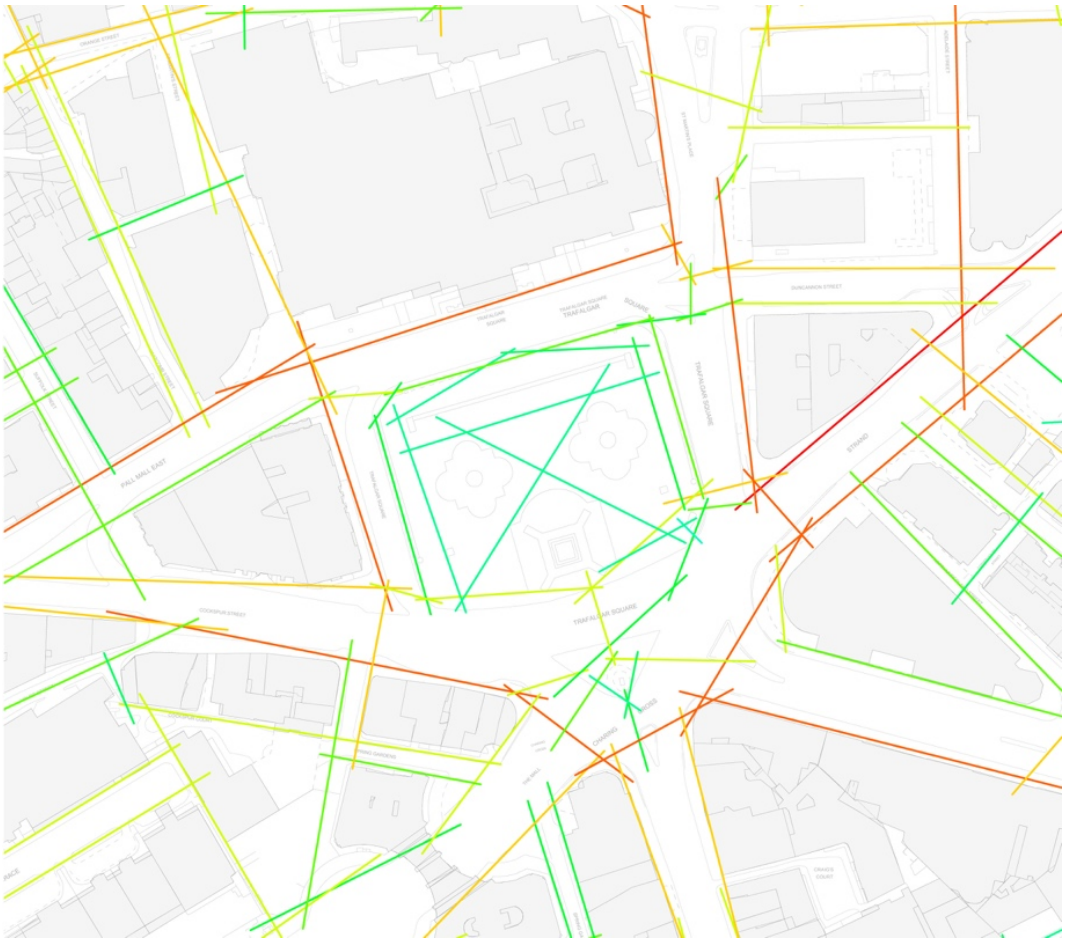


Figura 8 *– Mapa axial dos valores de acessibilidade da Trafalgar Square, antes da intervenção. Fonte: Space Syntax*



Figura 9 *– Isovist a partir do centro da Trafalgar Square. Hililer et al., 1998.*



Figura 10 *– Isovist a partir do centro da King Charles Island. Hililer et al., 1998.*

Após a observação do estado da *Trafalgar Square*, seguiu-se o entendimento das observações e análise de dados. Foram analisados os mapas da área de estudo, que comprovaram os problemas levantados pelas observações e permitiram desenvolver um entendimento mais amplificado e consertado da praça.

A análise dos mapas de isovistas (Figura 9 e Figura **10**) mostra que os campos visuais[10] de *King Charles Island* se expandem em várias direções até ao limite do sistema. Isto demonstra que a *King Charles Island* tem um valor estratégico na configuração que deve ser tido em conta. Em contrapartida, o mapa isovista da *Trafalgar Square* mostra que esta representa um ambiente mais fechado no sistema urbano. Assim, estas análises levantam questões sobre o modo como *Trafalgar* se insere na estrutura da cidade, pois o modo como os espaços públicos se relacionam com a globalidade da configuração é importante para o entendimento do seu papel local e global no sistema urbano (Hillier, 2007; Hillier *et al*., 1998).

A análise permitiu concluir que *Trafalgar* estava mal conectada com a sua envolvente próxima. Além disso, o tráfego automóvel representava um problema, ao impedir o acesso ao interior da praça por parte dos peões. Como tal, a solução passou por intervenções pontuais e concisas, capazes de minimizar os efeitos dos problemas identificados e de transformar o espaço público com o mínimo de intervenção necessária.

[10] Em inglês *visual fields.*

Deste modo, o primeiro objetivo foi a criação de trajetos simples e diretos capazes de responderem à necessidade do movimento interno da praça e aumentar a acessibilidade na zona Norte da praça, assim como criar duas linhas axiais bem integradas na zona Sul de *Trafalgar*. Outro objetivo, foi o aumento da inteligibilidade da praça, através da incorporação da *King Charles Island*, tendo como propósito o aumento da relação da *Trafalgar* com a globalidade da configuração. Como foi referido anteriormente, um aumento dos valores de conectividade da praça em conjunto com um aumento da sua integração global permite tornar *Trafalgar Square* num espaço mais inteligível (Hillier *et al*., 1998).

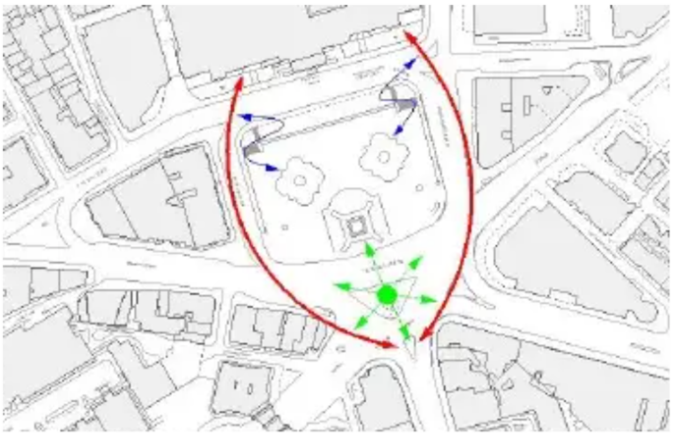


Figura 11 *– Esquema da problemática da praça. Fonte: Stonor (2013)*

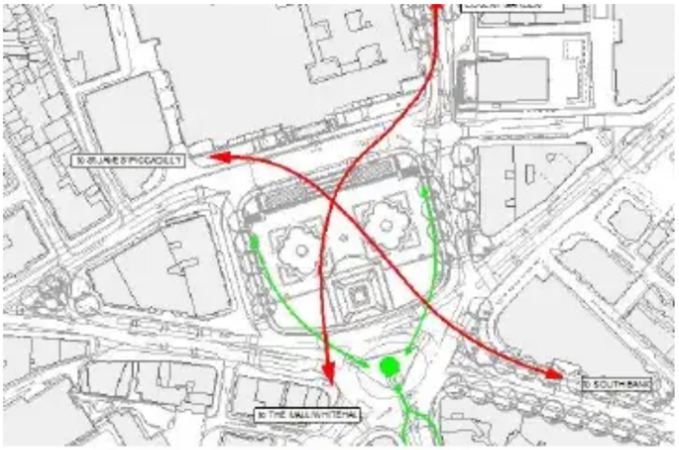


Figura 12 *– Esquema da estratégia da proposta. Fonte: Stonor (2013)*

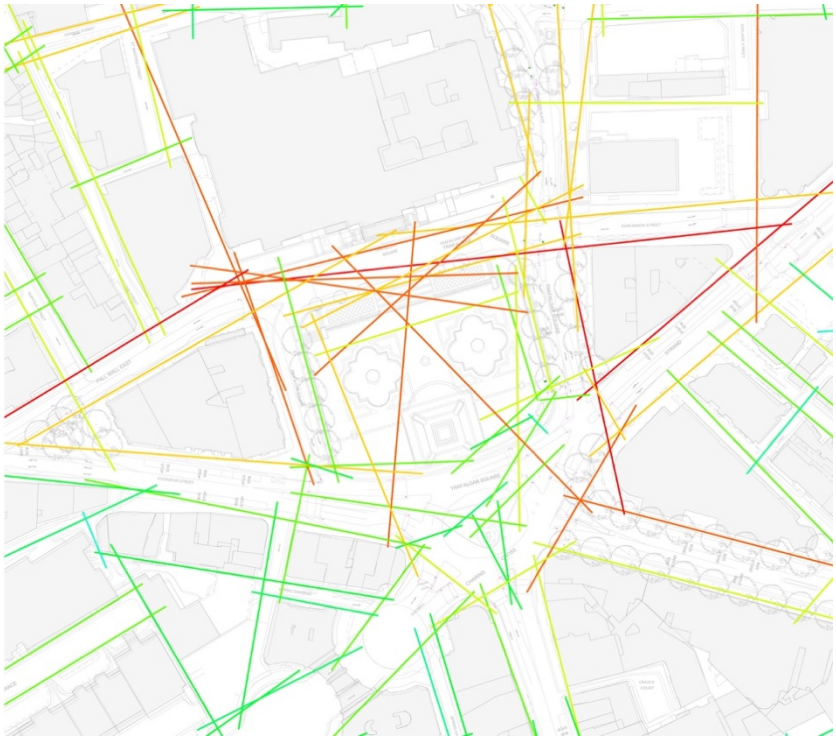


Figura 13 *- Mapa axial dos valores de acessibilidade da Trafalgar Square, depois da intervenção. Fonte: Space Syntax*



Figura 14 *- Movimento pedonal na Trafalgar Square, depois da intervenção. Pontos vermelhos: peões estacionários; linhas azuis: movimentos pedonais. Fonte: Space Syntax*

A solução de projeto, coordenado pelos arquitetos Forster and Parterns, passou pela incorporação das conclusões da sintaxe espacial. Assim, de forma concisa as decisões foram:

- Transformação da rua em frente à *National Gallery* numa rua exclusivamente pedonal;
- Extensão da praça para Sul, com um redesenho da *King Charles Island* e com a incorporação de novas passadeiras para a *Northumberland Avenue* e *Whitehall*, o que permite aliviar o congestionamento existente na zona sudeste da praça;
- Conservação das escadas nos topos Noroeste e Nordeste da praça de forma a permitir os movimentos diagonais;
- Conversão da rua Este da praça numa rua de único sentido e manter a rua Oeste da praça numa rua de dois sentidos;
- Criação de quatro passadeiras nos quatro cantos da *Trafalgar Square* de modo a canalizar os movimentos para o interior da praça;
- Criação de novas escadas de modo a conectarem a entrada da *National Gallery* com o interior de *Trafalgar*.

Ao observar o mapa axial da Figura 13, percebe-se o impacto das alterações no interior da praça. A criação das escadas na parte Norte da praça, permite traçar duas linhas axiais, bem integradas, que fazem a ligação entre Sul e Norte. Acompanhando o eixo dessas duas linhas axiais, estão as novas passadeiras, que permitem aos peões acederem ao interior da praça de forma mais natural. Repara-se que as linhas axiais em volta da praça mantêm valores de acessibilidade elevados, apenas se alterou o paradigma do interior de *Trafalgar.* Além disso, o mapa revela que a área em frente à *National Gallery* alterou substancialmente os valores de acessibilidade.

Através das observações, demonstradas na Figura 14, é possível verificar que de facto ocorreu um aumento dos valores de integração da *Trafalgar Square*. O redesenho da *King Charles Island* e a sua ligação com a *Trafalgar Square*, através de um sistema de passadeiras melhorado, permitem aos peões acederem ao interior da praça de forma mais simples e direta. Além disso, a ampliação da *Trafalgar Square* para Norte, incorporando a área em frente ao *National Gallery* e a implementação das escadas centrais permitiu acentuar a relação da *Trafalgar Square* com o *National Gallery* e criar um acesso mais direto para os peões oriundos no museu.

Cada uma das decisões de projeto baseou-se nas várias análises feitas com a sintaxe espacial. O resultado destas abordagens, afirma-se num projeto com alterações pontuais e concisas, sem recorrer a alterações profundas no quadro geral da praça. O resultado final analisado pela sintaxe espacial indica que ocorre um aumento substancial nos níveis de acessibilidade do espaço interno da praça. Em particular, a criação de novos percursos diagonais, dá novo uso às escadas localizadas nos pontos Nordeste e Noroeste e trazem um aumento no fluxo interno da praça. As alterações ao sistema de tráfego automóvel e o redenho do sistema de passadeiras suavizaram permeabilizaram o interior da praça para os movimentos pedonais. A escada central desempenha um papel importante no novo espaço público, no modo como conduz o movimento, já existente, do

National Gallery, para o interior da *Trafalgar Square*, mas também no modo como agrega todo o novo espaço da praça.

O sucesso da aplicação da sintaxe espacial, em projetos de intervenção urbana, ficou evidenciado no projeto de intervenção da *Trafalgar Square*, uma vez que demonstrou a importância de uma análise quantitativa na identificação da problemática do espaço, o que permitiu conceber uma solução eficaz, objetiva e não arbitrária para o espaço público.



Figura 15 *– Trafalar Square antes do projeto de intervenção. Fonte: Space Syntax*



Figura 16 *– Trafalgar Square depois do projeto de intervenção. Fonte: Space Syntax*

Old Market Square, Nottingham

A cidade de Nottingham situa-se a Nordeste de Birmingham, no Reino Unido. É uma cidade medieval com quase oitocentos anos de história. A *Old Market Square* era o espaço principal da cidade na época medieval, um espaço público central de grandes dimensões que servia de local de mercado na Idade Média. No período imediatamente anterior à intervenção, a praça deixara de desempenhar a função de espaço público principal, agregador da cidade, não tirando partido da sua localização e forma na cidade.

Naturalmente, como em outras cidades europeias, os espaços comerciais de Nottingham retiraram-se dos mercados nos espaços públicos e localizaram-se em zonas comerciais próprias ou em zonas periféricas do núcleo histórico. No entanto, a localização da *Old Market Square* na cidade continua a estar intimamente relacionada com espaços formados por zonas comerciais, culturais e históricas. Estes espaços localizam-se na proximidade do espaço público e atuam como vértices de atração, exercendo influência nos movimentos da *Old Market Square*, nomeadamente na criação de movimentos diagonais na praça (Cheshmehzangi, 2011; Karimi, 2012).

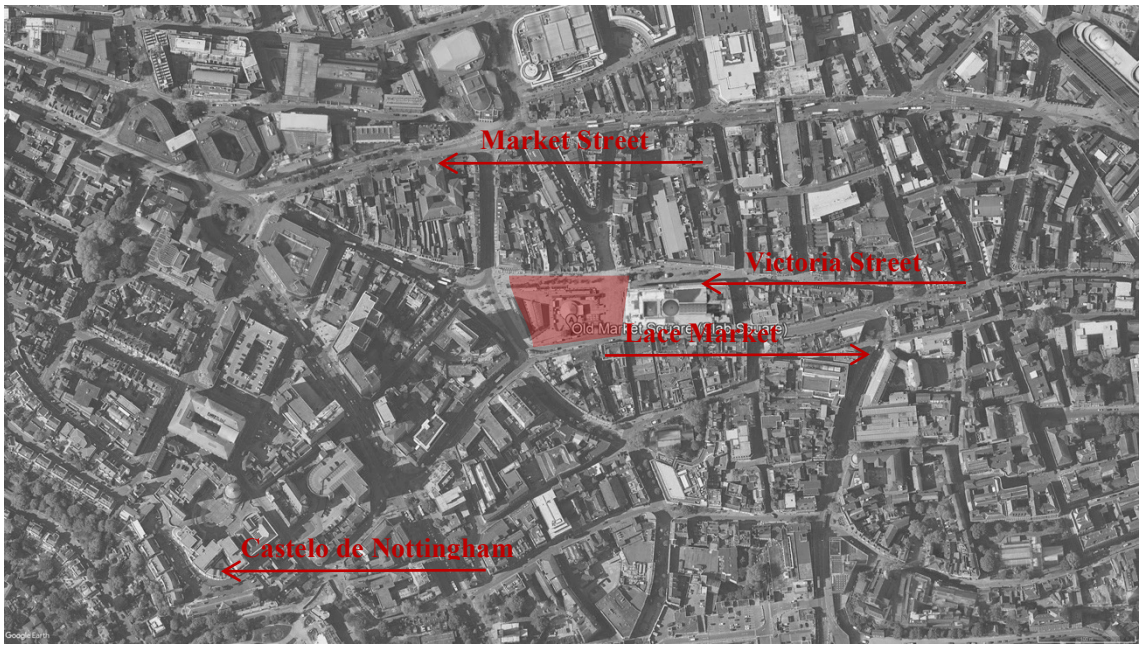


Figura 17 *– Localização da Old Market Square com os principais elementos atratores. Google Earth*



Figura 18 *– Old Market Square, pré-intervenção. Autor: Tony Waltham*

Tal como na intervenção da *Trafalgar Square*, a metodologia da sintaxe espacial foi aplicada de modo a estabelecer uma compreensão do espaço público, do ponto de vista funcional e do modo como este se relacionava com a envolvente. As observações feitas no local, permitiram perceber os problemas de uma intervenção urbana da década de 1950. Assim como em *Trafalgar Square*, o interior da praça estava segregado com o espaço envolvente, mas no caso da *Old Market Square* era motivada pela organização do espaço interior da praça. A geometria imposta, pelo desenho da década de 50, criava quatro espaços delimitados por dois eixos (Nortes-Sul), divididos por plataformas com várias altimetrias, que por sua vez obrigavam à existência de escadas de acesso a essas plataformas. Como resultado, e evidenciado na Figura 19, uma parte significativa dos movimentos evitavam o interior da praça. Havia uma clara preferência, por parte das pessoas, para se movimentarem em volta da praça, como evidenciado na Figura 20. Além disso, a segregação do espaço interior da *Old Market Square*, fazia com que as pessoas não interrompessem os seus movimentos para usufruírem do espaço público, existindo pouca ocupação estacionária por parte dos peões (Cheshmehzangi, 2011; Karimi, 2012)

Traduzindo em números, com as análises produzidas através da sintaxe espacial, foi possível concluir que 78% do volume de pessoas que se movimentavam no espaço, não percorria o centro da Old Market Square e nos casos de movimentos diagonais da

configuração, apenas cerca de 30% desses movimentos passavam pelo interior da praça (Fonte: Space Syntax).

Os resultados das análises da sintaxe espacial, foram consistentes com as observações feitas no local, confirmando tanto a segregação do espaço público, como os movimentos em volta da praça. O projeto de reabilitação da praça centrou-se no objetivo de aumentar o fluxo de pessoas no espaço interior da praça. Para tal, os vértices da praça foram conectados por dois percursos acessíveis, aumentando assim o movimento interno. A posição destas rotas entra em convergência com a estrutura natural do lugar – a centralidade da praça em relação aos quatro vértices da sua envolvente (Karimi, 2012).



Figura 19 *- Mapa dos movimentos pedonais com foco nos movimentos diagonais. Azul: movimentos diagonais que atravessavam o interior da praça. Vermelho: movimentos diagonais que não atravessavam o interior da praça. Fonte: Space Syntax*

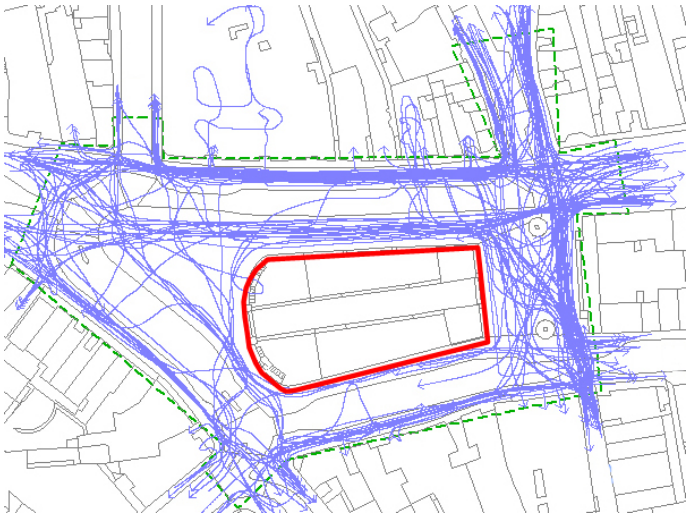


Figura 20 *- Mapa dos movimentos pedonais, mostrando maior uso do espaço em volta da praça. Azul: movimentos observados. Vermelho: área segregada. Fonte: Space Syntax*

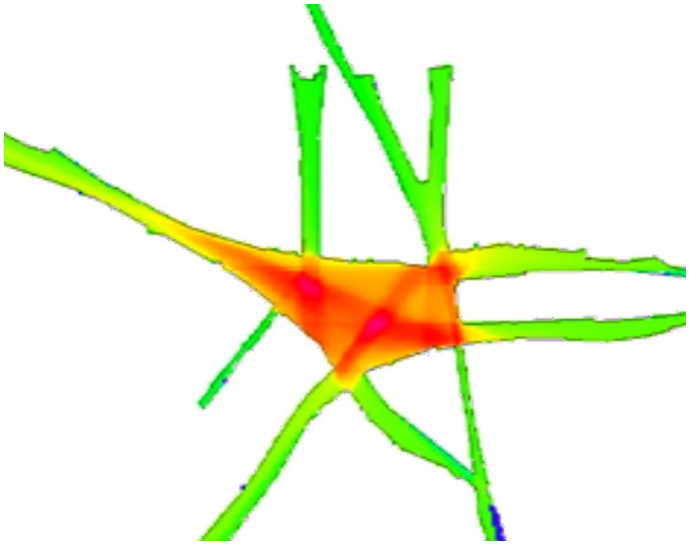


Figura 21 *– Visability Graph Analsyis (VGA) indicando os níveis de acessibilidade. Vermelho: mais acessível; Verde: menos acessível. Fonte: Space Syntax*



Figura 22 *– Mapa axial com valores de acessibilidade. Interior da praça com valores de conectividade menores do que a envolvente. Fonte: Karimi (2012).*

Na análise da sintaxe espacial, ficou evidente que a criação de movimentos diagonais na *Old Market Square*, era essencial para responder aos movimentos naturais impostos pela configuração, como demonstrado na Figura 21. A transformação da praça com vista em dar resposta a esses movimentos, permitiria aumentar a integração do interior da mesma, o que aumentaria o dinamismo do seu interior e, por consequente, um aumento no número de atividades estacionárias (comerciais ou lúdicas), libertando o espaço de perímetro da mesma e aumentando a relevância da praça na cidade.

No projeto de reabilitação da praça, da autoria dos arquitetos Gustafson Porter Landscape Architects, foi incorporado um desenho em sintonia com a topografia do local,

criando um espaço uniformizado, conseguindo revitalizar o conceito de espaço público com função agregadora. A análise de intervisibilidade, a partir do método de *Visual Graph Analysis* (Figura 21), desempenhou um papel importante na otimização dos movimentos diagonais da praça, pois permitiu perceber quais os espaços que tinham maior potencial de passagem. Assim, o mapa de VGA identificou os percursos com maior potencial de passagem e funcionou como fundamento para uma das execuções do projeto da praça: a criação de percursos diagonais no interior do espaço da praça. (Karimi, 2012).

Trata-se de uma intervenção contemporânea, que permitiu um maior dinamismo no espaço público, divergindo da situação pré-existente, com um rigor geométrico e simetria, criando um espaço assimétrico e homogéneo que funciona como elemento agregador na cidade. As escadas e plataformas foram eliminadas em proveito de um espaço público mais contínuo e integrado na envolvente, o que aumentou substancialmente os valores de integração do interior da praça e, por consequente, a sua atração, tanto para movimentos quotidianos, como para atividades estacionárias.

A reabilitação da *Old Market Square*, libertou o espaço público tornando-o mais flexível e dinâmico. A praça passou a ser capaz de albergar várias atividades comerciais, lúdicas e culturais, trazendo de volta o sentido de espaço público central e agregador da cidade, onde os diversos movimentos se cruzavam. A centralidade da *Old Market Square* em relação a estes espaços cria, de forma natural, um movimento pedonal praticamente constante sobre o espaço da praça. Assim, a solução final do projeto, obtida através de uma série de otimizações do desenho urbano, esteve sempre em sintonia com as análises da sintaxe espacial (Hillier, 2007).



Figura 23 *– Old Market Square pré-intervenção*



Figura 24 *–Old Market Square atualmente. Autor: Dom Henry*

CAPÍTULO III – PORTO

Este capítulo consiste na análise da estrutura urbana da cidade do Porto, através da sintaxe espacial. Embora o objetivo deste trabalho seja uma compreensão da área das Fontaínhas e Largo Actor Dias, considera-se essencial fazer uma análise global da cidade do Porto, uma vez se julga que qualquer tentativa de intervenção local deve ser sustentada pelo conhecimento da estrutura existente, do modo como interage com as estruturas adjacentes e o papel que desempenha na globalidade.

A sintaxe espacial permite descrever a forma urbana de um modo quantificável e questionar a funcionalidade dos espaços numa cidade. Assim, através do estudo da configuração da cidade do Porto é possível detetar as variações de centralidade, perceber quais são as zonas mais integradas e as zonas mais segregadas da cidade, e ao mesmo tempo perceber quais os locais com maior potencial de movimento (Heitor e Silva, 2015; Pinho e Oliveira, 2009).

No estudo de Serra e Pinho (2013), sobre a centralidade da Área Metropolitana do Porto foi possível detetar as estruturas centrais dos espaços em vários níveis, desde as estruturas ao nível de bairro (micro), até ao nível regional (macro).

Esta análise centra-se na cidade do Porto e tem como objetivo uma leitura global da cidade, tendo em conta os valores de integração (*closeness*) e escolha (*betweenness*), de modo a perceber quais as zonas segregadas e os locais com maior probabilidade de passagem.

Os mapas que se seguem, apresentam uma coloração típica da sintaxe espacial, que varia entre o azul (valores baixos) e o vermelho (valores elevados). A cada elemento do mapa é atribuído uma cor dependendo do seu valor sintático. A representação utilizada neste trabalho é sob a forma de mapas de segmentos, por serem considerados a melhor forma de representação do espaço urbano; contudo, em algumas situações foram utilizados mapas axiais.

Os raios métricos de análise dos mapas de segmentos são 400, 1200, 2100, 3000, 3800 e 6000m, com base no estudo da Área Metropolitana do Porto por Serra e Pinho (2013). O mapa axial utilizado é da autoria de Vítor Oliveira, publicado em Pinho e Oliveira (2009), e contém 4290 linhas axiais. A análise deste estudo provém de mapas de segmentos, previamente convertidos a partir do mapa axial da cidade do Porto, relativo ao ano de 2005.

Análise sintática da cidade do Porto

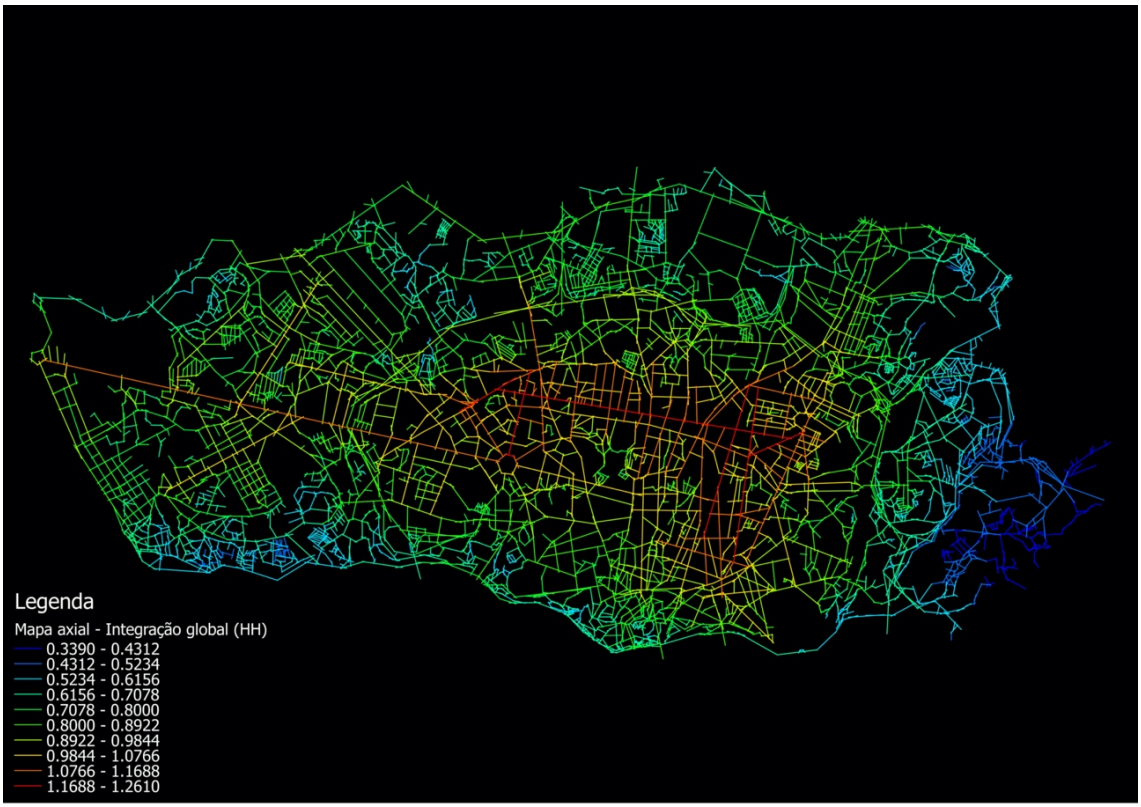


Figura 25 *– Mapa axial da cidade do Porto, 2005. Integração raio global (HH)*

O mapa axial da cidade do Porto contém 4290 linhas axiais, menos 3,4% da média das cidades do Reino Unido (4040). A média dos valores de conectividade é de 3, o que representa um decréscimo de 19.3% da média das cidades do Reino Unido (3.713). A média dos valores de integração global é 0.734, mais 1,9% da média das cidades do Reino Unido (0.720). A média dos valores de integração local é de 1,709, menos 20,4% da média das cidades do Reino Unido (2.148). A inteligibilidade, correlação entre integração global e conectividade, é de 0.076, menos 67.4% da média das cidades do Reino Unido. A sinergia, correlação entre integração global e local é de 0.322 (Pinho e Oliveira, 2009; Hillier, 2002).

Segundo Pinho e Oliveira (2009), existe uma maior aproximação dos valores sintáticos da cidade do Porto com os valores das cidades britânicas do que da média das cidades europeias.

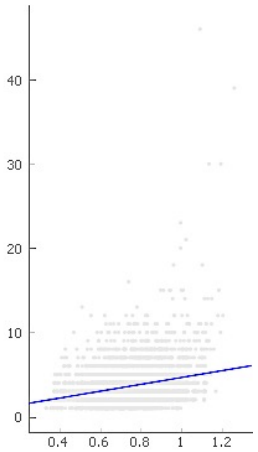


Figura 27 *– Correlação entre integração global e conectividade, inteligibilidade. R2=0.076*

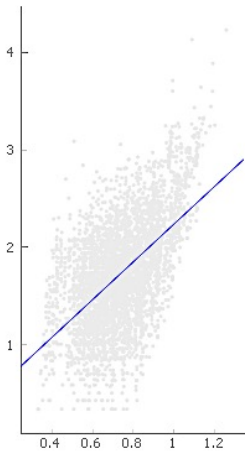


Figura 26 *– Correlação entre integração global e local, sinergia. R2=0.322*

Tabela 1 *– Valores de Integração Global e Local das três ruas mais integradas da cidade do Porto*

	Integração Global (HH)	Integração Local (HHR3)
Rua da Constituição	1,260	4,221
Avenida da Boavista	1,093	4,123
Avenida de Fernão Magalhães	1,137	3,635
Porto	0,339-1,260 0,734	0,333-4,22 1,709

O mapa axial da cidade do Porto (Figura 25), evidencia a área central da configuração como o centro da cidade, ou seja, a zona mais integrada da cidade. A Avenida da Boavista apresenta o maior valor de conectividade (46), seguida da Rua da Constituição (39) e pela Avenida de Fernão Magalhães (30). A Rua da Constituição apresenta o maior valor de integração global e local. Isto significa que a Rua da Constituição é o maior integrador global da cidade do Porto, ao mesmo tempo que é o maior integrador local da sua contiguidade (Hillier, 2007).

A integração evidencia os espaços principais da cidade, isto é, os espaços centrais funcionais, e como é possível verificar, o núcleo central está localizado a Norte do núcleo histórico, numa estrutura pouco densa. Salienta-se o papel importante da Rua da Alegria, da Rua Santos Pousada e da Rua de Santa Catarina no estabelecimento da ligação do centro integrado da cidade com a zona Sul da cidade.

A zona oriental da cidade do Porto, correspondente à zona de Campanhã, apresenta-se altamente segregada do resto da cidade, mantendo um carácter periférico. Repara-se também nos níveis de segregação da zona da Foz, que de forma semelhante à cidade de Lisboa, podem ser explicados, em parte, pelo facto do sistema 'curvar' para acompanhar a margem do rio, o que automaticamente origina maior distância topológica (mapa axial), logo maior segregação nesta zona da configuração (Heitor e Silva, 2015).

O gráfico relativo à sinergia permite perceber que existe uma linearidade entre os valores de integração global e local, no entanto a inclinação pouco acentuada da linha de regressão significa que as linhas axiais mais bem integradas na cidade estão mais integradas globalmente do que localmente. Nesta linha de raciocínio, o 'todo' que compõe a cidade do Porto é tão ou mais importante que as suas 'partes' (Hillier, 2007).

Dando seguimento à análise da cidade do Porto, prossegue-se a análise dos mapas de segmentos. Como foi referido, um mapa axial pode ser convertido num mapa de segmentos, ao quebrar a linha axial em segmentos que permitem fazer uma análise baseada no custo angular de cada interseção dos segmentos. Os mapas de segmentos possibilitam análises baseadas em raios métricos, mais viáveis do que os raios topológicos pois permitem avaliar a centralidade do espaço de forma contínua e livre sem se restringir às unidades topológicas dos mapas axiais. Assim sendo, o mapa de segmentos da cidade do Porto permite analisar a configuração num vasto leque de raios métricos.

A utilização da análise de segmentos angular (ASA), permite centrar a análise sobre estruturas não globais da cidade. Deste modo, foram selecionados os raios métricos e convertidos em tempos de percurso a pé para uma melhor compreensão (Heitor e Silva, 2015).

Tabela 2 *– Correspondência dos valores de tempo relativos à distância percorrida, velocidade média de 5km/h.. Baseado em Heitor e Silva, 2015.*

Metros	Minutos
400	5
1200	15
2100	25
3000	35
3800	45
6000	72

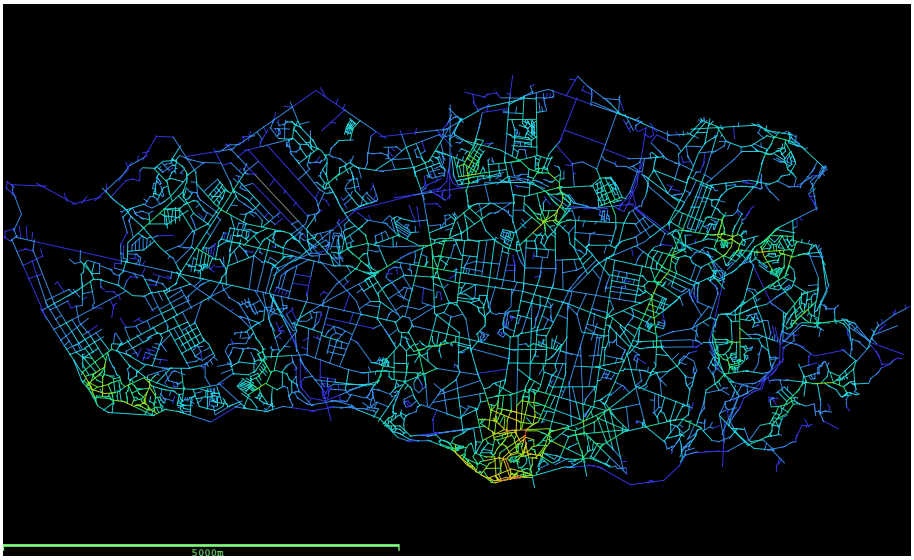


Figura 28 *– Mapa de segmentos. Integração raio 400m/5min*



Figura 29 *– Mapa de segmentos. Escolha raio 400m/5min*

Na análise de raio 400m da cidade do Porto, os segmentos com um nível de integração significativo pertencem às zonas da Sé e da Foz. Neste raio, os segmentos com menor dimensão, sobressaem em relação a segmentos com maior comprimento, demarcando assim as zonas com maior conectividade. Deste modo, a zona mais integrada é o núcleo da Sé, por se tratar da zona mais antiga da cidade onde o tamanho do quarteirão é mais reduzido.

O mesmo acontece na análise do nível de escolha dos segmentos com raio de 400m (Figura 29), onde os maiores níveis de escolha se encontram no núcleo antigo da Sé, precisamente por serem segmentos com menor dimensão. Destacam-se alguns segmentos na zona da Foz e pequenos núcleos dispersos na configuração que representam as ruas com maior potencial de passagem.

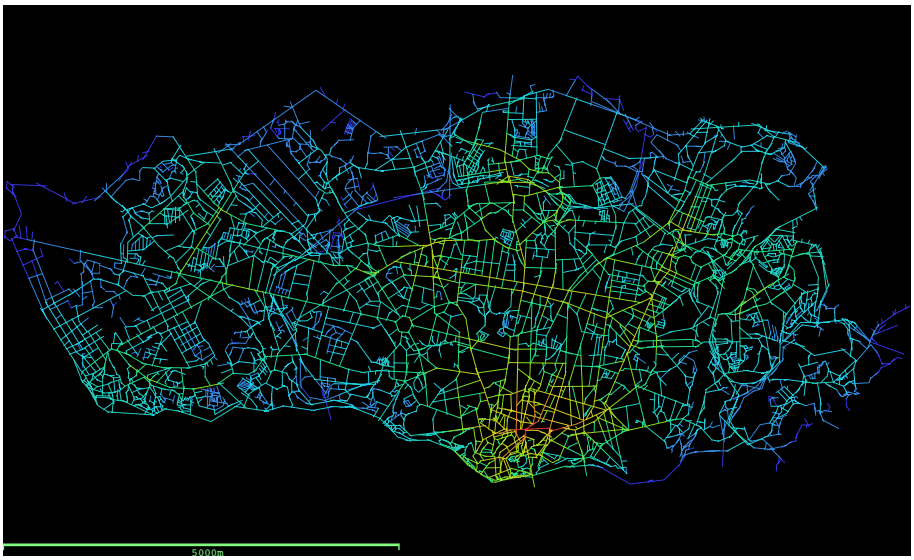


Figura 30 *– Mapa de segmentos. Integração raio 1200m/15min*



Figura 31 *– Mapa de segmentos. Escolha raio 1200m/15min*

O mapa da Figura 30 representa os valores de integração com raio de 1200m/15min. Nesta escala a zona da Foz perde relevância, a estrutura emergente centraliza-se na configuração, ao mesmo tempo que se desloca para Norte da cidade. Os segmentos da Rua da Constituição e a Avenida Fernão Magalhães ganham relevância. A Rua de 31 de Janeiro e a Praça Almeida Garrett ganham o maior nível de integração, demonstrando a articulação do núcleo com a zona Norte através dos Aliados e da Rua de Sá da Bandeira. O núcleo da Sé mantém a sua relevância, apesar de se notar uma maior importância nas vias canalizadoras para Norte.

Os valores de escolha (Figura 31), acompanham a evolução dos níveis de integração. A Rua Mouzinho da Silveira e a Rua 31 de Janeiro representam as vias com maior potencial de passagem com raio 1200m/15min. Além disso, identifica-se um aumento de segmentos com maior potencial de passagem na configuração em relação à análise de raio 400m/5min.

De modo geral, nota-se a tendência da estrutura central da configuração em deslocar-se para Norte. No entanto, esta análise ainda evidencia a demarcação do núcleo histórico como área bem integrada e bem conectada com a cidade. Contudo, é necessário que a estrutura do núcleo histórico se mantenha integrada nas análises de escala maior para que este não perca ligação com o resto da cidade e mantenha um papel importante na configuração (Heitor e Silva, 2015).



Figura 32 *– Mapa de segmentos. Integração raio 2100m/25min*



Figura 33 *– Mapa de segmentos. Escolha raio 2100m/25min*

Na integração, a raio 2100m (Figura 32), a estrutura emergente situa-se aglomerada no centro da configuração, na zona do Marquês e na Rua da Constituição. A consequente deslocação da estrutura emergente para Norte, visível nas análises de raio inferior, tem o seu termo nesta análise, uma vez que a estrutura mais integrada se manterá nesta zona com o eixo da Rua da Constituição como elemento principal. De salientar que, o deslocamento da estrutura emergente do núcleo histórico para Norte, deu-se através da Rua Mouzinho da Silveira, Rua 31 de Janeiro, Rua de Santa Catarina, passando pela Rua

da Constituição e Avenida da Boavista, evidenciando as ruas principais da cidade, que do ponto de vista funcional, quer do ponto de vista histórico.

Existe uma articulação mais clara entre a zona dos Aliados e a zona do Marquês, assim como uma maior ligação a Oeste do que a Este, que aumenta os valores de centralidade na zona ocidental da cidade. Nesta escala, é possível reparar no modo como a Avenida da Boavista funciona como eixo integrador e aumenta substancialmente a integração da zona ocidental da cidade do Porto. Por outro lado, na zona oriental da cidade, a Avenida Fernão Magalhães representa um efeito "barreira" que se acentuará até à análise de integração de raio maior.

A segregação do núcleo histórico da cidade do Porto, é percetível no raio 2100m/25min. Assim, é possível perceber que na análise de raios maiores, embora ainda pedonal, o núcleo histórico perde nitidamente relevância e, consequentemente, perde ligação com o resto da cidade. Isto significa que esta zona da cidade não acompanhou o crescimento da cidade, tendo-se fechado em si mesma.

Contudo, na análise dos valores de escolha (Figura 33), o núcleo histórico mantém-se bem conectado com o resto da cidade, destacando-se as ruas Mouzinho da Silveira, 31 de Janeiro e a Rua dos Clérigos, com maior grau de acessibilidade. Ao mesmo tempo destaca-se um número maior de segmentos acessíveis do que na análise anterior, podendo-se concluir que ocorre uma homogeneização da hierarquia das vias acessíveis, em comparação com as análises anteriores.



Figura 34 *– Mapa de segmentos. Integração raio 3000m/35min*



Figura 35 *– Mapa de segmentos. Escolha 3000m/35min*

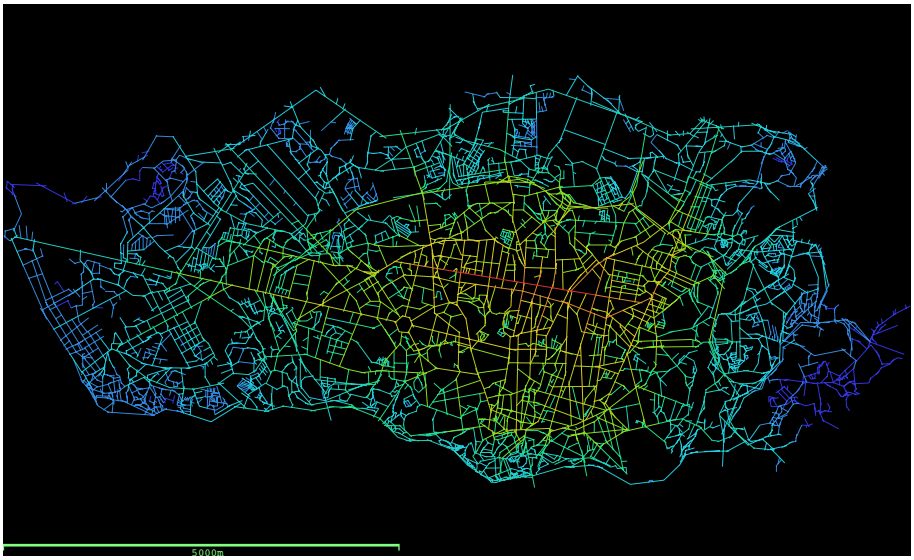


Figura 36 *– Mapa de segmentos. Integração raio 3800m/45min*



Figura 37 *– Mapa de segmentos. Escolha raio 3800m/45min*

O mapa dos valores de integração, a raio 3000m/35min, representa uma análise próxima da escala global e revela uma estrutura do núcleo pouco densa. A baixa densidade do núcleo bem integrado permite concluir que a cidade do Porto contém uma estrutura primária de menor dimensão face a outras cidades. No entanto, esta estrutura nuclear não pode estar desagregada do resto da cidade, sendo necessárias estruturas que tornem este núcleo contíguo com o resto da cidade (Heitor e Silva, 2015).

Contudo, é possível verificar na análise de integração de raio 3800m/45min, que apesar do núcleo integrado ser pouco denso, este tem uma maior tendência a agregar-se com a proximidade ocidental da cidade, devido ao papel importante da Avenida da Boavista, como um eixo de continuidade do núcleo com a zona ocidental. O mesmo não acontece na zona oriental da cidade, onde a inexistência de um eixo de continuidade torna aquela zona da cidade menos integrada com a globalidade.

Os valores de escolha estabilizam-se na configuração com segmentos mais acessíveis dispersos na configuração. A estabilização desses valores dá-se através da afirmação de segmentos como Rua Mouzinho da Silveira, Rua de Cedofeita e Fernão Magalhães. Alguns segmentos adjacentes à Via de Cintura Interna, apresentam maiores valores de acessibilidade em relação à análise de raio 2100m, evidenciando as ruas com destaque na ligação da cidade com a periferia.

A consolidação da estrutura, não significa um aumento dos valores de centralidade e acessibilidade na zona oriental da cidade. A dispersão do núcleo antigo da cidade não resulta em alterações substanciais às zonas adjacentes a esse núcleo na parte Este, como a zona das Fontaínhas e dos Guindais. Apesar da hierarquia das vias ser dispersa e uniforme na configuração, os valores mais altos de acessibilidade encontram-se na zona central do núcleo integrado.

Além disso, é também possível perceber-se que a topografia desempenha um importante na noção de assimetria da configuração. A hierarquia dos elementos representados nasce, numa primeira instância, na deslocação da estrutura emergente para uma zona com topografia mais estável (núcleo da Sé para zona da Boavista). Assim, as zonas com topografia mais acentuada têm valores mais baixos de centralidade e acessibilidade, nas análises de raio 3000 e 3800m.



Figura 38 *– Mapa de segmentos. Integração raio 6000m/72min*



Figura 39 *– Mapa de segmentos. Escolha raio 6000m/72min*

A aproximação a uma escala mais global nota-se, através dos valores de integração, que a estrutura principal se concentra no centro da configuração tendo como eixo integrador a Rua da Constituição. A Figura 38 representa a análise de raio 6000m/72min, é percetível que a consolidação dos valores de centralidade aglomera a Praça Mouzinho de Albuquerque, destacando a zona da Boavista como centro da estrutura. Nesta escala, a estrutura emergente passa os limites da Via de Cintura Interna a Norte, e os extremos ocidental e oriental, continuam a representar as áreas mais segregadas da configuração.

Na análise dos valores de escolha de raio 6000m/72min (Figura 39), demonstra a estabilidade nos valores em relação aos valores de integração. A hierarquia dos elementos é estabilizada na Rua de Constituição, ao mesmo tempo, que sobressaem as ligações da cidade com o exterior, como a Via de Cintura Interna; dois eixos Este-Oeste: a Rua da

Constituição e a Avenida da Boavista; e os eixos Norte-Sul: a Avenida Fernão Magalhães, Rua da Alegria.

A uma escala global, Figura 38, o mapa de segmentos dos valores de integração, demonstra que a cidade do Porto tem um núcleo estabilizado, o que é compatível com as análises anteriores. Esta consolidação dos valores de centralidade tem impacto nas extremidades da configuração. A existência do eixo integrador da Avenida da Boavista, influencia os valores de centralidade da zona ocidental da cidade. Por outro lado, os segmentos da zona oriental da cidade do Porto continuam a apresentar valores altos de segregação.

Síntese

Da análise efetuada à estrutura espacial do Porto, torna-se possível perceber, de um modo geral, a forma e o funcionamento da cidade. Os valores sintáticos, resultantes da aplicação de diferentes raios métricos, permitem perceber a evolução da estrutura emergente da configuração. Com um raio de análise menor percebe-se que o centro histórico da cidade representa o núcleo integrado da cidade, uma vez que tem valores de centralidade maiores, devido ao facto de ser nesta zona da cidade que se concentram os segmentos de menores dimensões. Ao mesmo tempo, o núcleo histórico perde os níveis de integração e acessibilidade a partir da análise de raio 2100m, o que comprova que esta zona da cidade deixa de ter um papel relevante na configuração em escalas próximas do global.

À medida que se aumenta o raio de análise, percebe-se que o centro da cidade se desloca para Norte, para a zona da Boavista. Além disso, os valores de acessibilidade, nas análises de raio 3800m e 6000m (carácter global), demonstram que se tratam dos elementos com maior pressão em termos de movimento de passagem. O facto desta área ter os valores de acessibilidade maiores, em raios de análise maiores, permite perceber o seu potencial de modernização face ao centro histórico da cidade, uma vez que apresenta a zona da configuração com segmentos de maior dimensão e uma maior capacidade de ligação com o exterior da cidade.

Em relação à área de estudo do Largo Actor Dias, esta encontra-se adjacente ao núcleo histórico, no entanto não se destacou, em nenhuma das análises locais e globais, tanto nos valores de integração ou de escolha. Esta zona da cidade manteve sempre um nível de integração baixo a moderado, revelando-se fechada sobre si mesma, nas análises globais, e sem uma estrutura independente, nas análises locais. Mesmo tratando-se de uma zona contígua do núcleo integrado nas análises locais, o potencial de movimento não se destacou. Assim, estas análises revelam uma área de estudo delicada, onde o impacto das intervenções propostas tem de ser relacionado com o conhecimento aprofundado da estrutura global, ao mesmo tempo que se percebe o papel que esta área desempenha.

CAPÍTULO IV – LARGO ACTOR DIAS

Neste capítulo, o Largo Actor Dias, a zona das Fontaínhas e a zona dos Guindais serão o palco de uma análise detalhada suportada pela sintaxe espacial.

A área de estudo situa-se na freguesia do Bonfim. A freguesia tem uma área de 3,05km^2 e uma população total de 24265 habitantes, com uma densidade populacional de 7955,7 hab./km^2 (Fonte: INE, 2011).

O Largo Actor Dias, situado próximo da zona histórica da cidade do Porto, é cercado por parte da muralha fernandina, pela Rua de Saraiva Carvalho e pela Rua do General Sousa Dias – que representa um dos principais eixos de tráfego automóvel da área central da cidade. O largo é ladeado por dois pequenos arruamentos que se congregam na cota mais alta e formam a entrada principal de todo o espaço. Neste ponto encontram-se também a entrada de estacionamento do Viaduto de Duque de Loulé. O largo tem uma relação direta com a zona dos Guindais, um dos bairros emblemáticos da cidade do Porto e com a Rua das Fontainhas, neste momento destruída, mas outrora uma das vias principais na área central da cidade.

A área de estudo foi delimitada tendo em conta a noção de raio, considerando os limites naturais de modo a que o impacto do *edge effect* seja mais reduzido. Assim, o perímetro foi delimitado entre a Ponte Luís I a Este, a Ponte do Infante a Oeste, o Rio Douro a Sul e o eixo da Rua 31 Janeiro a Norte.



Figura 40 – *Localização da área de estudo. Vermelho: limites da configuração Fonte: Google Earth*

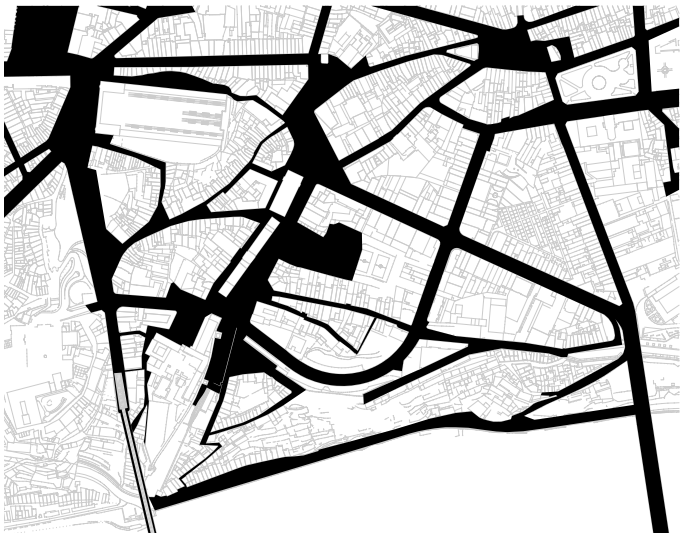


Figura 41 *– Planta da zona das Fontaínhas, com o espaço público representado a preto e o edificado a branco, para acentuar o foco no espaço. Adaptado de Hillier (2007).*

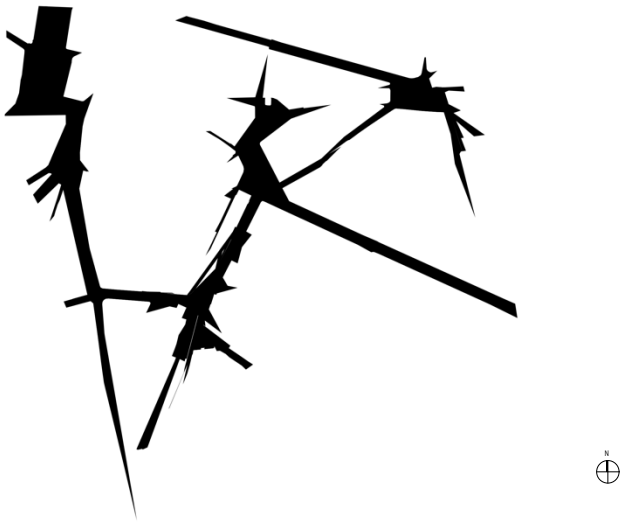


Figura 42 *– Mapa dos espaços convexos com as suas respetivas isovistas. Adaptado de Hillier, (2007).*



Figura 43 *–* ***a)*** *Isovista com centro na Rua Augusto Rosa* ***b)*** *Isovista com centro no Largo Actor Dias*

A Figura 41 representa a planta da área em estudo, onde a representação tradicional do cheio do edificado a preto e do vazio contíguo a branco foi invertida, de modo a destacar a atenção dada ao espaço público. Apesar do foco desta análise ser uma área de carácter local na globalidade da cidade do Porto, é possível perceber o papel importante dos espaços públicos, no modo como agregam a configuração. No mapa da Figura 42, foram inseridas isovistas nos espaços públicos (espaços convexos), o que significa que estão representadas todas as linhas que passam pelos espaços públicos e que se relacionam, evidenciando as ligações visuais entre os espaços. Repara-se nas ligações existentes nos espaços públicos da Praça dos Poveiros, Praça da Batalha e no Largo Actor Dias, evidenciando o papel global destes três espaços públicos na área central da cidade. Não obstante, nota-se também o papel importante da Praça Almeida Garrett e da Avenida dos Aliados, porém não tão relevantes neste estudo.

Esta análise permite perceber que os espaços públicos não são apenas elementos locais, pois formam um padrão global, mais ou menos integrado na globalidade da cidade. Isto salienta um ponto importante neste estudo, evidenciado na Figura 43 a) e b), designadamente a ligação vital que o Largo Actor Dias tem com a sua envolvente próxima, mais precisamente com a Rua Augusto Rosa. O mapa de isovista, com centro no largo, mostra que o potencial para um utilizador do espaço observar o exterior do largo a partir do seu interior é mínimo. Deste modo, pode concluir-se que o Largo Actor Dias, possui uma certa privacidade que pode ser potenciada.

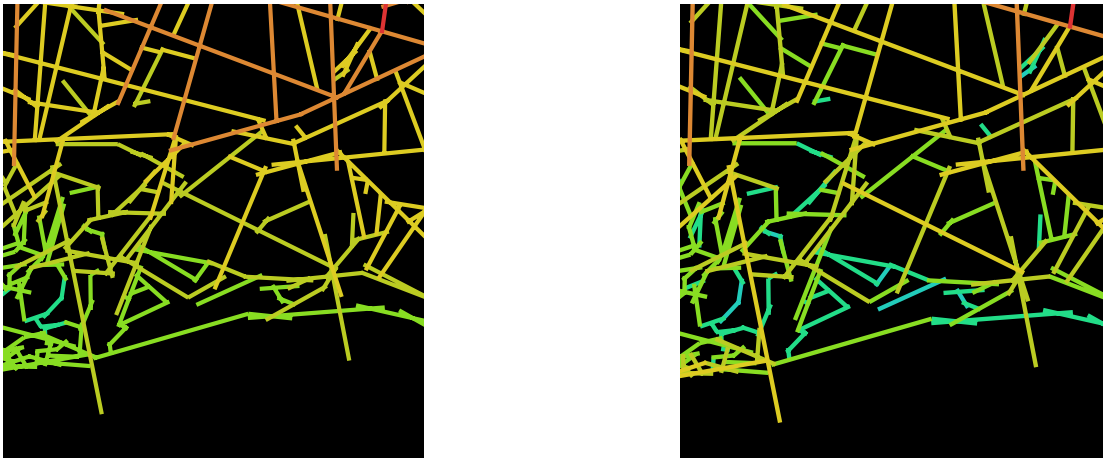


Figura 44 *– a) Mapa axial do Porto Integração Global (HH). b) Mapa axial do Porto Integração Local (HHR3). Destaque da área de estudo*

Ainda nos mapas axiais, é possível extrair medidas sintáticas de integração global e local das principais ruas da área de estudo e analisá-los de modo a comparar as ruas. A análise de quatro ruas da área de estudo, Rua Augusto Rosa, Rua Saraiva Carvalho, Rua Arnaldo Gama e Rua das Fontaínhas, evidencia um problema da área de estudo. Observando os valores de integração das ruas Augusto Rosa e Saraiva Carvalho com os valores das ruas Arnaldo Gama e Fontaínhas, é possível perceber que as primeiras têm valores de integração global e local superiores à média da cidade do Porto, enquanto as últimas têm valores inferiores.

A análise do mapa axial, apesar de menos precisa do que o mapa de segmentos, permite, desde logo, perceber a segregação do Largo Actor Dias, com a sua envolvente próxima, uma vez que as duas ruas principais do largo, que concebem ligação aos Guindais e à Rua das Fontaínhas, não estão integradas com a Rua Augusto Rosa e Saraiva Carvalho.

Tabela 3 *– Valores de integração global e local obtidos a partir do mapa axial da cidade do Porto*

	Integração Global (HH)	Integração Local (HHR3)
Rua Augusto Rosa	0,856	2,45
Rua Saraiva Carvalho	0,800	2,477
Rua de Arnaldo Gama	0,729	1,894
Rua das Fontainhas	0,677	1,212
Porto	0,339-1,260 0,744	0,333-4,220 1,709

Os mapas das Figura 45, Figura 46 e Figura 47 demonstram o foco na área de estudo através dos mapas de segmentos com raios 400m, 1200m e 2100m, evidenciando a segregação do Largo Actor Dias na cidade. O largo não acompanhou o crescimento da cidade, pois a sua ligação com a escala global não foi fortalecida, transformando esta área numa zona inarticulada com o resto da configuração. Não obstante, é de salientar o papel da Rua das Fontaínhas, na afirmação do Largo Actor Dias na cidade, sendo esta rua um elemento intrínseco do largo.

Uma vez que, a análise que se segue destaca o estudo de movimentos pedonais, serão utilizados mapas de segmentos da rede exclusivamente pedonal, de modo a tornarem as representações do espaço mais realistas.

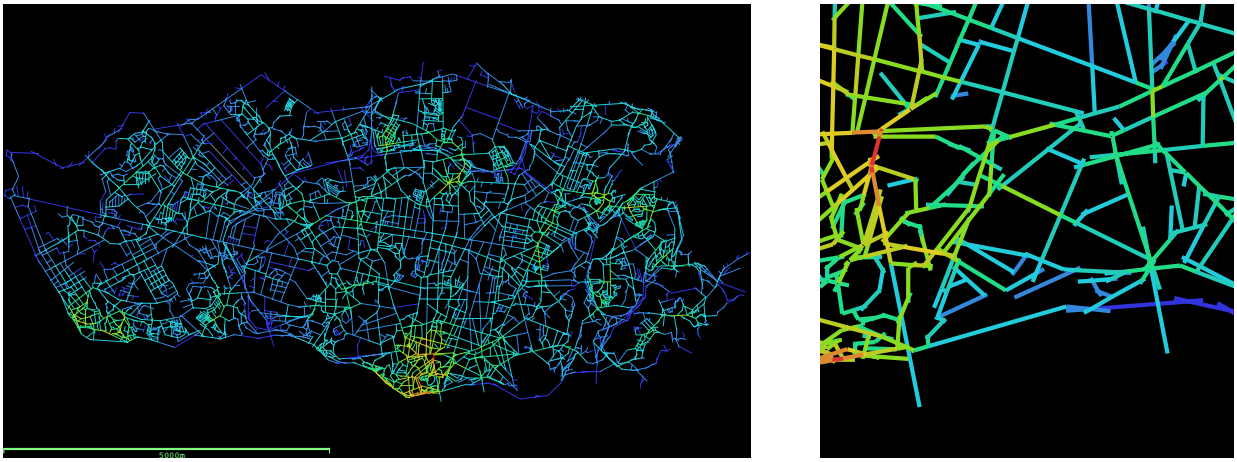


Figura 45 *– Mapa de segmentos, valores de integração. 400m/5min*

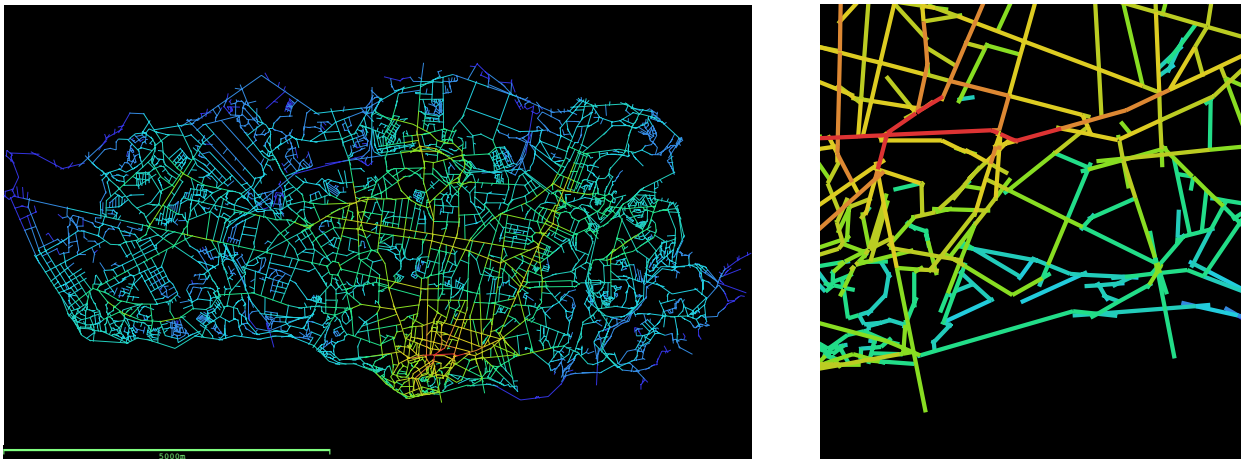


Figura 46 *– Mapa de segmentos, valores de integração. 1200m/15min*

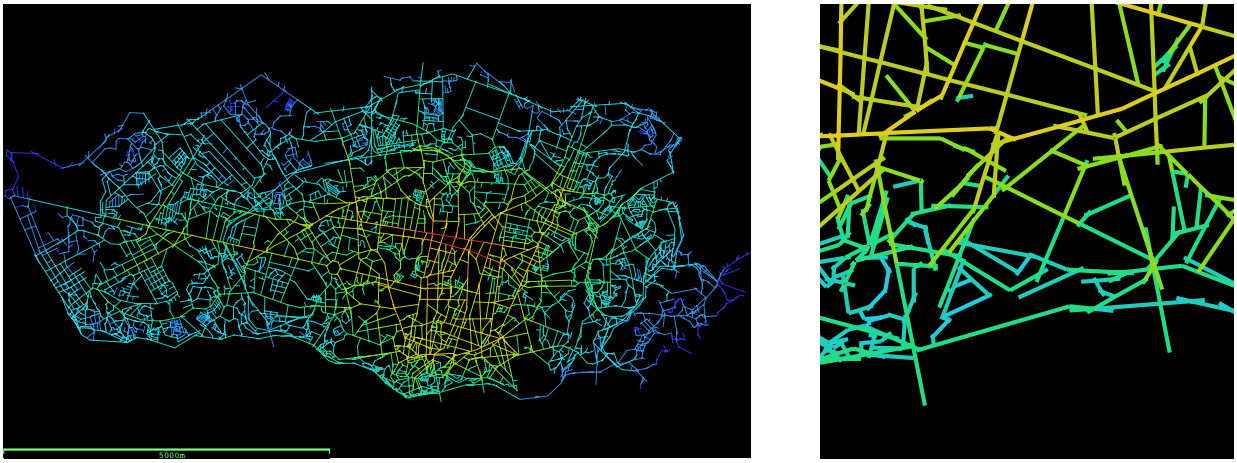


Figura 47 *– Mapa de segmentos, valores de integração. 2100m/25min*



Figura 48 *– Mapa de segmentos, valores de integração. Estado atual da área de estudo.*



Figura 49 *– Mapa de segmentos, valores de escolha. Estado atual da área de estudo.*

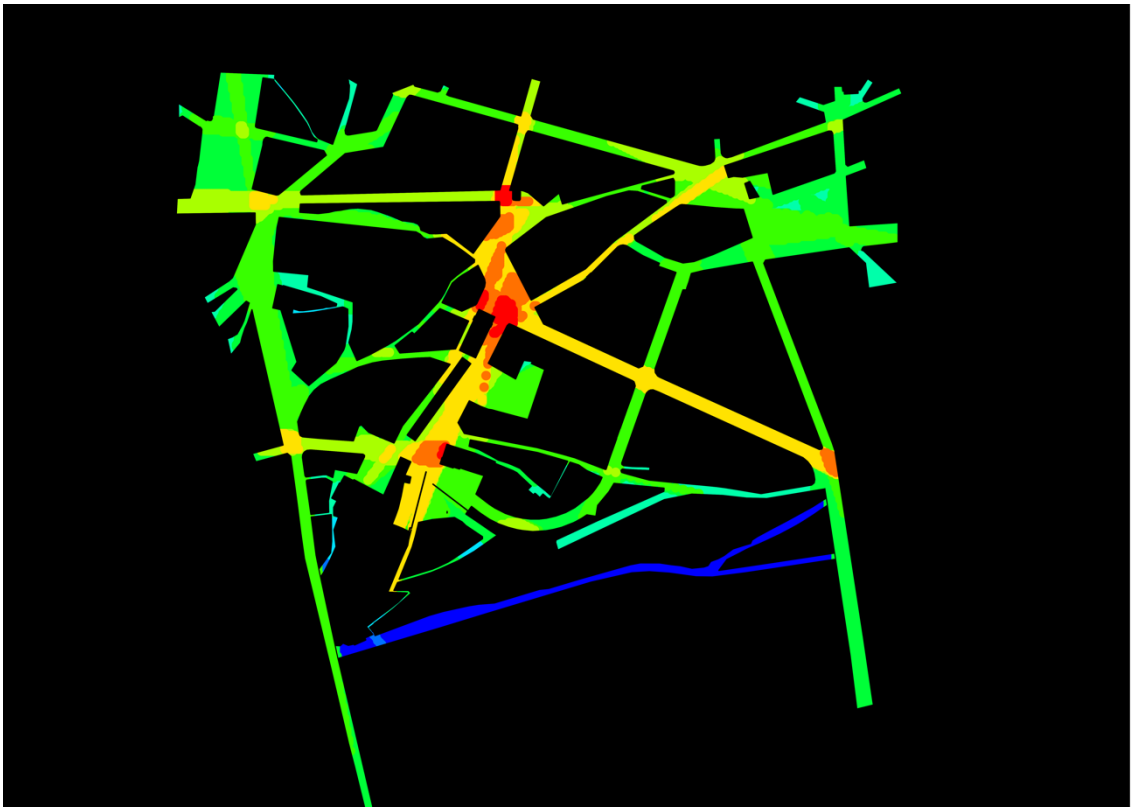


Figura 50 *– Visual Graphic Analysis (VGA), valores de integração global. Estado atual da área de estudo.*

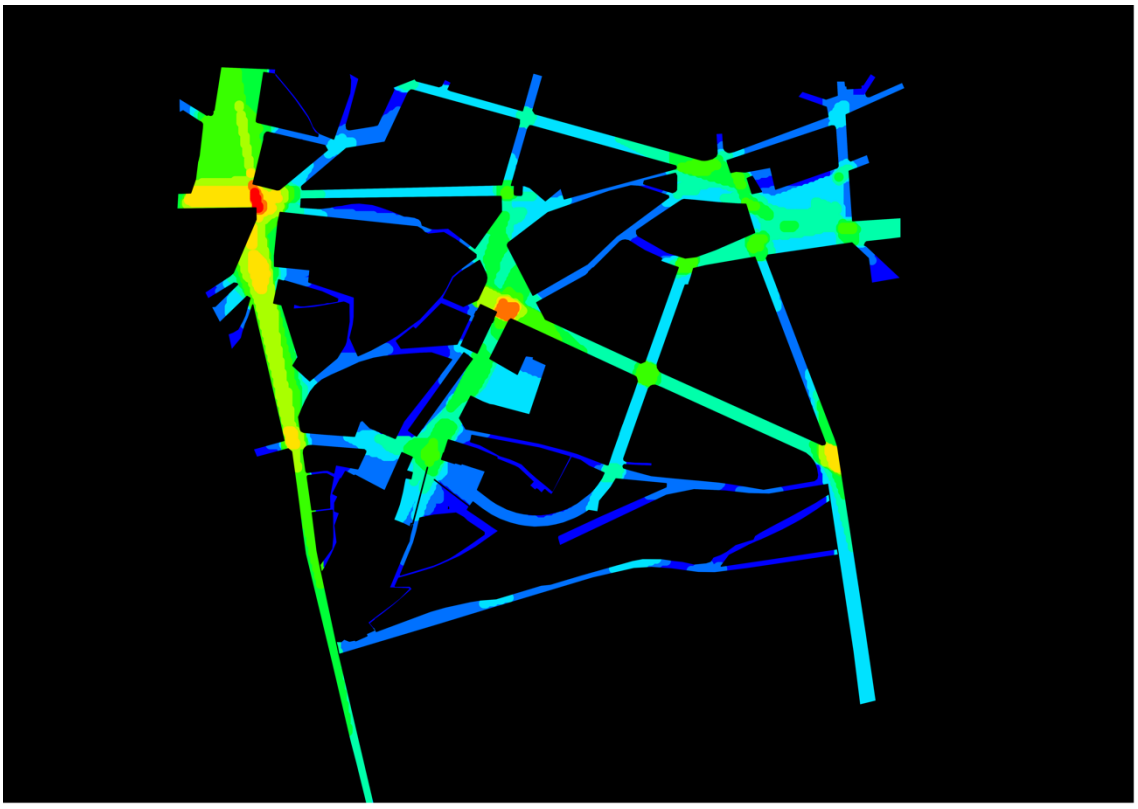


Figura 51 *– Visual Graphic Analysis (VGA), valores de conectividade. Estado atual da área de estudo.*

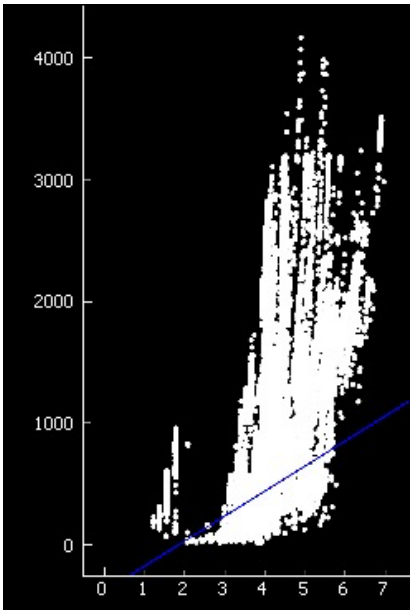


Figura 52 *– Inteligibilidade – Correlação entre os valores de conectividade (y) e integração global (x). R2=0.205*



Figura 53 *– Rua de Arnaldo Gama; ligação à Rua das Fontaínhas; degraus na plataforma baixa do largo; entrada do largo: relação das ruas contíguas ao interior largo. Fonte: Autor.*

Análise do estado atual da área de estudo

A leitura do mapa de segmentos, relativo aos valores de integração (Figura 48), permite perceber quais os espaços mais integrados (vermelho) e os menos integrados (azul). Os segmentos relativos aos movimentos oriundos da Rua Saraiva Carvalho, da Rua de Augusto Rosa e Praça da Batalha são os mais relevantes. De facto, estes segmentos representam as duas ruas do mapa que proveem de espaços bem integrados na cidade – Sé e Praça da Batalha. Como foi referido anteriormente, os valores de integração adjacentes ao limite da configuração são sempre suscetíveis a variações nos seus valores, sendo que não são contabilizados os segmentos relativos à Avenida dos Aliados e Praça dos Poveiros, nesta análise. Porém, percebe-se que existe uma evidente segregação do Largo Actor Dias, com a globalidade da configuração do espaço.

A segregação do Largo Actor Dias com a envolvente próxima provém de dois níveis. Num primeiro nível, percebe-se que o espaço do largo não está conectado com a Rua Augusto Rosa e num segundo nível, percebe-se que o facto de não existir a continuidade da ligação com a rua das Fontainhas, torna o espaço do largo ainda menos integrado e com baixo potencial de passagem. A localização da entrada de estacionamento adjacente à entrada do largo, tem um efeito negativo nos valores de integração do Largo Actor Dias, atuando como barreira para os movimentos do largo que acedem pela Rua General Sousa Dias, ao mesmo tempo que adiciona uma complexidade aos movimentos de acesso ao interior do largo, como é visível através dos segmentos do mapa de integração.

O mapa de segmentos dos valores de escolha (Figura 49), revela uma hierarquia consistente nos segmentos com maior potencial de passagem, nomeadamente os segmentos da Rua Augusto Rosa, na convergência dos movimentos num eixo Norte-Sul na configuração. Nos segmentos do Largo Actor Dias, existe um destaque no segmento da Rua de Arnaldo Gama, como a rua com maior potencial de passagem. Em contrapartida, o segmento da Rua das Fontaínhas apresenta baixos valores de escolha.

A Figura 50 mapa de VGA, relativo aos valores de integração global, permite perceber que praticamente toda a Praça da Batalha contém valores altos de integração, compatíveis com os valores do mapa de segmentos. Além disso, a mesma zona no mapa VGA de valores de conectividade apresenta área com valores de conectividade moderados, o que permite concluir que esta é uma zona inteligível da configuração em estudo. Em contrapartida, o Largo Actor Dias apresenta valores de integração e conectividade baixos, representando um espaço pouco inteligível. Os mapas de VGA destacam o espaço da Rua de Arnaldo Gama como a área do largo mais inteligível, pois esta apresenta uma relação mais direta com a globalidade da configuração.

O gráfico da Figura 52, representa a correlação entre conectividade e integração global de toda a configuração e contém um valor R^2.[11] Neste caso, o R2 é de 0.205, o que

[11] O valor do R ao quadrado varia entre 0 e 1, sendo que quanto mais próximo de 1, maior é a correlação dos valores das duas medidas sintáticas, existindo uma proporcionalidade direta entre as duas, que se reflete na linha de regressão com ângulo de 45º (Hillier, 2007).

representa um valor baixo de correlação entre conectividade e integração. Isto significa que, cada vez que, um espaço é mais conectado, este fica menos integrado com a globalidade da configuração.

As análises permitem perceber que existe uma heterogeneidade na configuração. Os altos valores de integração e escolha, nos segmentos da Praça da Batalha e a Rua Augusto Rosa, mostram que se tratam de espaços acessíveis dentro da configuração. O mesmo é refletido nos mapas de *Visual Graphic Analysis*, que permitem concluir que se tratam de espaços inteligíveis. Contudo, o Largo Actor Dias sofre de baixos níveis de inteligibilidade e acessibilidade, e apresenta-se mal integrado e conectado com a envolvente.

Deste modo, baseando-se nas análises efetuadas e com um olhar focado no Largo Actor Dias, confirma-se que se trata de uma área delicada na malha urbana. O espaço público perdeu o seu potencial de gerar contacto entre pessoas e de funcionar como um elemento agregador da malha urbana. A interrupção na Rua das Fontainhas enfatiza essa descontinuidade, tornando o Largo Actor Dias numa simples ligação com a zona dos Guindais. Ao mesmo tempo, existe uma única ligação do largo com a cidade, que é partilhada com o acesso a um parque de estacionamento e feita sobre uma via com elevado tráfego automóvel, que é evidenciada pela complexidade da disposição dos segmentos na entrada do largo.

A Figura 50, demonstra uma continuidade entre os espaços convexos, da Praça da Batalha e do Largo Actor Dias, e a Figura 51, afirma uma dependência do largo com a Rua Augusto Rosa, na sua ligação com o resto cidade. Por consequente, toda a área contígua dos Guindais e das Fontaínhas beneficia dessa mesma ligação, pois estão interligadas ao largo, como demonstrado mais adiante.

Apresentação do projeto de intervenção

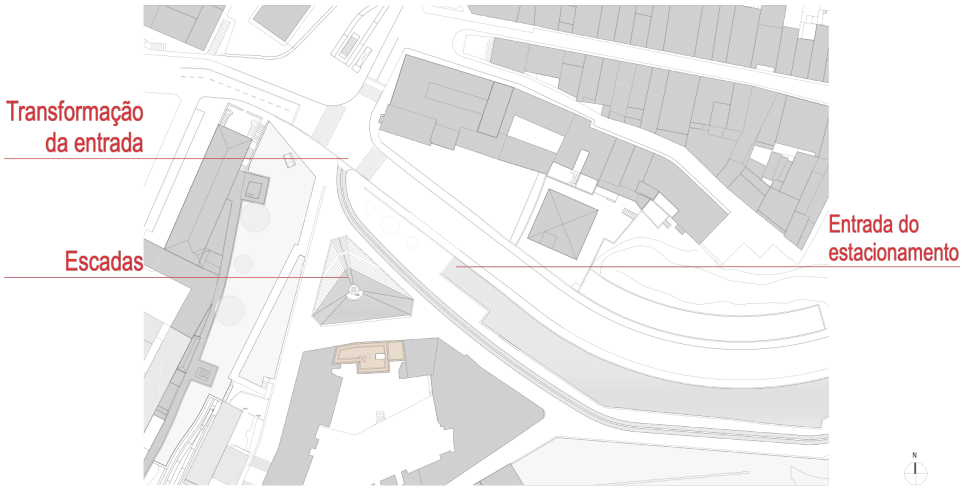


Figura 54 *- Esquema representativo da intervenção*

O projeto de intervenção no Largo Actor Dias, é definido pela intenção de tornar o espaço do largo mais integrado com a envolvente, ao mesmo tempo que se tenta realizar uma intervenção mínima capaz de transformar o espaço de acordo com as características analisadas.

Nesse sentido, optou-se por redesenhar o espaço central do largo, de modo a torná-lo integrado, com os três lados do triângulo central, formado pelas três ruas que o circundam. Foram projetadas escadas embebidas na topografia, aproveitando o declive natural do terreno para criar uma bancada virada a Sul, semelhante a um anfiteatro. A fonte existente foi preservada e centralizada no novo desenho do largo.

As três ruas, que cercam o interior do Largo Actor Dias, foram preservadas de modo a manter as ligações com as Fontaínhas e os Guindais. Foi adicionada uma hierarquia nesse sistema de ruas: transformou-se a rua que liga às Fontaínhas (Oeste) numa via de acesso local, com trânsito automóvel de único sentido; transformou-se a rua de ligação aos Guindais (Este) numa rua de acesso local, com trânsito automóvel controlado; e por último, transformou-se o arruamento em frente às escadas numa rua exclusivamente pedonal.

A entrada do estacionamento foi transferida para uma cota mais baixa, permitindo fazer o acesso ao estacionamento de nível com o espaço do largo, ao mesmo tempo que se liberta a conexão do Largo Actor Dias com a cidade. Na ligação do espaço do largo com a cidade, foram alteradas as duas passadeiras existentes, de modo a permitir uma ligação mais direta entre o centro do largo e a Rua Augusto Rosa.



Figura 55 *– Mapa de segmentos, valores de integração. Proposta de projeto.*



Figura 56 *– Mapa de segmentos, valores de escolha. Proposta de projeto.*

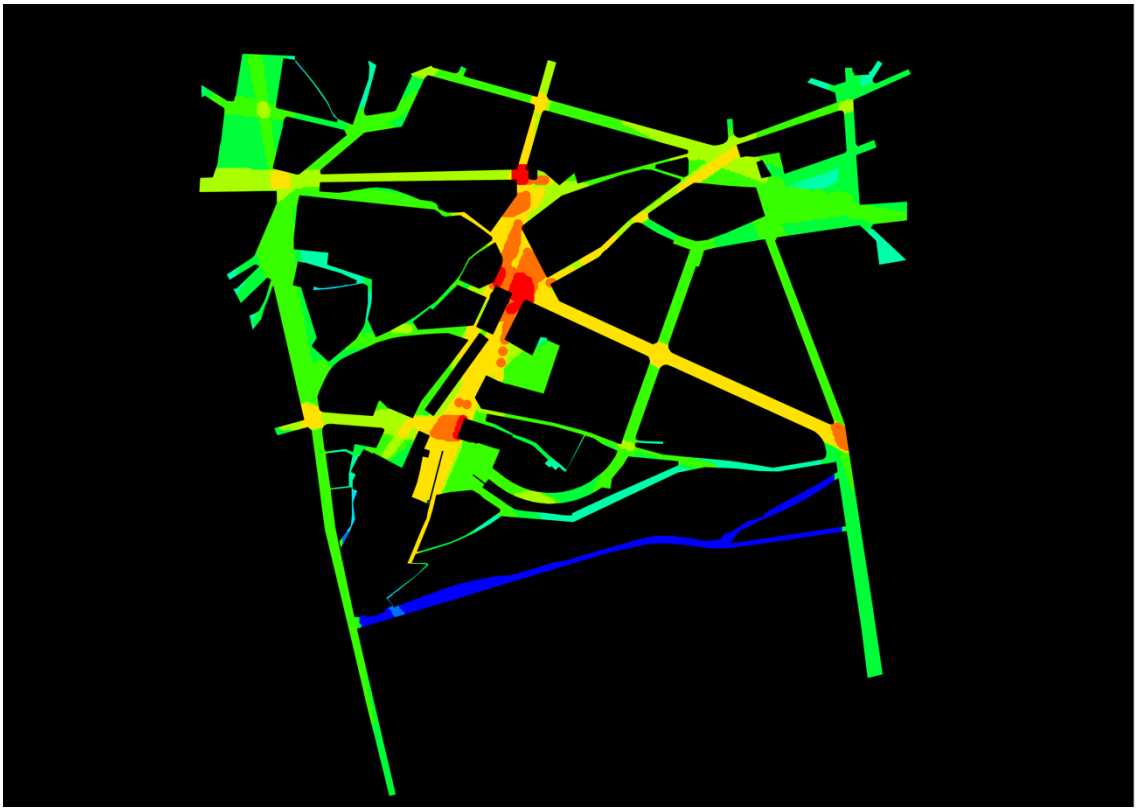


Figura 57 *– Visual Graphic Analysis (VGA), valores de integração. Proposta de projeto.*

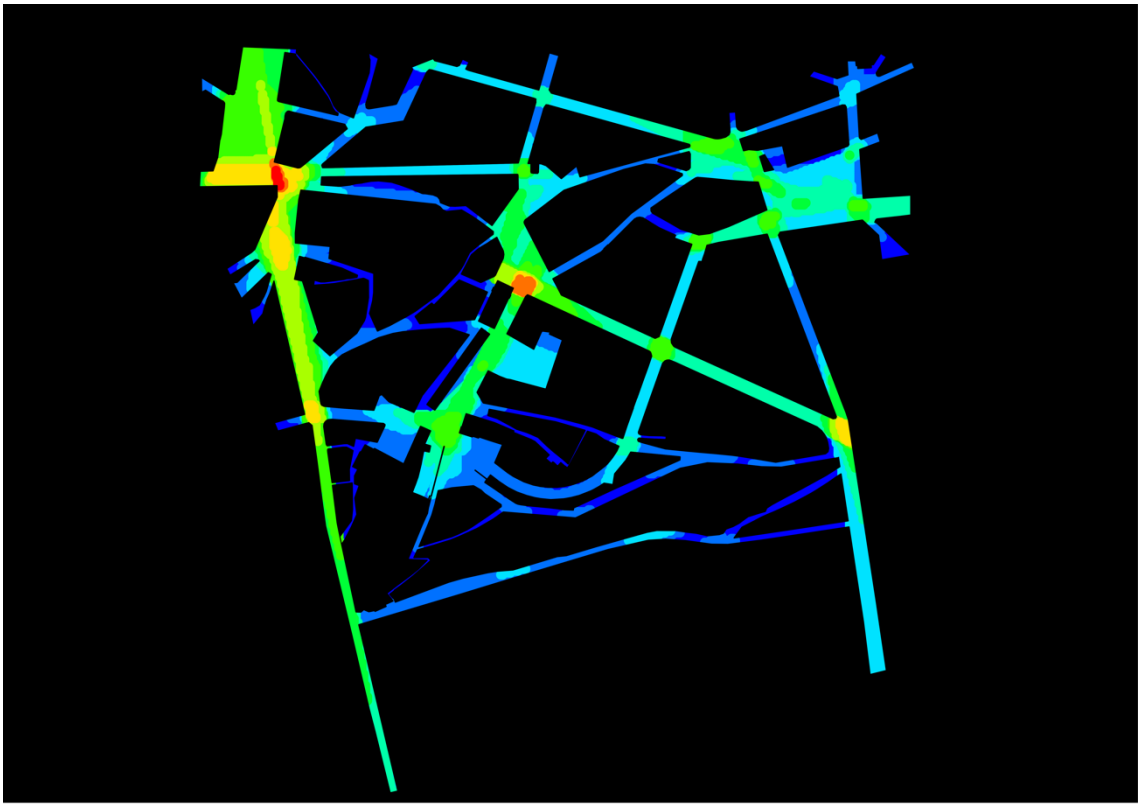


Figura 58 *– Visual Graphic Analysis (VGA), valores de conectividade. Proposta de projeto.*

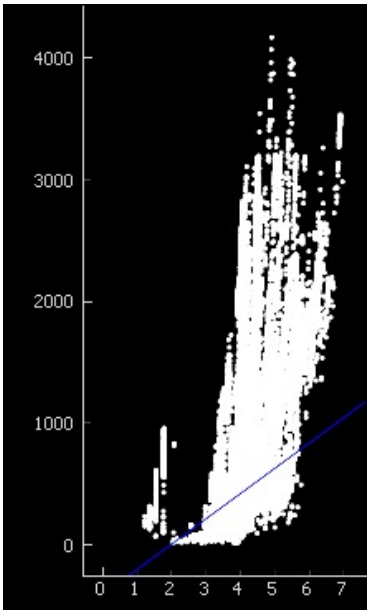


Figura 59 *– Inteligibilidade – Correlação entre os valores de conectividade (y) e integração global (x). R2=0.213*

Análise do projeto de intervenção

Da análise do mapa de segmentos dos valores de integração (Figura 55), é possível verificar que as alterações do espaço do Largo Actor Dias e a reconstrução da Rua das Fontaínhas desempenham um papel importante no aumento dos valores de integração. Verifica-se que os valores de integração do Largo Actor Dias aumentam substancialmente, em comparação com a situação existente. A criação de uma ligação mais direta entre o Largo Actor Dias e a Rua Augusto Rosa conduz a um aumento substancial nos valores de integração do largo, e por consequente, da ligação aos Guindais e da Rua das Fontaínhas. O deslocamento das passadeiras existentes permite acentuar os dois corredores de acesso ao interior do largo. As escadas revelam-se um mecanismo útil ao espaço público, uma vez que permitem criar novos percursos diagonais, bem integrados, e possibilitam a extensão dos segmentos bem integrados, do exterior do largo, para o interior do largo. Além do espaço do largo, o mapa de segmentos relativo à integração também revela que as alterações propostas apenas têm impacto na área dos Guindais e das Fontaínhas, não existindo alterações nos restantes segmentos da configuração.

O mapa relativo aos valores de escolha da Figura 56, comprova uma hierarquia consistente com o mapa da situação atual (Figura 49). No entanto, as alterações propostas têm um ligeiro impacto na assimetria da configuração, mostrando que a Rua das Fontaínhas vê o seu o potencial de passagem aumentar substancialmente, face à situação existente. De facto, nota-se que a Rua das Fontaínhas equipara o seu potencial de passagem com a Rua do General Sousa Dias, o que demonstra que esta mantém um carácter importante na cidade nos dias de hoje, e que pode ser potenciado.

Os mapas de VGA, da Figura 57 e Figura 58, permitem perceber que a proposta aumenta um pouco a inteligibilidade, passando de 0.205 para 0.213, como demonstrado

no gráfico da Figura 59. No mapa da Figura 57, percebe-se que não ocorrem alterações visíveis, em relação à situação existente (Figura 50) e no mapa de VGA dos valores de conectividade, apenas se enaltece um pouco a conectividade do Largo Actor Dias. A baixa variação do valor de inteligibilidade e as baixas alterações evidenciadas nos mapas de VGA, permitem concluir que o Largo Actor Dias desempenha um papel pouco significativo na configuração como um todo, ou seja, a "parte" tem pouca influência no "todo". Em sentido inverso, existe uma notória influência da globalidade da configuração no Largo Actor Dias.

Deste modo, percebe-se que as alterações propostas afetam pouco a totalidade da configuração, tendo exercendo mais influência no Largo Actor Dias e nos espaços contíguos a Sul: Guindais e Fontaínhas.

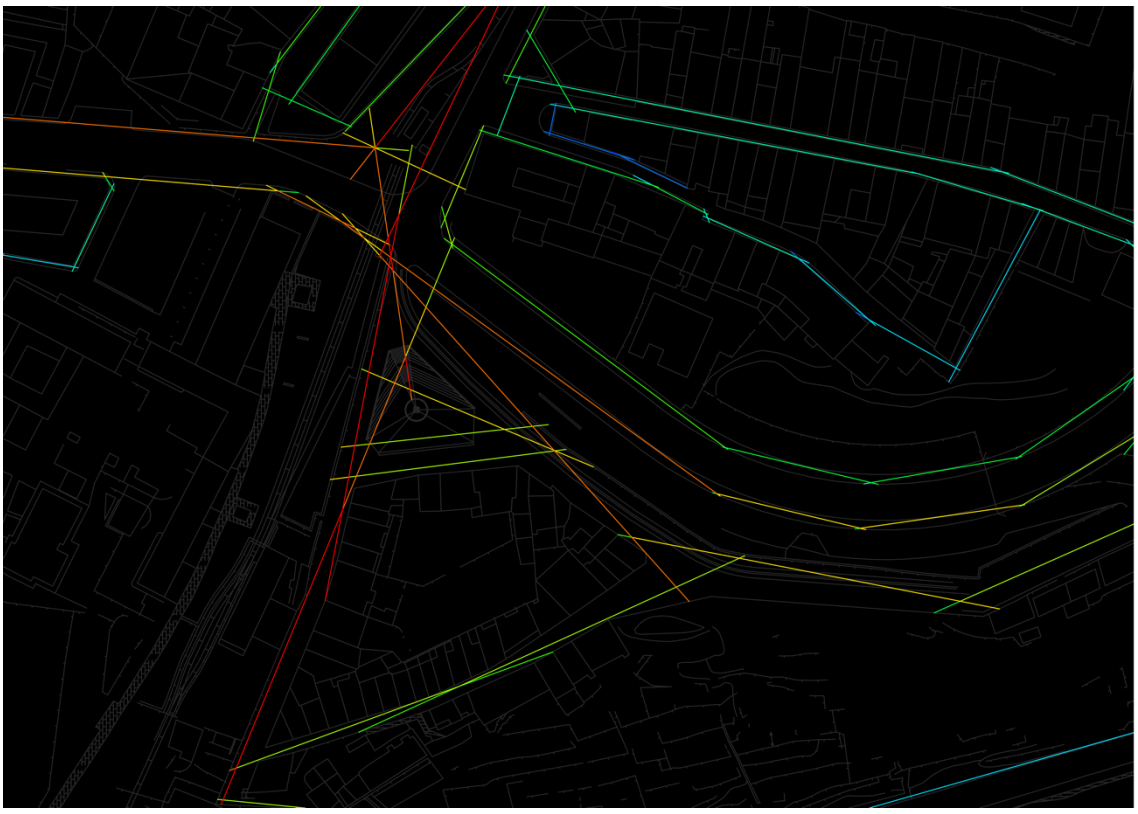


Figura 60 *– Mapa de segmentos, valores de integração. Proposta de projeto com foco no Largo Ator Dias*

As análises permitem concluir que, a proposta de intervenção altera substancialmente o espaço do Largo Actor Dias, ao mesmo tempo que altera o modo como este se relaciona com a sua contiguidade. No entanto, nota-se que as mesmas alterações preservam o resto da configuração, evidenciando o aspeto local do Largo Actor Dias, já identificado na análise global da cidade do Porto.

Indo de encontro ao que foi referido, o projeto de intervenção realça a contiguidade entre os espaços do largo e o espaço da Praça da Batalha, ao mesmo tempo que reafirma a dependência do largo com a Rua Augusto Rosa, na sua ligação com o resto cidade. Também se confirma que toda a área dos Guindais e das Fontaínhas beneficiam dessa mesma ligação, tanto nos valores de integração, como nos valores de escolha.

Analisando o redenho do Largo Actor Dias, a criação de um eixo mais direto entre o espaço da Rua Augusto Rosa e o interior do Largo Actor Dias permite a criação de um eixo de ancoragem para os movimentos provenientes de outras partes da cidade. A criação dessa linha, permite aumentar os níveis de integração dentro do espaço público. Deste modo, percebe-se que é necessário, existir uma ligação mais direta entre o largo e a Rua Augusto Rosa, através do ajuste do sistema de passadeiras. Além disso, é possível verificar que os níveis de integração dos segmentos, da Rua das Fontaínhas, aumentam ligeiramente, sendo possível concluir que existe uma relação intrínseca da Rua das Fontainhas com o Largo Actor Dias, tornando todo o espaço dependente do modo como se conecta com o resto da cidade.

Assim, através desta análise é possível perceber que a ligação do Largo Actor Dias, com a Rua Augusto Rosa, desempenha uma função vital na integração do largo com a cidade e funciona como a "pedra angular" para todo o projeto de intervenção. As escadas também desempenham um papel crucial neste projeto, no modo como agregam todo o espaço do largo. A criação das linhas transversais no centro do largo (Figura 60), permitem verificar que o centro do Largo Actor Dias, pode ser um espaço mais acessível, usufruível e dinâmico. Ao mesmo tempo que se alterou substancialmente o paradigma do espaço do Largo Actor Dias, manteve-se intacto o caráter da configuração onde este se insere.

CAPÍTULO V – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste estudo foi possível perceber a contribuição da sintaxe espacial para o projeto urbano. A existência de uma abordagem capaz de dar resposta à compreensão de estruturas urbanas complexas, revelou-se de grande interesse. A sintaxe espacial evidencia um dos aspetos essenciais da aplicação da morfologia urbana no projeto urbano: um processo de trabalho baseado na evidencia, e num conhecimento profundo da realidade a intervir.

A capacidade de criação de um modelo de análise do existente e avaliação de novas propostas, torna a sintaxe espacial uma ferramenta singular e, ao mesmo tempo, universal, com potencial para ser aplicada em qualquer cidade e em qualquer parte do mundo. Esta metodologia permite perceber a relação do espaço com as suas implicações funcionais. Isto permite olhar para uma cidade ou para a parte de uma cidade e levantar questões sobre o modo como esse espaço responde às exigências da atualidade, o seu potencial perante novas funções, o papel que desempenha na sua globalidade, etc.

No entanto, do ponto de vista prático, a sintaxe espacial não deve ser encarada como um mecanismo automático de produção de projetos ou soluções urbanas. A sintaxe espacial representa uma metodologia, baseada numa teoria robusta, com capacidade de auxílio ao projeto, um modelo que permite analisar a realidade a projetar, capaz de tornar os projetos baseados em evidência analítica e de ajudar a sustentar as decisões de projeto de modo não arbitrário.[12]

Com a capacidade de criação de um modelo analítico quantitativo, a sintaxe espacial permite fazer análises de diferentes cidades e relacioná-las entre si, ou compreender os padrões de movimento de diferentes locais da mesma cidade, ou relacionar partes de uma cidade com o todo da mesma cidade. A recolha de informação sobre os dois casos de estudo, aqui abordados, permitiu confrontar as normativas e as orientações recomendadas para as intervenções no espaço público, através da sintaxe espacial. Além disso, a semelhança da estrutura das cidades inglesas com a cidade do Porto, valida a potencialidade desse paralelismo.

A análise da cidade do Porto, revela uma cidade marcada pelo seu núcleo central, deslocado da zona histórica da cidade para a zona da Boavista e da Rua da Constituição. No entanto, a cidade do Porto revela algumas descontinuidades no seu tecido urbano, nomeadamente no modo como consolida alguns dos elementos da configuração nas escalas locais. A análise da configuração revelou uma proximidade com a realidade, sobretudo na identificação dos elementos principais da cidade e dos eixos de circulação mais relevantes. Do ponto de vista local, a cidade do Porto revela descontinuidades no modo como consolida algumas das suas partes, nomeadamente a zona das Fontaínhas. Esta zona não se destacou nas análises globais da cidade do Porto, revelando-se fechada sobre si mesma e não se destacou nas análises locais, revelando não ter uma estrutura

[12] "I know that these techniques work from the tough environment of practice. I love the world of analysis, observation, of research, but also passion, imprecision, the hunch. Space Syntax is the testing of the interaction of these opposing worlds" (Norman Foster).

independente. Ou seja, o crescimento da cidade do Porto não fortaleceu a zona das Fontaínhas, nem esta zona da cidade tem capacidade para se destacar do resto da cidade.

Em relação ao projeto de intervenção urbana, percebe-se que as intervenções contemporâneas no espaço público enfrentam vários desafios, em grande parte devido à necessidade de suprimir riscos e responder às exigências atuais, tornando necessária a projeção de soluções eficazes e baseadas na evidência. Através desta abordagem quantitativa, pretendeu-se demonstrar o potencial do projeto de intervenção no Largo Actor Dias, assim como demonstrar o seu papel na globalidade: tanto com a cidade do Porto, como com a envolvente próxima. A sintaxe espacial foi capaz de caracterizar a problemática da área de intervenção e explicitar o potencial da solução encontrada, no projeto de intervenção proposto. No entanto, importa salientar que o potencial de utilização da sintaxe espacial como ferramenta de análise morfológica fica limitado pela não existência de uma correlação do modelo teórico com uma demonstração da evidência. Assim, a falta de dados relativos à realidade do espaço público, como por exemplo contagem dos movimentos pedonais, torna a utilidade deste estudo limitada.

Do ponto de vista da análise das configurações espaciais, como demonstrado na Teoria do Movimento Natural, o espaço em si mesmo é um bom indicador da acessibilidade, uma vez que os espaços bem conectados geram mais movimento, sendo este último essencial tanto em termos sociais como em termos económicos. Deste modo, é possível constatar a funcionalidade de um espaço no seu contexto ou a funcionalidade de toda a configuração do espaço. Assim, Hillier (2007), descreve as "cidades como economias de movimento"[13], pois através do movimento é possível perceber como uma cidade se organiza. Além disso, e numa atitude contemporânea, realça-se a ideia de que a cidade é muito mais do que se vê, sendo importante ter em conta a relação do Homem com o espaço. Assim, a sintaxe espacial dá-nos uma compreensão mais clara do urbanismo funcionalista do pós-guerra, sobretudo no modo como se separava o movimento global do movimento local.

Uma outra constatação acerca da aplicabilidade da sintaxe espacial, provém do facto de este tipo de abordagem se tornar mais enriquecedora, quando incorporada com outras abordagens morfológicas mais abrangentes, como é o caso da metodologia *Morpho* também aplicada na cidade do Porto (Oliveira, 2013; Oliveira e Silva, 2013).

O processo de transformação urbana torna evidente a necessidade de uma ciência, capaz de dar sentido ao ritmo do desenvolvimento das cidades. A morfologia urbana, como uma ciência, tem evoluído ao longo dos últimos tempos agregando uma componente teórica e metodológica robusta, capaz de responder à complexidade da forma urbana. Todas as diferentes abordagens morfológicas existentes respondem nesse sentido. Esta dissertação centra-se numa destas abordagens e foca-se na análise quantitativa do espaço. Como contributo da dissertação identifica-se a aplicação da sintaxe espacial no apoio ao desenho de um espaço público da cidade do Porto.

[13] *Cities as a movement economies*

Referências bibliográficas

Campos, A., **Golka T.** (2005). Public spaces revisited: a study of the relationship between patterns of stationary activity and visual fields. Delft, Fifth Internacional Space Syntax Symposium, 545-553.

Campos, M. (1997). Strategic spaces: patterns of use in public squares of the city of London. Londres, First International Space Syntax Symposium, pp 26.1-26.11.

Campos, M. (2000). *Urban public spaces: A study of the relation between spatial configuration and use patterns*, Londres, Tese de Doutoramento.

Cheshmehzangi, A.; Heat, T. (2011). Urban Identities: Influences on Socio-Environmental Values and Spatial Inter-Relations, *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 36, 253-264.

Cutini, V. (2003). Lines and squares: Towards a configurational approach to the morphology of open spaces. Londres, Tenth Internacional Space Syntax Symposium, 49.

Desyllas, J. & Duxbury, E. (2001). Axial maps and visibility graph analysis. Atlanta. Third International Space Syntax Symposium.

Dursun, P. (2007). Space syntax in architectural design. Istambul, Sixth International Space Syntax Symposium.

Elmokadem, A.; Nassar, U.; El-samaty, H. & Elzeni, M. Space Syntax as an operative tool in "pedestrianization" process. *Port-Said Engineering Research Journal*

Gil, J. (2015). Examining edge effects: sensitivity of spatial network centrality analysis to boundary conditions, *Proceedings of the tenth Internacional Space Syntax Symposium, Londres,* 147.

Heitor, T. e Silva, J., (2015). Sintaxe espacial e o ambiente construído – análise morfológica. In T. Heitor e J. P. Silva, O Estudo da Forma Urbana em Portugal (pp. 147-189). Porto: Universidade do Porto.

Hillier, B. (2002). A theory of the city as an object. *Urban Design International*, 7, 153-179.

Hillier. B. (2007). *Space is the machine: a configurational theory of architecture*, Londres: Space Syntax.

Hillier, B. & Hanson, J. (1984). *The social logic of space*, Cambridge: Cambridge University Press.

Hillier, B. & Penn, A. (2004). Rejoinder to Carlo Ratti. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 31, 501-511.

Hillier, B.; Stonor, T., Major, M. D. & Spende, N. (1998). *From research to design re-engineering the space of Trafalgar square*. Urban Design Quarterly. Oxford Brookes University 68, October, pp 35-37.

Hillier B.; Penn, A.; Hanson, J.; Grajewski. T. & Xu, J. (1993). Natural Movement – Or, Configuration and Attraction in Urban Pedestrian Movement. *Environment and Planning B: Planning & Design*, 20, 29-66.

Karimi, K. (2012a). A configurational approach to analytical urban design: "Space syntax" methodology. Urban Design International, 17, pp. 482-494.
Karimi, K. (2012b). "Special issue: Evidence-informed and analytical methods in urban design. Urban Design International, 17, pp- 253-256.
Kropf, K. (2017). The handbook of urban morphology. Londres: John Wiley & Sons
Lerman, Y.; Lebendiger, Y. (2017). Visualizing Space Syntax analyses for decision makers. Lisboa, Eleventh International Space Syntax Symposium, 81.
Marcus, L. (2010). Spatial capital: a proposal for an extension of space syntax into a more general urban morphology, *Journal of Space Syntax* 1, 30-30.
Morais, F.; Viana, D.; Vaz, J.; Carvalho, I.; Ruivo, C.; Paixão, C. (2017a). Depthspace3D: A Digital Tool for 3D Space Syntax Analysis. Lisboa, Eleventh Internacional Space Syntax Symposium, 201.
Morais, F.; Vaz, J.; Viana, D.; Carvalho, I.; Ruivo, C.; Paixão, C.; Tejada, A.; Gomes, T. (2017b). 3D Space Syntax Analysis Case Study: Casa da Música. Lisboa, Eleventh Internacional Space Syntax Symposium, 201.
Oliveira, V. (2013). Morpho: a methodology for assessing urban form. *Urban Morphology*, 17, 149-61.
Oliveira, V. (2016). *Urban Morphology: An Introduction to the Study of the Physical Form of Cities*. The Urban Book Series, Springer.
Oliveira, V.; Silva, M. (2013). Morpho: investigação morfológica e prática de planeamento. Revista de Morfologia Urbana, 1(1), 17-30.
Pinho, P. & Oliveira, V., (2009). Different approaches in the study of urban form, *Journal of Urbanism*, 2, 103-125.
Reis, J. & Silva, E., (2015). O uso de métricas espaciais para a análise e caracterização da forma urbana. In T. Heitor e J. P. Silva, O Estudo da Forma Urbana em Portugal (pp. 97-122). Porto: Universidade do Porto.
Ratti, C., (2004a). Rejoinder to Hillier and Penn. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 31, 513-516.
Ratti, C., (2004b). Rejoinder to Hillier and Penn. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 31, 487-499.
Rigo, A.; Moura, F.; Heitor, T. (2020). Avaliação das condições de caminhabilidade: contribuições da metodologia da sintaxe espacial. Lisboa, 9º Congresso Rodoviário Português.
Saboya, R.; Reis, A.; Bueno, A. (2017). *Continuidades e descontinuidades urbanas à beira-mar: uma leitura da área conturbada de Florianópolis*. In R. Saboya, A. Reis e A. Bueno, Sintaxe Catarina (pp. 145-180). Florianópolis: Editora da UFSC.
Serra, M. & Pinho, P. (2013). Tackling the structure of very large spatial systems – Space syntax and the analysis of metropolitan form, *The Journal of Space Syntax*, 4, 179-196.
Space syntax network. (2012). Space Syntax General Practice Brochure. Disponível em: https://spacesyntax.com/book_brochure/general-practice-brochure/

Sun, K.; Pont, M.; Legeby, A. (2017). Squares for co-presence: The influence of urban form on the intensity and diversity of people co-present in 12 squares in Gothenburg. Lisboa, Eleventh Internacional Space Syntax Symposium, 115.

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 & Design*, 34, 539-555.

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

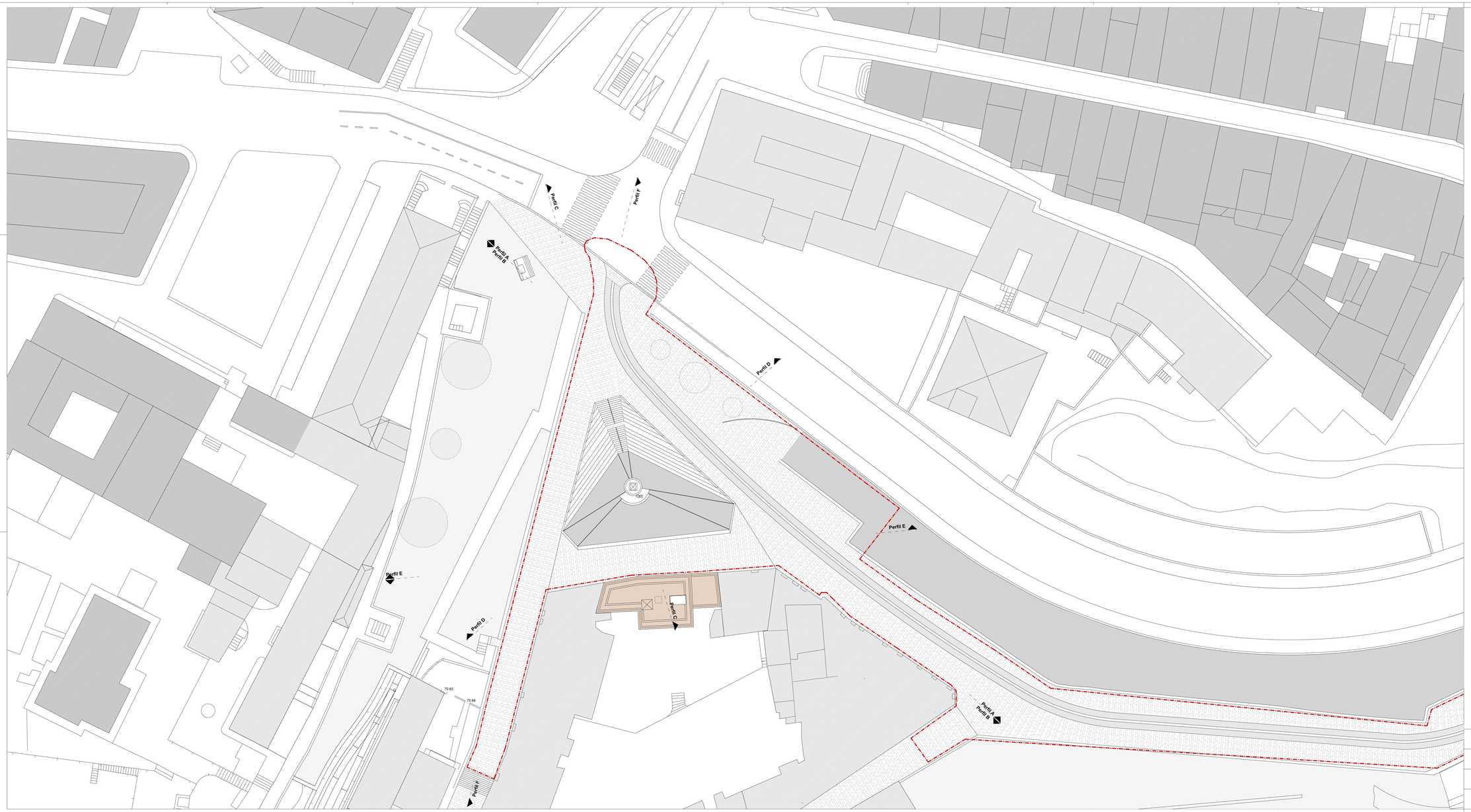
Turner, A.; Doxa, M.; O´Sullivan, D.; Penn, A. (2001). From isovists to visibility graphs: a methodology for the analysis of architectural space, *Environment and Planning B-Planning & Design*, 28, 103-121.

Ventura, J. V.; Paio, A.; Beirão, J. N.; Nunes, L. & Pezzica, C. (2017). Multidimensional study of urban squares through perimetral analysis: three Portuguese case studies. In Teresa Heitor, Miguel Serra, João Pinelo Silva, Maria Bacharel e Luísa Cannas da Silva (Ed.), 11th International Space Syntax Symposium, SSS 2017. (pp. 85.1-85.20). Lisboa: Instituto Superior Tecnico, Departamento de Engenharia Civil, Arquitetura e Georecursos.

Viana, D.; Sanz, J.; Natálio, A. (2013). Aprendendo com a forma urbana de Maputo (in)formal. Revista de Morfologia Urbana, 1(1), 17-30.

Zamperi, F.; Dorneles, V. (2017). *A Teoria da Sintaxe Espacial aplicada na qualificação das calçadas de Florianópolis*. In R. Saboya, A. Reis e A. Bueno, Sintaxe Catarina (pp. 115-143). Florianópolis: Editora da UFSC.

Anexos



ÁREA DE INTERVENÇÃO

N

Universidade Lusófona do Porto

Projeto da Casa do Jazz do Largo Actor Dias

Planta de Implatanção

Emanuel Alexandre Moreira Oliveira 5ºano

Data:	Escala:	Folha:
31-07-2020	1.200	1



Existente

Perfil A

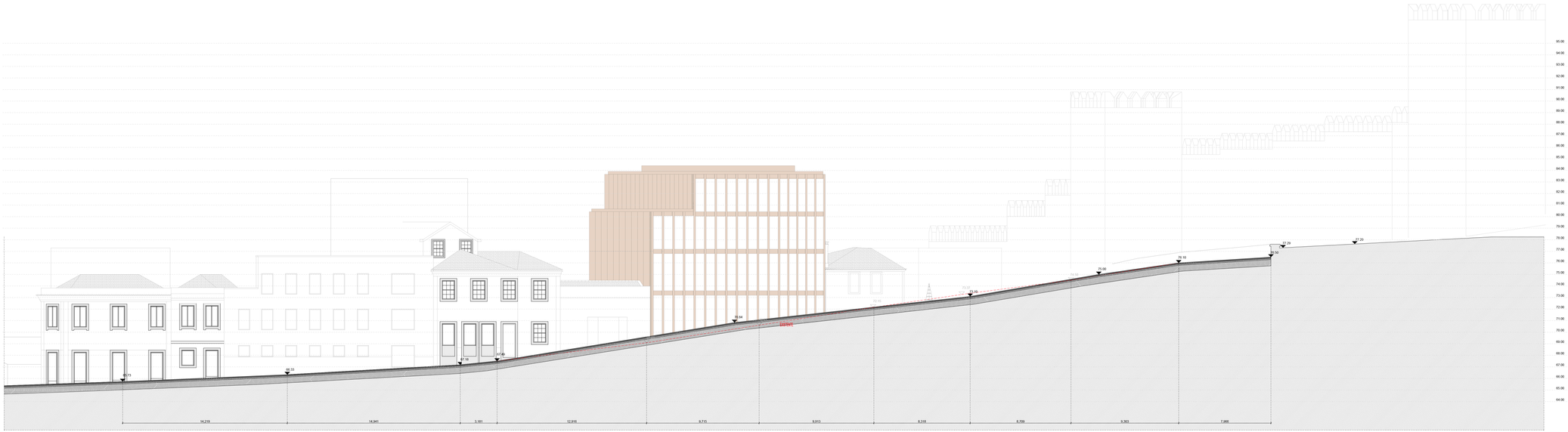
Universidade Lusófona do Porto

Projeto da Casa do Jazz do Largo Actor Dias

Perfis

Emanuel Alexandre Moreira Oliveira 5ºano

Data:	Escala:	Folha:
31-07-2020	1.200	2



Existente

Perfil B

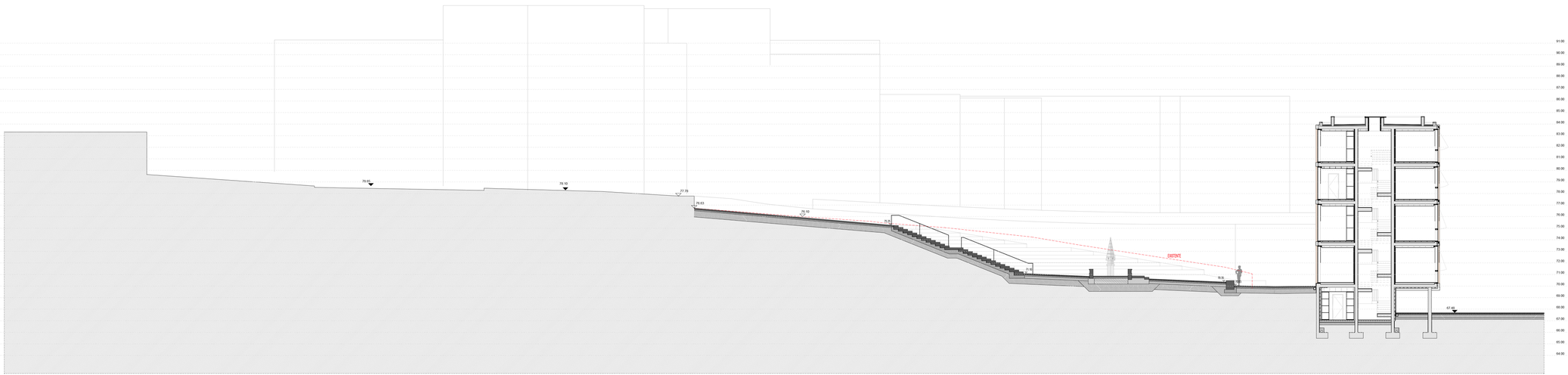
Universidade Lusófona do Porto

Projeto da Casa do Jazz do Largo Actor Dias

Perfis

Emanuel Alexandre Moreira Oliveira 5ºano

Data:	Escala:	Folha:
31-07-2020	1.200	3



Perfil C

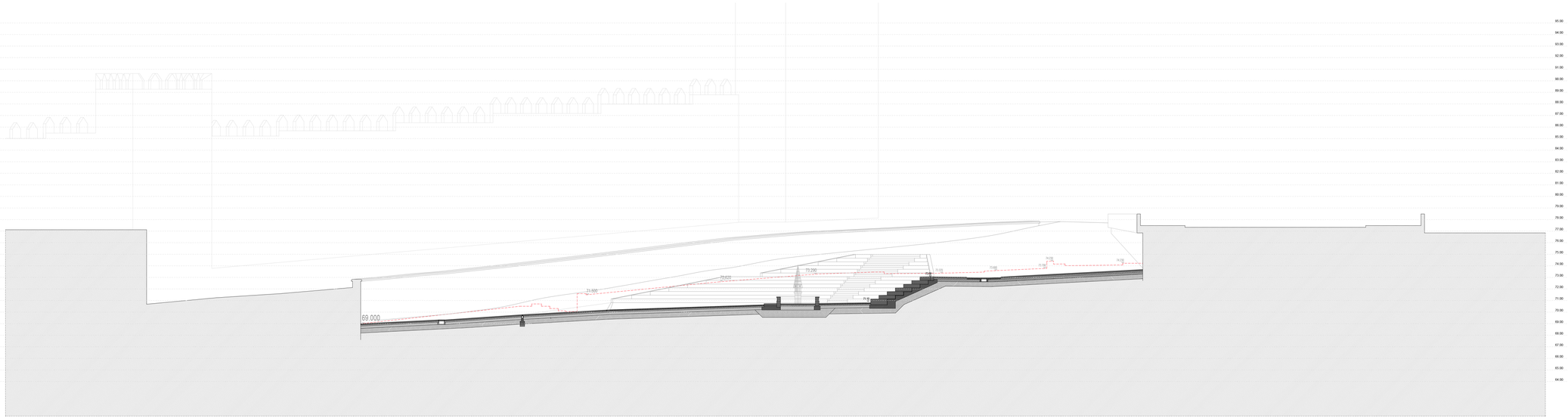
Universidade Lusófona do Porto

Projeto da Casa do Jazz do Largo Actor Dias

Perfis

Emanuel Alexandre Moreira Oliveira 5ºano

Data:	Escala:	Folha:
31-07-2020	1.200	4



Perfil D

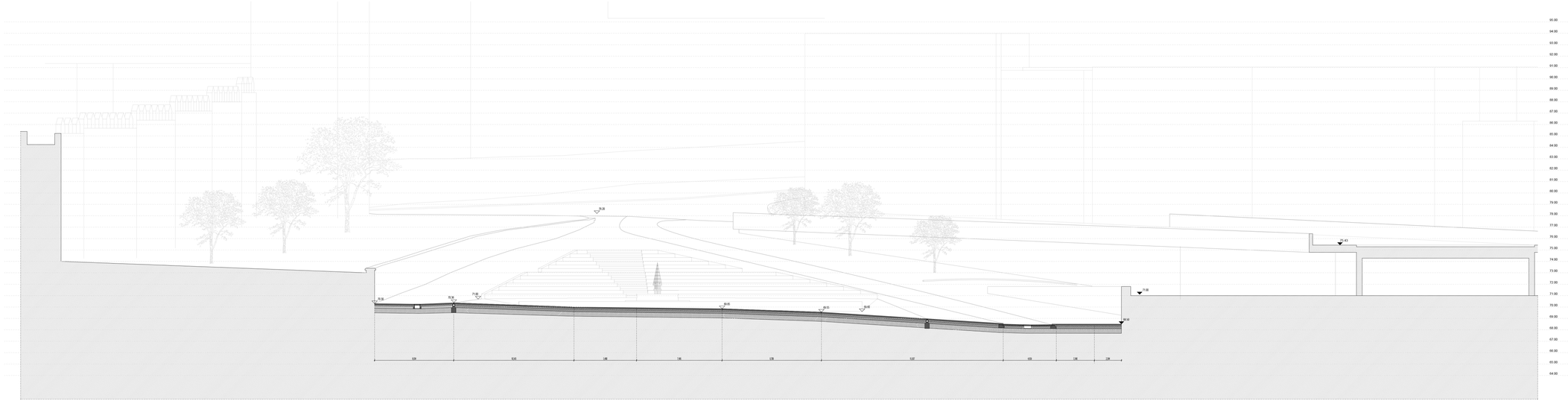
Universidade Lusófona do Porto

Projeto da Casa do Jazz do Largo Actor Dias

Perfis

Emanuel Alexandre Moreira Oliveira 5ºano

Data:	Escala:	Folha:
31-07-2020	1.200	5



Existente

Perfil E

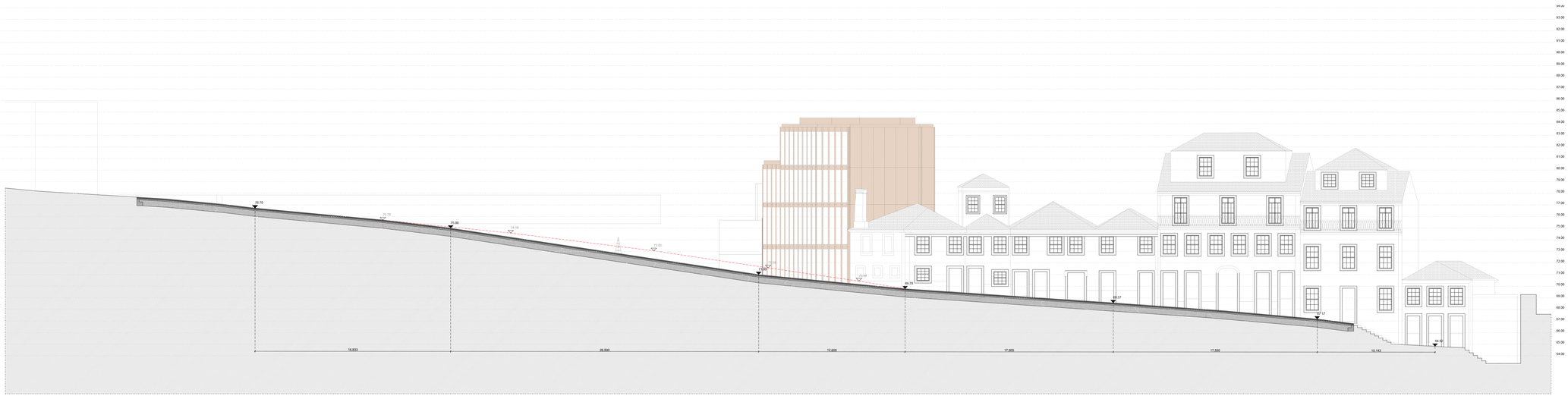
Universidade Lusófona do Porto

Projeto da Casa do Jazz do Largo Actor Dias

Perfis

Emanuel Alexandre Moreira Oliveira 5ºano

Data:	Escala:	Folha:
31-07-2020	1.200	6



Perfil F

Universidade Lusófona do Porto

Projeto da Casa do Jazz do Largo Actor Dias

Perfis

Emanuel Alexandre Moreira Oliveira 5ºano

Data:	Escala:	Folha:
31-07-2020	1.200	7